



# 1000

ЗНАМЕНИТЫХ

# ИЗОБРЕТЕНИЙ



**CF FOLIO**

## Annotation

Вся история человечества – это непрерывная цепь изобретений. И из этой цепи нельзя вынуть ни одного звена – иначе она вся разрушится. . В этой книге рассказывается о ста знаменитых изобретениях цивилизации – тех, без которых на планете Земля не было бы жизни. Так что цепь изобретений, о которой упоминалось, не прерывается, и не прервется никогда – она будет лишь удлиняться.

---

- [Владислав Пристинский](#)
  - [От автора](#)
  - [Авиация](#)
  - [Автомобиль](#)
  - [Антибиотики](#)
  - [Артиллерия](#)
  - [Атомная бомба](#)
  - [Атомная электростанция](#)
  - [Бетон](#)
  - [Бумага](#)
  - [Велосипед](#)
  - [Вертолет](#)
  - [Видеомагнитофон](#)
  - [Воздушный шар](#)
  - [Географические карты](#)
  - [Гидравлический пресс](#)
  - [Гидроэлектростанция](#)
  - [Двигатель внутреннего сгорания](#)
  - [Дирижабль](#)
  - [Доменная печь. Чугун](#)
  - [Железо](#)
  - [Интегральная микросхема](#)
  - [Интернет](#)
  - [Искусственный спутник Земли](#)
  - [Календарь](#)
  - [Керамика](#)

- [Кинематограф](#)
- [Книгопечатание](#)
- [Колесо](#)
- [Комбайн](#)
- [Компас](#)
- [Конвейер](#)
- [Консервы](#)
- [Космический корабль](#)
- [Крекинг. Переработка нефти](#)
- [Лазер](#)
- [Ледокол](#)
- [Литье стали](#)
- [Лодка. Гребные суда](#)
- [Лук](#)
- [Магнитофон](#)
- [Мельница](#)
- [Метрополитен](#)
- [Микроскоп](#)
- [Музыкальные инструменты](#)
- [Наркоз](#)
- [Обработка металлов](#)
- [Огонь](#)
- [Одноразовая посуда](#)
- [Парашют](#)
- [Паровая машина](#)
- [Паровоз. Железная дорога](#)
- [Паровой молот](#)
- [Пароход](#)
- [Парусные суда](#)
- [Персональный компьютер](#)
- [Письменность](#)
- [Пластмассы](#)
- [Плуг](#)
- [Подводная лодка](#)
- [Полупроводники](#)
- [Порох](#)
- [Прививки](#)

- [Прокатный стан](#)
- [Радио](#)
- [Радиолампа](#)
- [Радиолокация](#)
- [Реактивный двигатель](#)
- [Резина. Синтетический каучук](#)
- [Рентгеновский аппарат](#)
- [Роботы](#)
- [Ручное огнестрельное оружие](#)
- [Рычаг. Простейшие механизмы](#)
- [Синтетические волокна](#)
- [Системы измерений](#)
- [Соединения деталей](#)
- [Сотовая связь](#)
- [Спиртные напитки](#)
- [Стекло](#)
- [Танк](#)
- [Телевидение](#)
- [Телеграф](#)
- [Телескоп](#)
- [Телефон](#)
- [Тепловая электростанция](#)
- [Теплоход](#)
- [Ткачество](#)
- [Токарный станок](#)
- [Трактор](#)
- [Трансформатор](#)
- [Ускорители заряженных частиц](#)
- [Фотография](#)
- [Хлебопечение](#)
- [Холодильник](#)
- [Часы](#)
- [Шариковая ручка](#)
- [Швейная машинка](#)
- [Электрическая лампочка](#)
- [Электрическая сварка](#)
- [Электрическая турбина](#)

- Электродвигатель
  - Электронно-вычислительная машина
-

**Владислав Пристинский**  
**100 знаменитых изобретений**

## От автора

Вся история человечества, начиная с момента выделения человека из животного мира, есть непрерывная цепь изобретений. При утрате хотя бы одного звена могли бы потеряться все последующие.

Наши предки сумели расселиться по всей Земле от арктических льдов до пустынь и экваториальных лесов благодаря умению приспособливаться к окружающей среде и преобразовывать ее сообразно своим интересам. Не давая оценки последствиям всех изменений, которые человечество совершило и продолжает совершать в своей среде обитания, в этой книге мы постарались дать панораму развития нашей цивилизации как цивилизации технической, связанной с развитием средств производства.

Попробуем коротко проследить развитие изобретений.

Первым орудием человека была палка, которую он использовал как рычаг и как орудие для охоты. Позже появились топор, нож, молоток, шило, иглолка.

Первым механизмом, который позволял накапливать мышечную энергию человека с последующим мгновенным выбросом, стал лук. Затем для накопления потенциальной механической энергии с дальнейшим преобразованием ее в кинетическую начали применять пружину.

Первой технической революцией в истории человечества стало освоение поддержания и использования огня. Огонь дал начало многим отраслям человеческого знания. Без него были бы невозможны керамика и металлургия, термическая обработка продуктов, двигатели, преобразующие тепловую энергию в механическую.

Первыми материалами, которые применялись для изготовления орудий, были камень и дерево. Затем, благодаря отжигу глины, появился первый искусственный материал – керамика.

Вторая революция в истории человечества состояла в переходе от собирательства и охоты к оседлому существованию, в ходе которого люди начали выращивать злаки и другие растения, одомашнивать животных.

Развитие земледелия привело к появлению новых орудий для обработки земли, уборки урожая, обмолота и измельчения зерен. Люди изобрели мотыгу, серп, цеп для обмолота, ручной жернов для размола зерна.

Переход от охоты к земледелию потребовал замены звериных шкур, применявшихся в качестве одежды. Ею стали ткани. Сначала пряжу получали, скручивая волокна вручную, позже появились прядильная машина и ткацкий станок.

Важнейшим изобретением, оказавшим влияние на все отрасли техники, стало колесо. Его начали применять в транспортных средствах, гончарном круге, ручной мельнице.

Помимо передвижения по суше, человек освоил водную стихию. Это было необходимо для рыбной ловли и передвижения на большие расстояния. Здесь развитие шло от плотов из связок камыша к лодкам-однодревкам. Они управлялись жердями, затем веслами.

После каменных орудий человек стал осваивать металлы. Это стало возможным, когда уровень развития техники позволил получать излишки еды. Это привело к выделению специалистов, занимавшихся добычей руды, литьем и ковкой. Месторождения руд часто находились на большом расстоянии от потребителя. Так развитие металлургии привело к развитию обмена продуктами труда, что было невозможно без высокого уровня развития земледелия.

В этот период люди нашли замену собственной мышечной энергии. Они стали использовать животных. Кроме того, появились водяные мельницы, которые можно считать первыми машинами, преобразовывавшими энергию воды в энергию вращения колес.

Развитие знаний требовало фиксировать их для усвоения другими людьми, так как устная форма не обеспечивала их полного сохранения. Так возникла письменность, повлекшая за собой появление писчих материалов: папируса, пергамента, бумаги.

Совершенствование водных средств передвижения привело к появлению паруса. Это было бы невозможно без развития ткачества. Кроме того, для путешествий вдали от берегов требовался компас и географические карты.

Революционное значение в истории человечества имело освоение железа. Его большая распространенность, способность в процессе

обработки образовывать с углеродом прочный и твердый сплав – сталь сделали железо незаменимым в производстве различных орудий.

Для измерения промежутков времени и определения текущего времени суток были созданы часы. Их развитие шло от солнечных, водных, песочных к механическим. Механические часы были достаточно совершенным механизмом и позволяли решать многие технические вопросы своего времени.

Техническая революция XVII–XVIII вв. потребовала новых источников энергии. Вместо древесного угля стал использоваться каменный. Появились паровые машины. Сначала они применялись на заводах для привода механизмов, а позже на их основе были созданы средства передвижения: паровой автомобиль, пароход, паровоз.

Возросшие требования к качеству металла и увеличению объемов выплавки способствовали появлению новых способов его обработки. В XVII–XVIII вв. возникли прокатные станы, молоты с механическим приводом, гидравлические прессы.

В XIX в. широкое применение нашел новый источник энергии – нефть. Продукты ее переработки – керосин, мазут и др. использовались для освещения, обогрева, производства новых материалов – пластмасс. Нефть и нефтепродукты стали использоваться как топливо в двигателях внутреннего сгорания. Эти двигатели имели ряд преимуществ по сравнению с паровыми – больший КПД и удельную мощность. Их развитие привело к появлению автомобилей и теплоходов.

В XIX в. началось развитие электроэнергетики. Был пройден путь от первых опытов с электричеством до создания тепло- и гидроэлектростанций. Возможность передачи электроэнергии на большие расстояния позволили провести электрификацию промышленных предприятий и домов. Электрический телеграф соединил страны и континенты информационным мостом.

В самом конце XIX в. было изобретено радио. Приемник Попова стал предшественником ламповых и полупроводниковых электронных устройств. Созданные в XX в. на их основе электронно-вычислительные машины позволили обрабатывать многократно выросшее количество информации.

В начале XX в. появилась авиация, прошедшая путь от аэроплана братьев Райт до реактивных сверхзвуковых самолетов. Именно

авиация проложила дорогу к космическим кораблям.

Возросшие энергетические потребности во многом были решены благодаря появлению атомной энергетики.

На протяжении всей истории человечества его спутниками были болезни, многие из которых приобретали характер эпидемий. Защитой от них служили профилактические прививки и лекарства. Их применение позволило намного увеличить среднюю продолжительность жизни людей.

Сейчас основными направлениями, в которых ведутся исследования, являются разработки новых конструкционных материалов, развитие информационных технологий и поиск новых источников энергии.

Цель этой книги – осветить наиболее важные изобретения. Мы надеемся, что она позволит оценить масштабы пути, пройденного нашей цивилизацией, и побудит к более глубокому изучению затронутых в книге тем.

## Авиация

Слово «авиация» происходит от латинского слова *avis* — «птица» и применяется для обозначения летательных аппаратов тяжелее воздуха.

Первые попытки обосновать возможность полета на таких аппаратах сделал Леонардо да Винчи в начале XVI в. Он создал несколько проектов аппаратов с машущими крыльями.

М. В. Ломоносов доказал возможность полета такого аппарата, создав модель вертолета с приводом от пружины.

В основе полета летательного аппарата тяжелее воздуха лежит закон, выведенный Д. Бернулли в 1738 г. Он заключается в том, что при увеличении скорости потока его давление на стенки сосуда уменьшается. Этот закон был сформулирован для жидкостей, но он справедлив также и для газов. Этот закон объясняет полет птиц: дело в том, что при полете их крылья изгибаются таким образом, что на их нижнюю часть действует подъемная сила, превосходящая силу тяжести, направленную в противоположном направлении.

Для возникновения подъемной силы крыло самолета должно иметь такую форму, чтобы воздух сверху и снизу обтекал его с разной скоростью – снизу медленнее, чем сверху. Этого можно достичь, сделав нижнюю плоскость крыла абсолютно плоской, а верхнюю – выпуклой. Регулирование подъемной силы можно осуществлять, изменяя угол между плоскостью крыла и потоком воздуха (угол атаки крыла). Подъемная сила увеличивается с увеличением этого угла.

Теоретические основы полета самолета впервые разработал англичанин Д. Кейли в начале XIX в. Он построил и испытал модель планера и полноразмерный планер.

В середине XIX в. начались практические работы по созданию самолета. Разрабатывались проекты самолетов с паровыми и реактивными двигателями, делались попытки полета на планере. Несмотря на это были осуществлены лишь непродолжительные полеты моделей и кратковременные полеты на планерах.

В 1863 г. русский ученый А. В. Эвальд, наблюдая за птицами, составил идеальный проект самолета, включавший все необходимое

для его полета: крыло, пропеллер, форму с малым лобовым сопротивлением, установочный угол атаки крыла, органы управления. В качестве двигателя он предлагал использовать паровой двигатель.

В 1876 г. французский ученый и конструктор А. Пено и механик П. Гошо получили патент на «бесхвостый» самолет-амфибию с паровым двигателем и фюзеляжем в форме лодки. Пено предложил для достижения продольной балансировки самолета отказаться от горизонтального оперения, применив в крыле профиль с отогнутой вверх задней кромкой. Продольная устойчивость при этом должна была обеспечиваться расположением центра тяжести вблизи передней кромки крыла. Поперечная устойчивость достигалась отгибом вверх концов крыла, путевая – вертикальным килем. Для управления продольным креном были предусмотрены рули высоты, расположенные на задней части центроплана крыла. Управление по курсу могло осуществляться рулем направления, а также аэродинамическими тормозами, представляющими собой расщепляющиеся щитки на концах крыла.

В 1870–1880 гг. постройкой летательного аппарата занялся военный моряк А. Ф. Можайский. В 1881 г. он получил патент на летательный аппарат. Как следует из описания, это был самолет-моноплан. Основные элементы его компоновки применялись в самолетостроении даже спустя много десятилетий после этого.

В 1881–1883 гг. Можайский построил свой самолет под Петербургом. У него был фюзеляж с деревянными ребрами, обтянутыми материей. К бортам фюзеляжа были прикреплены прямоугольные крылья, слегка выгнутые выпуклостью вверх. Крылья и оперение были обтянуты шелком, пропитанным лаком. Аппарат стоял на стойках с колесами (шасси). На нем были установлены две паровые машины мощностью 20 и 10 л. с., построенные в Англии по заказу Можайского.

В 1883–1885 гг. изобретатель занимался доводкой аппарата при наземных испытаниях, а в 1885 г. предпринял попытку летных испытаний, закончившуюся неудачей.

Неудачей закончились также испытания аэропланов американца Х. Максима в 1894 г. и француза К. Адера в 1897 г. На них устанавливались паровые машины, слишком тяжелые для самолетов.

В начале 1890-х гг. немец О. Лилиенталь построил несколько моделей планеров. В их основе лежал принцип полета аиста. Крылья в своем поперечном сечении имели вогнутость, обращенную книзу. Балансировка планеров осуществлялась изменением положения центра тяжести в полете. Материалом конструкции служили ивовые прутья и полотно.

В первых опытах Лилиенталь стоял с крыльями на ветру, изучая действие аэродинамических сил и прочность конструкции, затем прыгал с крыльями с небольшого помоста в саду своего дома (иногда по 50–60 раз в день). Только два года спустя он решился приступить к полетам с возвышенности в 5–6 м.

Постепенное усложнение задач и многократность повторения опытов позволили не только самому конструктору освоиться с чувством полета, но и совершенствовать конструкцию планеров. Первые летательные аппараты Лилиенталья еще не имели хвостового оперения. Они оказались неустойчивыми и недостаточно прочными. Успех был достигнут в 1891 г., когда конструктор добавил к крылу вертикальное и горизонтальное оперение и уменьшил размеры крыла.

Благодаря наличию стабилизирующих поверхностей и сравнительно небольшим размерам аппарата его устойчивость и эффективность балансирного управления заметно улучшились. В 1891 г. Лилиенталю удалось совершить планирующий спуск до 20 м длиной. При взлете испытатель разбежался под уклон навстречу ветру. В полете он управлял планером с помощью ног, опираясь руками на крылья. При приземлении Лилиенталь резко отклонял тело назад, увеличивая угол атаки крыла, скорость полета уменьшалась, и планер совершал плавную посадку.

В 1892 г., стремясь увеличить продолжительность полетов, Лилиенталь построил планер с большим размахом крыла. Дальность полетов действительно возросла, однако из-за большой парусности управлять планерами оказалось трудно, особенно при сильном ветре. Поэтому в дальнейшем конструктор избегал строить аппараты с размахом крыла больше 6–7 м.

В 1893 г. Лилиенталь изготовил планер, который стал прототипом всех его последующих монопланов. По конструкции аппарат существенно отличался от прежних машин. Лилиенталь применил складывающиеся крылья. Это было удобно при транспортировке и

хранении. Развернутые для полета крылья фиксировались легкосъёмными продольными нервюрами, заменяя которые можно было изменять кривизну профиля. Для большей прочности крыло поддерживалось распялками, соединёнными с двумя вертикальными стойками на центроплане.

Еще одним нововведением было применение упруго подвешенного горизонтального стабилизатора. Под действием аэродинамических сил он, преодолевая силу действия пружины, мог поворачиваться на некоторый угол вверх, что облегчало быстрое увеличение угла атаки крыла, необходимое для торможения перед посадкой. Нижнее положение задней кромки горизонтального оперения фиксировалось ограничителями так, что в полете стабилизатор всегда был расположен под отрицательным углом к крылу.

В результате многолетних упорных тренировок Лилиенталь достиг высокого мастерства в полетах на планере. К середине 1896 г. им было выполнено свыше 2000 полетов, дальность некоторых из них достигала 250 м, а продолжительность – нескольких десятков секунд. В отдельных случаях удавалось подниматься выше точки старта, т. е. совершать парящий полет. Овладев техникой балансирного управления, Лилиенталь отваживался летать при значительной скорости ветра (на бипланах – до 10 м/с).

9 августа 1896 г. Лилиенталь погиб, упав на планере с высоты 15 м.

В конце XIX – начале XX века предпринимались попытки построить самолет.

В 1899 г. конструированием и испытанием планеров занялись американцы – братья Райт. В течение 1899–1902 гг. они создали несколько оригинальных моделей. Испытание всех аппаратов братья Райт производили на берегу Атлантического океана возле городка Китти-Хоук.

Важным изобретением братьев Райт стало обеспечение поперечной устойчивости планера путем перекаса концов его крыльев. В своих первых моделях они отказались от хвостового оперения и от регулирования устойчивости аппарата путем перемещения центра тяжести. Вместо этого они снабдили планер рулями.

При постройке своих аппаратов братья Райт столкнулись с недостатком теоретических знаний в области аэродинамики. Тогда изобретатели соорудили аэродинамическую трубу, в которую нагнетали воздух при помощи вентилятора. В ней они испытали более 200 различных профилей из листового железа. Таким образом измерялось сопротивление различных поверхностей и профилей крыльев при различных углах атаки. Результаты опытов были сведены в таблицы. Это помогло им при конструировании нового планера. Он имел вертикальный хвост с подвижным рулем. Поворачивая руль в сторону противоположного крыла можно было восстановить поперечное равновесие, компенсируя разницу в сопротивлении опущенного и поднятого крыльев. Для одновременного воздействия руль и крылья были соединены тросами и управлялись одним рулем.

Высота полета регулировалась поверхностями руля высоты, расположенного в передней части планера. При движении вперед связанного с этими поверхностями рычага кривизна поверхностей уменьшалась, и нос планера опускался.

Между поверхностями руля высоты располагались вертикальные серповидные поверхности, вращавшиеся в направлении, противоположном направлению движения поворотного руля. Они компенсировали силу, вращающую планер вокруг собственной оси.

Новый планер показал прекрасные летные качества: он мог парить в воздухе около минуты, хорошо управлялся, поднимаясь, опускаясь, разворачиваясь в разные стороны.

В конце 1902 г. после успешных испытаний этого планера братья Райт приняли решение конструировать на его основе самолет.

Двигатель и пропеллеры были изготовлены в течение зимы и весны 1903 года. Построенный при участии братьев Райт четырехцилиндровый бензиновый двигатель водяного охлаждения мощностью 12 л. с. представлял собой облегченный вариант обычного автомобильного двигателя и весил вместе со всеми вспомогательными системами 90 кг. По расчетам изобретателей, он обладал способностью поднять их самолет в воздух.

При разработке пропеллера использовался опыт аэродинамических исследований, проведенных Райтами в 1901–1902 гг. Рассматривая воздушный винт как вращающееся крыло и стремясь подобрать наивыгоднейший для каждого сечения профиль,

им удалось создать пропеллер с рекордным для своего времени, КПД – 66 %. Два деревянных двухлопастных винта соединялись с двигателем с помощью цепной передачи, уменьшавшей частоту вращения пропеллера втрое. Общий вес трансмиссии и винтов составлял 41 кг.

В связи с возросшим взлетным весом размеры крыла самолета были по сравнению с крылом планера увеличены. Увеличена была также площадь органов управления – одинарные поверхности рулей заменили двойными. Как и на планере, руль направления автоматически отклонялся при перекашивании крыла. Под крылом были установлены полозья. Отказ от применения колесного шасси объясняется преобладанием песчаной почвы в Китти-Хоук, где должен был испытываться самолет.

Сборка самолета была завершена в начале ноября 1903 года. Аппарат представлял собой биплан с двумя толкающими пропеллерами, вращающимися в противоположных направлениях. Двигатель был установлен на нижнем крыле, сбоку от летчика. Пилот размещался в полете лежа и управлял перекашиванием крыла движением бедер. Перед пилотом были расположены две рукоятки, одна из которых служила для управления рулем высоты, другая – для включения двигателя. Взлетный вес самолета равнялся 340 кг, площадь крыла – 47,4 м<sup>2</sup>, размах – 12,3 м, длина – 6,4 м, диаметр винтов – 2,5 м.

В процессе наземных проб двигателя выяснилось, что прочность валов пропеллеров недостаточна. Поломки, вызванные перебоями в работе двигателя, удалось устранить только после замены пустотелых валов сплошными. 12 декабря самолет был готов к летным испытаниям.

В связи с большим весом самолета Райты отказались от прежнего метода старта, когда помощники разгоняли аппарат до скорости отрыва, поддерживая его за крыло. Кроме того, такой способ взлета мог вызвать сомнения в том, что старт происходил только за счет мощности двигателя. Разбег должен был происходить по деревянному рельсу длиной 18 м, верхняя поверхность которого была обшита железом. Самолет катился по рельсу на маленькой тележке, отделяемой от аппарата после взлета. Для уменьшения длины разбега старт должен был происходить строго против ветра.

Первые испытания «Флайера» происходили 14 декабря 1903 года. Самолет поднялся в воздух, но через несколько мгновений после взлета упал с высоты 5 м. Время нахождения в воздухе составило всего 3,5 с, дальность полета – 32 м.

17 декабря состоялись повторные испытания. Всего было выполнено четыре полета, общая продолжительность которых составила менее двух минут. Эти испытания стали выдающимся событием в истории человечества – впервые человеку удалось осуществить контролируемый полет на самолете.

В дальнейшем братья Райт усовершенствовали свой первый самолет. В 1905 г. они уже совершали полеты со скоростью 60 км/ч продолжительностью 38 мин.

В это время в Европе также шли работы над совершенствованием планеров и постройкой самолетов. В 1904 г. француз Эсно-Пельтри на своем планере впервые применил элероны. Они имели вид двух независимо действующих горизонтальных поверхностей, расположенных на балках перед крылом, и предназначались для регулирования крена аппарата.

Конструированием самолетов занимались и французы Фербер, Вуазен, Блерио, Сантос-Дюмон, в Дании – Эллехаммер.

К типичным аэродинамическим компоновкам этого периода относятся: биплан с коробчатым крылом, передним рулем высоты и, как правило, толкающим пропеллером; биплан (мультиплан) без перегородок на крыле, с тянущим винтом и с заднерасположенным оперением; моноплан «нормальной» схемы с тянущим винтом; моноплан с самобалансирующимся крылом без стабилизирующих хвостовых поверхностей.

1909 г. стал годом триумфа в истории самолета. Его перспективность доказывали постоянно улучшающиеся рекорды дальности, высоты и скорости, дальние внеаэродромные полеты. Так, Л. Блерио совершил перелет на самолете «Блерио-11» из Франции в Англию через Ла-Манш. В состоявшихся в конце августа первых авиационных состязаниях в Реймсе (Франция) приняли участие 38 самолетов, на которых были выполнены 87 полетов дальностью более 5 км, 7 – дальностью более 100 км.

С 1909 г. началось серийное производство самолетов, во Франции открылись первые школы по подготовке пилотов.

Уже в то время в авиации наметились два направления: военное и гражданское.

В 1911 г. на самолете впервые был установлен пулемет. До Первой мировой войны были также созданы бомбы, самолетные радиостанции, ранцевый парашют.

В это время летчики столкнулись с таким явлением, как штопор – снижение самолета по крутой нисходящей спирали малого радиуса с одновременным вращением вокруг всех трех осей. Вначале заваливание в штопор вело к гибели самолета. В 1916 г. русский летчик К. Арцеулов впервые намеренно ввел свой самолет в штопор и вывел из него. По инициативе Арцеулова штопор как фигура высшего пилотажа был введен в программу обучения летчиков.

В Первую мировую войну самолеты вначале использовались для разведки и корректировки артиллерийского огня, затем их стали применять для поражения воздушных и наземных целей. Появилось разделение на разведывательные самолеты, истребители и бомбардировщики.

За время войны скорость самолетов возросла до 200–220 км/ч. В 1918 г. численность самолетов превысила 11 тысяч.

В послевоенные годы авиация бурно развивалась во многих странах. Появились новые конструкции самолетов, совершенствовались методы их расчетов. Если в 1920-х годах наиболее распространенной была бипланная схема компоновки самолета, то к середине 1930-х наметился окончательный переход к монопланной.

В СССР в 20-е годы были созданы конструкторские бюро А. Н. Туполева, Н. Н. Поликарпова. Среди первых самолетов – пассажирские самолеты АК-1 конструкции В. Л. Александрова и В. В. Калинина, истребитель И-1 Поликарпова. Под руководством Туполева были сконструированы цельнометаллический самолет АНТ-2, разведчик АНТ-3, тяжелый бомбардировщик АНТ-4.

Со второй половины 20-х гг. стал широко применяться дюралюминий, заменивший распространенные до того полотно и дерево.

Среди достижений авиации можно отметить перелет через Атлантику американца Ч. Линдберга в 1927 году.

В 20-е гг. развиваются пассажирские авиаперевозки. Первые авиалинии появились в Германии и Франции. В СССР первый регулярный пассажирский маршрут был открыт в 1923 г. Он соединил Москву и Нижний Новгород.

Постоянно растут скорости самолетов. Это достигается как за счет увеличения мощности двигателей, так и благодаря снижению аэродинамического сопротивления на 20–25 %. Снижение обеспечивалось решением проблемы втягивания шасси в полете, внедрением винтов изменяемого шага, переходом к закрытым кабинам, обтекаемым формам фюзеляжей, применением гладкой обшивки крыла. Это привело к увеличению скорости полета на 20–30 % при той же мощности двигателей.

В 30-е годы значительно возросла дальность полета. В 1937 г. были совершены два беспосадочных перелета из Москвы через Северный полюс в США.

18–20 июня В. П. Чкалов, Г. Ф. Байдуков и А. В. Беляков, покрыв расстояние в 8504 км за 63 ч 16 мин, совершили посадку в Ванкувере.

12–14 июля М. М. Громов, А. Б. Юмашев и С. А. Данилин преодолели 10 148 км за 62 ч 17 мин и приземлились в Калифорнии, установив мировой рекорд дальности беспосадочного перелета.

Продолжает развиваться военная авиация. Во время гражданской войны в Испании в небе столкнулись советские самолеты И-15 и И-16 конструкции Поликарпова, СБ и немецкие мессершмитты и юнкерсы.

Опыт войны в Испании дал новый толчок развитию авиации. Немцы решили ставить на свои самолеты новые двигатели. В СССР стали разрабатывать принципиально новые конструкции самолетов А. С. Яковлев, С. В. Ильюшин, В. М. Петляков и др.

Скорость истребителей достигла 600 км/ч и более. Повысилась дальность полета (до 3–4 тыс. км), скорость (до 550 км/ч) и бомбовая нагрузка бомбардировщиков (до 3–4 т).

В 1938 г. в КБ Ильюшина был сконструирован самолет огневой поддержки сухопутных войск – штурмовик Ил-2. Он имел высокую прочность, большую огневую мощь, бронированную защиту важнейших узлов.

Во Второй мировой войне наибольшее применение получили легкие, маневренные, простые в управлении самолеты. В небе над Европой, Азией, Тихим и Атлантическим океанами развернулись

ожесточенные воздушные сражения. Самолеты прикрывали войска с воздуха, наносили удары по войскам и кораблям противника, вели разведку, перебрасывали десанты.

Самыми распространенными были истребители Як-3, Як-7, Як-9, Ла-5 и Ла-7 (СССР), «Мессершмитт-109» и «Фокке-Вульф-190» (Германия), «Харрикейн» и «Спитфайр» (Великобритания), «Мустанг» и «Аэрокобра» (США). Среди бомбардировщиков следует выделить советские Пе-2, Ил-4, Ту-2, немецкие Ю-87 и Ю-88, американские Б-17, Б-25 и Б-29, английский «Ланкастер». Самым массовым самолетом Второй мировой стал штурмовик Ил-2.

К концу войны поршневая авиация исчерпала свои возможности. Максимальная скорость самолетов достигала 720 км/ч. Дальнейшее ее повышение было ограничено чрезмерным ростом габаритов и веса двигателя, снижением КПД винта.

Качественный рывок в авиастроении произошел с появлением реактивного двигателя. Его разработка началась в 1930-е годы. Первые полеты были осуществлены на самолетах с жидкостно-реактивными двигателями. В 1939 г. в Германии был сконструирован и испытан самолет «Хейнкель». В СССР первый реактивный полет был осуществлен в 1940 г. на ракетоплане конструкции С. П. Королева. В 1941 г. в Англии поднялся в воздух самолет «Глостер» с турбореактивным двигателем конструкции Ф. Уиттла.

В 1941–1943 гг. в Германии были выпущены небольшими сериями реактивные истребители Me-262, Me-163, He-162. Но решающего влияния на ход воздушной войны они не оказали. Единственным реактивным самолетом союзников, принявшим участие в войне, стал английский «Метеор».

Первые послевоенные реактивные самолеты представляли собой обычные самолеты, на которых вместо поршневых были установлены реактивные двигатели. Однако с увеличением скорости до 1000 км/ч конструкторы и летчики столкнулись с такими явлениями, как сжимаемость воздуха, резкое повышение его сопротивления, снижение устойчивости и управляемости машин.

Исследования показали, что дальнейшее развитие реактивной авиации связано с изменением конструкции крыльев: они должны были иметь тонкий профиль и стреловидную форму в плане.

В 1947 г. в СССР был создан первый реактивный истребитель со стреловидным крылом МиГ-15. На нем были установлены лицензионные реактивные двигатели «Роллс-Ройс», катапультирующее кресло и гидроусилители рулей. Вооружение МиГ-15 составляли скорострельная пушка и 2 пулемета. Скорость достигала 1100 км/ч.

В это же время в СССР были построены реактивные истребители Ла-15, Як-23 и реактивные бомбардировщики Ил-28 и Ту-14.

В 1948 г. экспериментальный самолет Л а-176 при полете со снижением достиг скорости звука.

Первые боевые столкновения реактивных самолетов состоялись в начале 1950-х гг. во время войны в Корее. Там советские МиГ-15 и МиГ-17 показали свое превосходство над американскими «Сейбрами».

В 1950–1960-х годах военная авиация получила сверхзвуковые реактивные самолеты, которые могли летать в любую погоду. На вооружении появились ракеты и ядерное оружие. Во многих странах были созданы самолеты вертикального взлета и посадки, способные взлетать и приземляться на небольших площадках. В первую очередь они нашли применение в морской авиации, в частности на авианосцах.

Увеличение скорости привело к созданию самолетов с изменяемой стреловидностью крыла: при взлете и посадке площадь крыла максимальна, в полете она уменьшается.

Дальность полета самолетов значительно возросла, благодаря дозаправке топливом в воздухе. Это позволило совершать полеты дальностью 12 000 км и более.

В послевоенные годы развивалась и гражданская авиация: создавались новые самолеты, открывались новые воздушные линии.

В 1949 г. состоялся первый рейс английского реактивного пассажирского самолета «Комета». Он был оснащен турбовинтовым двигателем. В 1956 г. на пассажирских авиалиниях появился первый турбореактивный самолет – советский Ту-104. В 1958 г. взлетел американский «Боинг-707», а в 1959 г. – французская «Каравелла».

В 1960-е годы были созданы первые сверхзвуковые пассажирские самолеты. Первым совершил свой полет Ту-144. Это произошло 31 декабря 1968 г. Несколькими месяцами позже взлетел англо-французский «Конкорд». Их скорость достигала 2500–3000 км/ч, а дальность полета – 8000 км.

Помимо пассажирских перевозок гражданская авиация используется в борьбе с вредителями лесов и полей, разведке полезных ископаемых, метеорологических наблюдениях, исследованиях труднодоступных районов и других областях народного хозяйства.

## АВТОМОБИЛЬ

Первым практически действовавшим паровым автомобилем считается «паровая телега» француза Никола-Жозефа Кюньо. Он хотел создать мощную тяговую силу для артиллерийских орудий и перевозки снарядов.

Телегу изготовили в 1769 г. в мастерских парижского арсенала. Она весила целую тонну, столько же пришлось на воду и топливо, еще столько же на долю самой паровой машины.

Платформа для грузов крепилась к дубовой раме телеги. Рама опиралась на заднюю ось с колесами артиллерийского типа. С управлением телегой еле справлялись два человека. Перевозя до 3 т груза, телега передвигалась со скоростью пешехода – 2–4 км/ч.

Кюньо обратился к «экипажной» практике: лошадь находится впереди экипажа и тянет его за переднюю ось, значит, и машину следует поставить вперед и осуществить передачу на переднее колесо. Но тут возникла трудность: шток паровой машины перемещается в плоскости, параллельной плоскости колеса. Если закрепить двигатель на платформе телеги, то ось колеса нельзя будет поворачивать. И Кюньо смонтировал всю паровую машину на колесе, тогда машина стала отклоняться на вилке влево или вправо вместе с колесом.

Две лошадиные силы, которые развивала машина, давались нелегко. Несмотря на большой объем котла, давление пара быстро падало. Чтобы поддерживать давление, через каждые четверть часа приходилось останавливаться и разжигать топку. Эта процедура отнимала столько же времени, сколько длилась поездка.

Однажды, совершая испытательную поездку, Кюньо и кочегар не справились с управлением. Телега сделала слишком крутой поворот – котел упал и взорвался. Кюньо построил еще одну телегу, но она, как и первая, не нашла практического применения.

В начале XIX в. мощность экипажных паровых машин увеличилась в 8–10 раз по сравнению с машиной Кюньо, уменьшились их размеры и расход топлива. Машину располагали, как правило, сзади повозки. Шток, передающий движение поршня храповику на оси колес, заменили качающимся шатуном. Сложился так называемый

кривошипный механизм, впоследствии почти полностью перешедший на автомобильный двигатель.

Четыре «паровика» Голдсуорси Гэрнея совершали регулярные рейсы и наездили в 1831 году 6 тыс. км. Более успешно организовал движение паровых дилижансов Уолтер Хэнкок. Правда, рейс длиной в 120 км длился около 12 ч, из которых ходовых было только 7–8 ч. Остальное время уходило на заправку водой. Потом догадались прицепить к дилижансу тендер с водой и коксом. Хэнкок использовал высокое давление пара в котле и применил цепную передачу от коленчатого вала машины к колесам. Девять 15-местных повозок Хэнкока совершили около 700 рейсов и наездили 7 тыс. км со скоростью до 30 км/ч.

На какое-то время паровые автомобили возродились во Франции. Их двигатели уже были оснащены керосиновыми горелками вместо угольных топок, запас воды мог быть уменьшен, змеевик быстро разогревался, непрерывно образовывалось необходимое для работы машины количество пара. На паровых повозках начали применять эластичные шины, рулевую «трапецию», механизм для вращения колес одной оси с различными оборотами – дифференциал, цепной и даже карданный привод от паровой машины к ведущим колесам.

Изобретателями автомобиля признаны Готлиб Даймлер и Карл Бенц. Работали они в одно и то же время в соседних германских городах Маннгейме и Бад-Канштатте (пригород Штутгарта). Оба построили действующие самодвижущиеся повозки в 1885 году и должным образом оформили патенты. Бенц – на «Экипаж с газовым двигателем», Даймлер – на «одноколейный» экипаж, а в 1886 году и на четырехколесный.

При жизни они так никогда и не встретились, хотя созданным ими автомобильным фирмам суждено было в 20-е годы XX в. слиться в известную ныне всем компанию «Даймлер – Бенц».

У двухместной машины Бенца были велосипедные колеса, а кузов с установленным на трубчатую раму диванчиком напоминал пролеточный. В течение 7 лет Бенц строил моторные повозки трехколесными. Эта схема, казавшаяся простой, и ранее привлекала конструкторов по соображениям облегчения управления машиной. Первая машина Даймлера была и вовсе двухколесной, представляла собой «моторный велосипед». Даймлер и его последователи строили

четырехколесные 4–6-местные автомобили с экипажным кузовом, колесами и тормозами. А последователи Бенца чаще всего (до начала XX в.) – трехколесные, 2–3-местные, с проволочными спицами колес, легкой трубчатой рамой, велосипедным рулем. От первых произошел собственно автомобиль, от вторых – то, что на грани веков называли «вуатюреткой», т. е. колясочкой, автомобилчиком.

«Безлошадные экипажи» Бенца и Даймлера не нашли спроса на родине. Горожан пугали хлопки от взрывов паров бензина в двигателе. Даймлеру пришлось испытывать повозки по ночам на загородных дорогах. Бенцу вменили в обязанность перед каждой поездкой сообщать в полицию маршрут и места остановок, для того чтобы можно было привести в готовность пожарные команды.

Изобретатели продали свои патенты во Францию, благодаря чему та долгое время была ведущей автомобильной державой. Автомобили, построенные по патентам Бенца и Даймлера или снабженные их двигателями, появились на рынке как изделия французских фабрикантов.

Вплоть до начала XX в. автомобиль рассматривали исключительно как занятную механическую игрушку, спортивный снаряд, экипаж для прогулок или торжественных выездов. В США до Первой мировой войны в официальных документах фигурировал термин «плежер-кар» (т. е. «повозка для удовольствия»), обозначавший «легковой автомобиль». Его техническая характеристика соответствовала требованиям, обычным для конного экипажа. Журнал «Мотор-Эйдж» (США, 1900) в статье «Что такое превосходный автомобиль» писал:

«Это красивый стильный экипаж, который может быть пущен в ход мгновенно и без предшествующих продолжительных и трудоемких приготовлений, может быть мгновенно же остановлен, может двигаться с любой скоростью вплоть до 25 миль в час, полностью контролироваться любым лицом без специального образования, двигаться по неровным улицам и дорогам, преодолевать крутые подъемы, словом, выполнять все, что выполняет лошадь или упряжка лошадей с экипажем, и выполнять это более удовлетворительно, с меньшими затратами, и в то же время не иметь дефектов, присущих лошади, и новых собственных дефектов».

При всей, с нынешней точки зрения, скромности этой характеристики она была для своего времени именно «превосходной»: ни один тогдашний автомобиль не мог ей соответствовать. Любые, даже совсем короткие, поездки на автомобиле становились событием, в особенности, если они завершались благополучно. Начинались они с длинной процедуры запуска двигателя.

Сначала автомобилист открывал каретный сарай, где хранилась «коляска» – высокая, на больших деревянных колесах, на сплошных твердых резиновых шинах-бандажах, с пролеточным кузовом. Вооружившись заводской инструкцией, автомобилист приступал к пуску двигателя. Он «устанавливал коляску по возможности горизонтально», потом соединял глушитель и выпускную трубу шлангом и наполнял бак горючим, так как на ночь топливо сливали во избежание подтекания. Затем вставлял провод зажигания в розетку, открывал кран подачи топлива, нажимал иглу карбюратора, чтобы топливо не переливалось. Закончив подготовительные операции, автомобилист прокручивал торчащую спереди, сзади или сбоку рукоятку «примерно пять раз», приоткрывал карбюратор, а затем декомпрессионный краник для устранения сжатия в цилиндре – оно затруднило бы заводку. Еще несколько оборотов рукоятки до появления вспышки в цилиндре двигателя. Тут автомобилист снова манипулирует с краниками. Если двигатель работал с перебоями, следовало отрегулировать винтом подачу горючей смеси, а если двигатель не заводился, то приходилось вывертывать свечу зажигания, промывать и просушивать ее, а из карбюратора сливать накопившееся за время тщетных попыток топливо. После того как двигатель заработал, можно было ехать.

Управление первыми автомобилями отдаленно напоминало управление современным автомобилем, но требовало значительно больших усилий, чем теперь. Кроме привычных ныне рычагов и педалей, существовали ручки на рулевой колонке для управления подачей топлива и установкой зажигания да еще насос для подкачки топлива в карбюратор. Из-за малой мощности двигателя пассажиры вынуждены были на трудных участках дороги выходить из машины, чтобы облегчить ее, и идти с ней рядом, а то и подталкивать.

Тогда более перспективными считались электрические и паровые автомобили. В США, например, в 1899 году только 22 % всех

выпущенных механических экипажей составляли «бензиномобили», 38 % – электромобили и 40 % – «паромобили». Но уже к 1905 году положение изменилось: 70 % автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и по 15 % электрических и паровых, в 1910 году доля двух последних видов не превышала 1 %, а в 20-х их стало ничтожно мало.

Не оказали влияния на этот процесс и такие сенсации, как мировые рекорды скорости, установленные в 1898 году на электромобиле (105 км/ч, гонщик Женатци), в 1902 и 1906 годах на паровых автомобилях (120 и даже 204 км/ч, гонщики Серполле и Стенли).

Увеличить мощность двигателя и тем самым скорость автомобиля было не так-то легко. Увеличение диаметра цилиндра приводило к возрастанию сил, действующих на его стенки и на детали кривошипного механизма. Если увеличить длину хода поршня, то цилиндр трудно разместить на автомобиле из-за роста размеров кривошипа. В обоих случаях двигатель становится тяжелее. Эти обстоятельства привели конструкторов к мысли – умножить число цилиндров. Даймлер уже свои самые ранние двигатели делал двухцилиндровыми (V-образными), а в 1891 году построил первый четырехцилиндровый.

Увеличение числа цилиндров не только позволяло делать двигатель компактным при росте его мощности, но и обеспечивало плавность хода. В четырехцилиндровом двигателе каждый рабочий ход приходится на пол-оборота коленчатого вала, тогда как у одноцилиндрового двигателя – на два оборота.

Хотя автомобильный двигатель в отличие от стационарного можно было охлаждать потоком встречного воздуха, конструкторы скоро пришли к выводу об эффективности водяного охлаждения. Оно прошло ряд стадий развития, пока не распространились змеевиковые радиаторы, иногда опоясывавшие весь капот двигателя. На «мерседесе» (1901 г.) впервые применен знакомый ныне трубчатый или сотовый радиатор с большой поверхностью охлаждения, изменивший облик автомобиля.

Для автомобиля пришлось создать новые механизмы – привод рулевого управления и устройство для изменения на ходу усилия, передаваемого от двигателя к колесам. Примером для рулевого

привода послужил судовой румпель – поводок или маховичок-штурвал, передвигавший вправо-влево тягу рулевой трапеции.

До конца XIX в. для автомобиля была типичной компоновка с двигателем сзади (под сиденьем) и с ременным приводом от него на поперечный вал, далее – цепной привод на задние колеса.

С ростом скорости увеличились мощность, размеры и масса двигателя. Возникли новые сложности. Становилось все труднее размещать двигатель под сиденьями. К тому же он требовал хорошего охлаждения. Приводные ремни не выдерживали передаваемых усилий, проскальзывали на шкивах.

Эмиль Левассор, главный конструктор французской фирмы «Панар – Левассор», предложил новую компоновку автомобиля: двигатель и радиатор охлаждения расположены спереди; усилие передается через механизм сцепления и коробку передач на промежуточный поперечный вал, а от него – цепями на задние колеса. Сцепление состоит из двух конических дисков, которые можно сблизить, ввести в зацепление во время движения автомобиля или отдалить при перемене передач и на стоянках. В коробке передач находятся два вала с набором шестерен различных диаметров на каждом (вместо набора ременных передач). Вводя в зацепление ту или иную пару шестерен, можно изменять частоту вращения вторичного вала и величину передаваемого колесам усилия.

Если сравнить компоновку автомобилей XX в. с компоновкой автомобиля Левассора, то они ненамного отличались. В 1898 г. французский конструктор Луи Рено заменил цепной привод карданным валом, два вала в коробке передач – тремя.

Развитие автомобиля вело к усложнению его конструкции: увеличение скорости требовало прожекторов, закрытые кузова – внутреннего освещения, пуск двигателя – особого электромотора. На автомобиле появился энергоемкий и надежный аккумулятор. Это позволило устранить сложное и тяжелое магнето, вернуться к простой и безотказной батарейной системе зажигания.

Пуск двигателя имел не меньшее значение, чем зажигание. Вращая рукоятку, нужно было преодолевать давление в цилиндрах двигателя. Обратные удары рукоятки приводили к травмам рук водителей. Конструкторы стремились заменить рукоятку более удобным устройством. Простым и надежным оказался электромотор с

шестеренкой, зацепляемой в нужный момент с зубчатым венцом на маховике двигателя. Маховик начинал вращаться и запускал двигатель. Такой стартер изобрел американский конструктор Ч. Кеттеринг.

Рядом с двигателем размещали механизм сцепления. В маховике двигателя вытачивали коническую поверхность, а на первичный вал коробки передач надевали передвижной конус, покрытый кожей. Конус прижимала к маховику пружина, соединяя двигатель с коробкой передач. Чтобы выключить сцепление, нужно было нажимом на педаль преодолеть сопротивление пружины и оттянуть конус от маховика.

На смену конусному пришло дисковое сцепление. В дисковом сцеплении, нажимая на педаль, водитель отводит диск от маховика, отпуская педаль – предоставляет пружине прижимать диск. Первые такие сцепления состояли из многих дисков. Постепенно число дисков свели к одному-двум и снабдили накладками из специального, не требующего смазки, долговечного материала.

В коробках передач начала XX в. предусматривались три передачи для движения вперед и одна для заднего хода. Переключение передач требовало большой ловкости, редко проходило без угрожающего скрежета шестерен, а то и поломок их зубьев, визжали шестерни и во время движения автомобиля. Поэтому конструкторы упорно работали над совершенствованием коробки передач.

Система торможения отставала в развитии от других систем и механизмов автомобиля. Долго использовали экипажные тормоза-башмаки, прижимавшиеся к шинам. Потом добавили трансмиссионный тормоз с горизонтальной педалью рояльного типа. Она стягивала ленту, охватывавшую барабан на выходном валу коробки передач. Дополнили трансмиссионный тормоз барабанами, установленными на задних колесах, но опять-таки с ленточными тормозами, действовавшими более или менее эффективно только при движении автомобиля вперед. Лишь на отдельных машинах устанавливали на задних колесах тормоза с колодками, наподобие нынешних.

Долгое время на автомобилях устанавливалась подвеска, состоящая из листовых рессор, как на каретных экипажах. Она не устраняла тряску автомобиля на большой скорости и неровных дорогах того времени. Из множества вариантов были выбраны два: продольные и поперечные полуэллиптические рессоры. В дополнение

к ним применяли фрикционные амортизаторы. Трение в их шарнирах гасило качку рамы и кузова после наезда на ухаб.

Шина на колесо автомобиля была надета в конце XIX в. братьями Мишлен. Она должна была сохранять давление воздуха и защищать камеру от проколов подковными гвоздями, в изобилии рассыпанными по дорогам. В начале XX в. самые лучшие шины, сделанные на заказ для гонок, приходилось менять десятки раз на пробеге в 200–300 км. Важно было облегчить смену шин. Вначале они не были легкосъёмными, и автомобилист после замены должен был накачать шину до давления 5–6 атмосфер. Позже кольцо из резинового рукава превратили во внутреннюю камеру шины, окружив ее защитной резиновой крышкой на парусиновой основе.

На рубеже XIX–XX вв. стали популярными автомобильные гонки. Участие в них позволяло владельцам автомобильных фирм рассчитывать на большой денежный приз, хорошую рекламу своих автомобилей, а также проверить механизмы при максимальных нагрузках. Это привело к созданию мощных гоночных автомобилей. Большинство автомобилей были сложными и очень дорогими.

Так продолжалось до тех пор, пока американец Генри Форд не начал выпускать свою знаменитую модель «форд-Т». В 1899 г. молодой Форд основал Детройтскую автомобильную компанию. В интересах бизнеса он решил выпускать дешевую массовую машину. Замысел Форда заключался в разделении работы по изготовлению автомобиля на множество операций, каждая из которых поручалась 1–2 рабочим, освобожденным от выполнения вспомогательных операций. Изготавливаемые детали и собираемые механизмы двигались мимо рабочих на цепях, рольгангах, лентах. Массовое производство позволило снизить цену на автомобиль.

«Форд-Т» имел все необходимое для безопасного движения, на нем не было излишеств. Простота устройства, а также прочные материалы позволили снизить массу автомобиля до 550 кг. Двигатель мощностью 20 л. с. разгонял машину до скорости в 70 км/ч.

Цилиндры двигателя «форда-Т» были отлиты в одном блоке. Топливо подавалось самотеком из бака под сиденьем, поэтому на крутых подъемах горючее не поступало к карбюратору. В коробке было только две передачи. В машине отсутствовал аккумулятор, фары работали от магнето системы зажигания и при работе на малых

оборотах светили слабо. Но, несмотря на эти и другие недостатки, машина удовлетворяла небогатых автомобилистов.

Уже в конце XIX в. произошло разделение автомобилей на легковые, грузовые и автобусы. Первая попытка наладить в Германии автобусное сообщение вместо омнибусного потерпела крах: на мокрых и заснеженных мостовых машины скользили на железных или сплошных резиновых ободьях. Автомобильные омнибусы возродились в 1904–1905 годах. Двигатель располагался под салоном автобуса, что позволило сократить его длину. В целях экономии площади автобусы делали двухъярусными. К 1914 г. число автобусов в одном только Лондоне достигло 2000.

Широкое производство грузовиков началось тогда, когда автомобиль стал более надежным. Сначала на шасси легкового автомобиля вместо задней части кузова устанавливались ящики. Это значительно снижало скорость и экономичность грузового фургона. С появлением в начале XX века автомобилей большей грузоподъемности облик грузовиков изменился. Они приобрели большую площадь кузова, массивную ходовую часть, двойные скаты задних колес. Однако работа водителя требовала больших физических усилий.

Долгое время на грузовых автомобилях сохранялась цепная передача. Это было связано с необходимостью большого передаточного числа. Позже стали применять двойную передачу и колесные редукторы.

В 1896 г. легковому автомобилю нашлось еще одно применение: в Париже появились моторизованные повозки – фиакры. С повозок сняли оглобли, установили бензиновый двигатель, а возле сиденья кучера поставили рулевую колонку и рычаги управления. В 1905 г. был изобретен счетчик оплаты, или таксометр, давший название таксомоторам, или сокращенно такси.

К 1914 г. количество автомобилей на земном шаре достигло 2 000 000.

В Первую мировую войну автомобили, благодаря своей подвижности, высокой скорости, грузоподъемности, сыграли большую роль. Они применялись для доставки военных грузов, переброски войск. В военных целях применялись даже парижские такси: в 1914 г. они перевезли целую бригаду на опасный участок фронта.

После Первой мировой войны начался расцвет автомобилестроения. Автомобиль доказал свою пригодность для личных поездок, крупных перевозок людей и грузов. На автомобильных заводах стал широко применяться поточный метод производства военных автомобилей. Конверсия военного производства привела к переходу многих заводов на выпуск автомобилей. На конструкции автомобилей, особенно дорогих, оказала влияние авиация. Их двигатели были авиационными, детали выполняли из легких сплавов, кузова имели «самолетные очертания», они отделялись алюминием и древесным шпоном.

Автомобили приобрели удлиненный силуэт, в салон можно было входить, не сгибаясь. Ход был плавный и бесшумный, сиденья удобные. На автомобилях стали устанавливать электрический стартер, указатели поворота, стеклоочистители, усилители тормозов, автоматические трансмиссии.

Наряду с фешенебельными машинами, которые выпускали ныне забытые фирмы, такие как «Испано – Сюзиса» и «Бугатти», небольшие фирмы наладили производство 2–3-местных дешевых автомобилей. На них устанавливались мотоциклетные двигатели, ременной или цепной привод, фанерные или брезентовые кузова. Такие автомобили выпускали во Франции «Ситроен» и «Пежо», в Германии «Опель» и «БМВ», в Италии ФИАТ. Простым и дешевым автомобилям сопутствовал успех.

В начале 1920-х годов немцы П. Ярай и Э. Румплер провели испытания моделей автомобилей в аэродинамической трубе. Это привело к появлению автомобильных кузовов обтекаемой формы, распространенных в 30-е годы прошлого века.

Немецкая фирма ДКВ первой наладила выпуск переднеприводных автомобилей. Двигатель был установлен поперек оси машины, что улучшило сцепление передних колес с дорогой, сделало капот и весь автомобиль более коротким. Двигатель был двухтактный.

В 30-е годы прошлого века бурно развивалось строительство грузовиков и автобусов. Условия работы водителей этих машин улучшилось, благодаря применению пневматических шин, закрытых кабин и электрического освещения.

На большегрузных автомобилях и автобусах стали устанавливать дизельные двигатели. Кабины грузовиков сместились вперед, что

позволило рационально использовать длину машины. В то время появились городские автобусы вагонного типа. В них двигатель устанавливался рядом с сиденьем водителя под кузовом или сзади. Это позволило разместить пассажирский салон практически по всей длине машины.

В 30–40-е годы XX века окончательно сложились основные узлы автомобилей, их компоновка. Они сохранились и до наших дней. Несмотря на применение новых материалов и внедрение компьютеров в управление автомобилями, суть их осталась неизменной и в начале XXI века.

## Антибиотики

Те, кто бывал в Европе, вероятно, обращали внимание на памятники жертвам чумы, стоящие на центральных площадях таких крупных городов, как, например, Вена. Они – красноречивое напоминание живущим о тех страшных эпидемиях, которые всего несколько столетий назад буквально опустошали Европу. Известно ли читателю о том, что в XVI в. средняя продолжительность жизни человека составляла около 30 лет, в XIX в. и даже в начале XX в. (всего-то 100 лет назад) человек запросто мог умереть от незначительной раны или от обычного гриппа?

Во все времена эпидемии были самым страшным бедствием человечества. Тихим, коварным, смертельным. «Труднее всего победить врага, которого не видишь», – утверждали древние. Так и здесь: ну как можно сражаться с тем, кто в миллионы раз меньше тебя? Его не видно и не слышно, его нельзя потрогать, у него нет ни вкуса, ни запаха, ни цвета. Враг подкрадывался незаметно и убивал беззвучно...

Так было во все времена. Ученые подсчитали: от чумы, холеры, оспы погибло больше людей, чем во всех войнах! Древнегреческий историк Фукидид, описывая Пелопоннесскую войну между Афинами и Спартой, рассказал про «афинский мор» – страшную эпидемию чумы. В библейские времена чума и другие инфекционные заболевания представляли грозную опасность. Так, широко цитировалось повеление Божье из Второзакония: «...не ешьте из жующих жвачку <...> верблюда, зайца и тушканчика: потому что <...> нечисты они для вас: не ешьте мяса их и к трупам их не прикасайтесь». Однако мало кто знает, что в этом запрете – забота о людях, запрет был направлен на предотвращение элементарного и трансмиссивного заражения чумой. Другой библейский запрет гласил: «не ешьте <...> и свиньи, потому, что <...> нечиста она для вас» и был связан с профилактикой трихинеллеза – не менее страшного инфекционного заболевания.

Чума и другие инфекционные заболевания свирепствовали в Европе, в Японии, на Ближнем Востоке. Свирепствовали они и в

Украине и России. Кровохарканию предшествовала острая боль в груди, затем следовали жар, обильный пот, озноб. Через три дня наступала смерть. Смертность была ужасающе высокой: мертвых не успевали хоронить, в одну могилу закапывали 5–10 трупов – вымирали целые города. Вот подлинные слова историка об эпидемии того времени: «[Мрут] бо старыя и молодыя люди, и чернцы и черницы, мужи и жены и малыя детки, не бе бо их где погребати, все могиле вскопано бяше; а где место вскопают или мужу или жене, и ту с ним положат малых деток, семеро или осмеро голов в един гроб».

Трудно себе даже представить ужас этих повальных эпидемий, как трудно представить, что еще в начале XX в., когда братья Райт уже взлетели в воздух, а Альберт Эйнштейн работал над теорией относительности, врачи лечили больных кровопусканием, порошками из высушенных земноводных и заклинаниями. А во время Первой мировой войны врачи оказались бессильны в борьбе с инфицированием ран и ожогов: при незначительных ранениях вынуждены были ампутировать руки и ноги. Сегодня, когда в любой аптеке можно купить эффективное средство от гриппа, а сама эта болезнь представляет нам лишь небольшое неудобство, отвлекающее от работы или учебы, трудно поверить, что в конце XIX в. грипп считался смертельно опасным заболеванием и уносил сотни тысяч жизней.

Человечество всегда пыталось бороться с инфекционными болезнями, но лишь с открытием бактерий и вирусов человек наконец-то понял, кто является его злейшим врагом и благодаря микроскопу смог увидеть его «лицо». Вероятнее всего, человечество проиграло бы битву с микроскопическими убийцами (а многие из нас попросту не родились бы на свет, так как наши родители, возможно, тоже не родились бы на свет или же умерли в младенчестве), если бы не Божье озарение, снизошедшее на шотландского ученого, открытие которого изменило весь ход истории.

Александр Флеминг появился на свет 6 августа 1881 г. восьмым ребенком в семье фермера. В пять лет Алек пошел в школу. Путь длиною в одну милю среди вересковых пустошей. Флеминг вспоминал, что в сильные морозы мать давала каждому ребенку по две горячие картофелины, чтобы по дороге дети могли согреть руки, а придя в школу, поест их. Флеминг всю жизнь утверждал, что ему

крупно повезло, поскольку самую важную роль в его образовании сыграла именно эта маленькая шотландская школа и ежедневные прогулки туда и обратно.

В 1908 г. он выдержал вступительные экзамены в университет, работал в бактериологической лаборатории. Флеминг занялся поиском вещества, способного убить микробы. Первым его открытием был лизоцим. Лизоцим – антисептик, присутствующий в человеческом организме. Например, слезы, которые содержат лизоцим, являются прекрасным антибактериальным средством, они естественным образом защищают наши глаза от заражения микробами. Кстати, именно опыты со слезной жидкостью помогли Флемингу в открытии лизоцима. Один из его коллег вспоминал: «Мы срезали с лимона цедру, выжимали ее себе в глаза, потом пипеткой набирали слезную жидкость и переливали ее в пробирку». Вот тот мучительный опыт, посредством которого было определено, что в слезах содержится вещество, способное удивительно быстро убивать некоторые микробы. И сейчас широко используется открытое Флемингом вещество: лизоцим незаменим для предохранения продуктов питания от гниения. Кроме того, его широко применяют для лечения кишечных и глазных инфекций. И все же лизоцим был бессилён против серьезных болезнетворных микробов.

Флеминг продолжает работать. К сожалению, многие забывают, что каждое открытие – это годы, а то и десятки лет напряженной, изматывающей работы. Флеминг трудился неистово по 16 часов в сутки. Современники сравнивали его с Галилео Галилем и Джордано Бруно, ради истины пожертвовавшими жизнями. Флеминг готов был на все. Лишь в 1928 году он, еще не подозревая об этом, вплотную приблизился к главному открытию своей жизни. А произошло это так. В отличие от своих коллег, мывших чашки с бактериальными культурами после окончания работы, Александр не мыл посуду с остатками культуры по две– три недели, пока его лабораторный стол не загромождали 40 или 50 чашек, и лишь тогда принимался за уборку. Не удивительно, что, делая уборку, он заметил – остатки культур были покрыты пушистой, словно шерстка котенка, плесенью. Но вместо того чтобы выбросить заплесневелые культуры, Флеминг начал внимательно их изучать. Он заметил, что колонии стафилококка вокруг плесени растворились и вместо желтой мутной массы в чашке

появились капли, напоминавшие росу. Это явление сильно заинтересовало Флеминга.

Теперь необходимо было определить вид плесени. Занявшись исследованием, Флеминг установил, что его чудодейственная плесень относится к виду «*Penicillium Notatum*», виду, который был впервые открыт на сгнившем иссопе (полукустарниковом растении, содержащем эфирные масла). Осознав это, Флеминг, как глубоко верующий человек, воскликнул: «Окропи меня иссопом, и буду чист» (50-й псалом Библии). Таково было первое в истории медицины упоминание о пенициллине. Во время Второй мировой войны чудодейственную плесень, антисептические свойства которой теперь не вызывали сомнений, необходимо было спасти от бомбардировок. Ради этого Флеминг и еще двое ученых из Оксфорда пропитали коричневой жидкостью подкладку своих пиджаков. Если спасется хоть один из них, он сохранит на себе споры пенициллиновой плесени и сможет вырастить новые культуры. Уже в 1943 г. американские фармацевтические компании начали производство пенициллина, и Министерство обороны дало заказ на выпуск ста двадцати миллионов единиц препарата.

Раненым перед и после операции кололи пенициллин, после чего у большинства раны рубцевались без воспалительных осложнений и нагноений. Пенициллин оказался выдавшим виды полевым хирургам настоящим чудом. Вскоре весь мир заговорил о чудодейственном препарате. Действительно, пенициллин спасал безнадежных больных. За всю историю человечества не было в мире лекарства, которое спасло столько жизней. Открытие пенициллина, а затем и других антибиотиков произвело настоящую революцию в медицине: пенициллин победил самые злые инфекции, увеличив тем самым среднюю продолжительность человеческой жизни на тридцать пять лет – с сорока в XVIII в. до семидесяти пяти в конце XX. Сегодня, принимая назначенные врачом таблетки бисептола или получая укол пенициллина, к сожалению, мало кто задумывается, кому мы обязаны открытием антибиотиков и что было бы с нами, если бы антибиотиков не существовало.

Но пожалуй, самое удивительное в этой истории то, что ни другие ученые, ни сам Флеминг не смогли объяснить, каким же образом обстоятельства сложились так, что в чашках с культурами оказались

споры пенициллиновой плесени? А дело вот в чем. Споры плесени пенициллина, с которой Флеминг столкнулся впервые в своей лаборатории, вероятнее всего, залетели через окно. Ведь плесень, которой оказалась заражена культура, относится к очень редкому виду *Penicillium* (из тысяч известных плесеней лишь одна содержит пенициллин), и чудесным образом именно она попала в лабораторию. Флеминг оставил чашку с плесенью на лабораторном столе и уехал отдыхать. Наступившее в Лондоне похолодание создало благоприятные условия для роста плесени, а начавшееся затем потепление – для бактерий. Если бы не перепад температур, Флеминг, возможно, так никогда и не сделал бы своего знаменитого открытия. Но это еще не все. Великое открытие так и осталось бы «лежать на полке» не востребованным, если бы не еще одна счастливая случайность: ученый Чейн случайно столкнулся в коридоре с медсестрой, которая несла бутылки с мутновато-зеленой жидкостью. Это была «плесень Флеминга», которой никто не занимался. Заинтересовавшись, Чейн попросил подарить ему бутылки – и начал проводить опыты, стараясь выделить чистый пенициллин.

До конца своей жизни Флеминг усматривал в этом невероятном стечении обстоятельств руку Провидения, которое позволило появиться на свет величайшему открытию, спасшему миллиарды жизней и подарившему каждому человеку пять лет жизни. Александр Флеминг никогда не считал изобретение пенициллина своей заслугой, полагая, что он лишь случайно получил в дар от Бога то, что Бог сотворил сам. Впрочем, как отмечал Пастер, судьба одаривает только подготовленные к такому дару умы.

В 1945 году Флеминг, Чейн и Флори удостоились звания лауреатов Нобелевской премии в области медицины. Это произошло именно тогда, когда завершилась Мировая война, во время которой пенициллин спас жизни миллионов людей. В последние годы жизни Флеминг был удостоен рыцарского звания, 25 почетных степеней, 26 медалей, 18 премий, 13 наград и почетного членства в 89 академиях наук и научных обществах. Но слава не вскружила ему голову. До конца своей жизни Флеминг оставался простым, скромным и веселым человеком. На его могильном памятнике нет пышной эпитафии. Только имя и два слова: «Сэр Александр Флеминг – изобретатель пенициллина».

Пенициллин так и остался не запатентованным. Ученые, получившие за открытие одну Нобелевскую премию на троих, отказались патентовать препарат. Они считали, что средство, которое может спасти человечество, не должно служить источником легкого обогащения. Вероятно, это единственное открытие такого масштаба, на которое никто и никогда не предъявлял авторских прав.

# Артиллерия

Артиллерийские подразделения – старейший род войск. Рождение артиллерии связано с появлением пороха и огнестрельного оружия. Тогда на вооружении были стенобитные и метательные машины, такие как катапульта, баллист, онагр и др., однако принцип их действия, основанный на использовании силы упругости материалов естественного происхождения, принципиально отличался от действия пороховых зарядов.

Считается, что огнеметное оружие проникло в Европу с Востока, предположительно из Индии и Китая через арабов и византийцев в I-м тысячелетии н. э. Начало II-го тысячелетия ознаменовалось повсеместным распространением и применением огнестрельных орудий в сражениях и при осаде городов.

Стволы первых «пушек» делались из кованных железных полос. Их либо сваривали при помощи кузнечной сварки, либо сворачивали железный лист вокруг стержня с последующей проковкой по шву. Дном служил конусообразный кусок железа, вбиваемый в ствол в разогретом состоянии. Стволы вкладывались в деревянную колоду (сруб) и скреплялись с ней металлическими обручами (обоймами).

Эти орудия не имели прицельных приспособлений для наводки. Прицеливание производилось путем наведения ствола на цель. Для производства выстрела поджигали пороховой заряд через специальное отверстие в казенной части при помощи раскаленного прута или тлеющего фитиля.

В качестве снарядов применялись каменные, железные и свинцовые, позже – чугунные ядра, куски железа, а также дробь-картечь.

С развитием литейного дела стали отливать цельные стволы из меди и бронзы. Это позволило облегчить орудия, улучшить их баллистические свойства и обеспечило однотипность снарядов. Стволы устанавливали на колесный лафет, что резко повысило подвижность артиллерии. Были введены прицельные приспособления – прорези и мушки, это упростило наводку и сделало ее более точной.

Для придания углового возвышения применялся клин, служивший подъемным механизмом.

И тут родилась идея увеличить скорострельность. Первоначально эта проблема решалась путем создания многоствольных орудий. Появились «сороки» – орудия, имевшие 7 стволов калибром 18 мм, «органы» – 4–5 рядов стволов на вращающемся барабане по пять 61-миллиметровых мортирок в каждом ряду.

В XVI в. из-за отсутствия унифицированной системы изготовления орудий существовало множество разных образцов и калибров. Но постепенно сложилась строгая классификация орудий по принципу их устройства и характеру боевого применения. Так, в русской армии существовала следующая классификация:

- пищали, служившие для настольной стрельбы. Они имели калибр от 38 до 219 мм, массу от 3,5 до 450 пудов. Дальность стрельбы 400–800 м;

- пушки верховые – прототипы мортир. Их калибр достигал 300–600 мм, они имели незначительную длину, масса – от 1,5 до 80 пудов. Предназначались для навесной стрельбы и разрушения городских построек при осаде города;

- тюфяки – орудия небольшого калибра (до 90 мм); стреляли картечью на расстояние 150–200 м;

- гафуницы (гаубицы), стрелявшие «каменным дробом». Они могли вести и навесной огонь ядрами.

В XVI–XVII веках зародились основы артиллерийской науки. Это стало возможным благодаря исследованиям Тартальи, Гартмана и других ученых.

В то время применялись сплошные, разрывные, зажигательные, осветительные снаряды. Сплошные – каменные, железные чугунные и свинцовые ядра, картечь. Разрывные, напоминающие бомбы и гранаты, стали предшественниками снарядов осколочного действия.

Применение зернистого пороха вместо пороховой «мякоти» позволило увеличить заряды и повысить скорострельность. Были введены картузы-мешочки из плотной ткани для порохового заряда. Они упростили и ускорили заряжание.

В начале XVII в. у полевых и осадных орудий имелся тяжелый деревянный лафет, который закреплялся на двухколесном передке.

В России в 60-е годы XVII в. впервые появились нарезные орудия. Они были казнозарядными с поршневым затвором. В странах Западной Европы такие орудия появились примерно на 40 лет позже.

В конце XVII – начале XVIII века ведущие позиции в артиллерии занимала Швеция. Благодаря голландцу Луи де Гееру, организовавшему в стране доменное производство по новой технологии, шведская армия была вооружена легкими чугунными пушками, которые везли за армией, что обеспечивало огневое превосходство над противником.

Уже в начале XVIII в. пушкарки при стрельбе пользовались таблицами. После первого произвольного выстрела определялась дальность точки падения снаряда и разница с табличными данными. Затем рассчитанную поправку вводили для уточнения наведения на цель.

В 1700–1721 гг. Россия вела войну со Швецией. Она получила название «Северная». Сначала преимущество шведской артиллерии обусловило победу под Нарвой над русскими войсками. Потом Петр I провел ряд преобразований в артиллерии, что позволило добиться перелома в войне. В 1708 г. шведский король Карл XII вторгся в пределы России. В ходе генерального сражения под Полтавой решающую роль сыграло преимущество русской армии в орудиях.

Позже Петр I устранил многокалиберность и многосистемность орудий, оставив на вооружении всего 12 образцов пушек, гаубиц и мортир. Для достижения единообразия при производстве орудий была введена единая система измерений – русская артиллерийская шкала и русский артиллерийский фунт, с помощью которых определяли калибр орудий и вес снарядов. На артиллерийские заводы были разосланы чертежи стволов с требованием, чтобы производимые орудия были однотипны. За счет улучшения конструкции была уменьшена масса орудий.

Были усовершенствованы прицельные приспособления, благодаря чему наводка орудий стала более точной. В вертикальной плоскости она осуществлялась при помощи квадранта, дугового прицела и деревянного клина, а в горизонтальной – простым перемещением орудия. Некоторые пушки имели на дульной части мушку, а на казенной – целик. В Западной Европе подобные преобразования были проведены позже – лишь во второй половине XVIII века.

В 1741 г. русский мастер А. К. Нартов сконструировал скорострельную батарею, состоявшую из 44 мортирок, расположенных на подвижном горизонтальном круге. Нартову также принадлежит прибор для наведения орудий в цель. Это была шкала, нарезанная в градусах, прикрепленная к металлическому подъемному винту.

Важнейшим нововведением в области материальной части орудий стало принятие на вооружение новой артиллерийской системы под названием «единорог», сконструированной в 1757 г. офицерами Даниловым и Мартыновым. Это была гаубица с длиной ствола 8–11 калибра, позволявшая вести настильную и навесную стрельбу всеми видами снарядов. Орудия имели калибр от 76 до 245 мм, их масса была в 2 раза меньше, чем у старых систем. Практическая дальность стрельбы достигала 1,5–2 км, а некоторых – до 5 км. «Единороги» были удобны в обращении, отличались огневой мощностью и скорострельностью. Подъемный механизм состоял из вертикального винта и неподвижной гайки. В качестве прицелов вместо прорези с мушкой применялся диоптр, что повышало качество наводки.

«Единорог» был гораздо совершеннее старых артсистем. Его позаимствовали страны Западной Европы, он состоял на вооружении почти 100 лет.

В конце XVIII – начале XIX века совершенствовалась организация артиллерии. Ее стали концентрировать на важнейших направлениях, применялся новый огневой маневр – стрельба через голову своих войск.

Толчком к развитию артиллерии стали войны наполеоновской Франции. Сам Наполеон, в прошлом офицер-артиллерист, умело применял артиллерию и своими победами во многом обязан этому роду войск.

В битве при Бородино важную роль играла артиллерия обеих воюющих сторон. Русская армия имела небольшое количественное и качественное преимущество перед французами. Кутузов умело маневрировал своими артиллерийскими резервами.

В первой половине XIX в. была создана горная артиллерия, изобретены боевые ракеты – прообраз современной реактивной артиллерии.

Во второй половине XIX в. произошел качественный рывок в развитии артиллерии: появились нарезные орудия. Первые образцы

нарезных бронзовых орудий, заряжавшихся с дула, были приняты на вооружение в 1857 г. во Франции, в России – в 1858 г. В 60-е годы XIX в. на вооружение были приняты нарезные пушки, заряжавшиеся с казенной части. К ним прилагались продолговатые снаряды со свинцовыми ведущими частями. Сами пушки уже делались из стали.

Переход к нарезной артиллерии способствовал увеличению дальности стрельбы в 2–2,5 раза и точности – более чем в 5 раз. Теперь можно было буквально расстреливать боевые порядки противника.

В 70–80-е годы XIX в. все развитые государства Европы перевооружили свои армии дальнобойной стальной артиллерией. Русский изобретатель Барановский создал 2,5-дюймовую скорострельную пушку с унитарным патроном. В 1884 г. француз Вьель изобрел медленно горящий бездымный порох, что ускорило развитие скорострельной артиллерии.

Русско-японская война 1904–1905 гг. доказала преимущество скорострельной артиллерии. Благодаря применению угломера и панорамы, русские артиллеристы впервые стреляли с закрытых позиций. В ходе этой войны капитан Гобято создал новый вид артиллерийского оружия – миномет. Он предназначался для поражения живой силы противника, которая пряталась за укрытиями.

Для пробивания бронированных сооружений адмирал С. О. Макаров предложил конструкцию бронебойных снарядов с баллистическим наконечником из тигльной и хромистой стали.

Уже после Русско-японской войны стала развиваться измерительная и наблюдательная техника. В 1909 г. в России была создана первая звукометрическая станция.

К началу Первой мировой войны артиллерия основных воюющих государств насчитывала свыше 26 000 орудий и подразделялась на полевую легкую, конную, горную, полевую тяжелую и тяжелую осадную. Кроме того, в германской армии на вооружении уже было около 160 минометов.

В ходе войны во всех армиях обнаружилось предпочтение гаубичной и тяжелой артиллерии. Это было связано с позиционным характером войны и необходимостью поражать закрытые цели. Зародилась артиллерия сопровождения пехоты, в которую входили легкие пушки (калибр – 45 мм), гранатометы и минометы. Минометов становилось все больше и больше.

Быстрое развитие авиации привело к появлению зенитной артиллерии. В 1918 г. в армиях воюющих стран насчитывалось 4200 зениток. Применение танков привело к созданию противотанковой артиллерии.

Шрапнель – основной снаряд довоенной артиллерии, был заменен гранатой. Появилось много специальных снарядов – зажигательные, химические, дымовые, пристрелочные.

Возникли и новые подходы к управлению артиллерийским огнем, более точные методы расчета данных для стрельбы, новый вид огня – заградительный, а также огневой вал как способ сопровождения пехоты. Для повышения подвижности применяется механическая тяга.

В 1920–1930-е годы была полностью обновлена материальная часть, вводились новые орудия: гаубицы-пушки, новые марки пороха, снарядов. Артиллерия переводилась на механическую тягу, испытывались первые образцы самоходной артиллерии.

Но увлечение перспективами воздушной и танковой войн привело к недооценке роли артиллерии в США, Франции и Англии. В Германии на вооружении стояли в основном модернизированные орудия времен Первой мировой войны.

Наиболее полно вопросы боевого применения артиллерии в 20–30-е годы XX в. были отработаны в Советском Союзе. В созданной советскими военными теоретиками «теории глубокой операции» артиллерия во взаимодействии с другими родами войск должна была взламывать оборону противника, сопровождать огнем наступающие войска, вести борьбу с танками и авиацией противника. Это выразил И. В. Сталин в 1940 г. крылатой фразой «Артиллерия – бог войны».

На вооружение были приняты осколочно-фугасные, фугасные, бронебойные, бетонобойные, дымовые, зажигательные снаряды. Перед самой войной в СССР была создана реактивная артиллерия – знаменитые «катюши».

Вторая мировая война способствовала всестороннему развитию артиллерии, особенно новых ее видов – зенитной, противотанковой, реактивной и самоходной. В ходе войны выявилась неспособность танков и авиации осуществлять прорыв хорошо укрепленной обороны без поддержки артиллерии. Это вызвало увеличение артиллерийского парка во всех воюющих странах.

Наша армия перешла к новым формам артиллерийского обеспечения боя – артиллерийскому наступлению, включавшему артподготовку, поддержку пехоты и сопровождение боя пехоты и танков. К концу Второй мировой войны артиллерия была переведена в основном на механическую тягу, что повысило ее подвижность.

Во второй половине XX в. происходит качественное усиление роли артиллерии. Возросла дальность, точность стрельбы, мощность снарядов. В артиллерии применяются усовершенствованные системы оптической, звуковой и радиолокационной разведки, приборы управления огнем. Были разработаны активнореактивные снаряды, боеприпасы кассетного типа, различные виды химических боеприпасов, ядерные боеприпасы.

Артиллерия остается на вооружении всех развитых стран мира.

## Атомная бомба

Атомное оружие – результат всего предшествующего развития науки и техники. Открытия, которые непосредственно связаны с его возникновением, были сделаны в конце XIX в. Огромную роль в раскрытии тайны атома сыграли исследования А. Беккереля, Пьера Кюри и Марии Склодовской-Кюри, Э. Резерфорда и др.

В 1896 г. французский физик А. Беккерель открыл испускаемое ураном неизвестное проникающее излучение, которое назвал «радиоактивным». Вскоре была обнаружена радиоактивность другого химического элемента – тория. В 1897 г. англичанин Дж. Томсон, будущий лорд Кельвин, изучая катодные лучи в разрядной трубке, пришел к выводу, что это – поток отрицательных электронов. Томсон измерил отношение заряда электрона к его массе, а затем и заряд частицы.

В 1898 г. супруги Кюри открыли два новых радиоактивных элемента – полоний и радий. Кюри, а также ученик Томсона Э. Резерфорд установили наличие трех видов излучения радиоактивных элементов –  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -лучи.  $\beta$ -лучи имели отрицательный заряд и оказались открытыми Томсоном электронами. В 1903 г. Резерфорд и Ф. Содди обнаружили, что испускание  $\alpha$ -лучей сопровождается превращением химических элементов, например радия в радон.

В 1917 г. Резерфорд открыл положительно заряженную частицу, оказавшуюся ядром атома водорода. Ее назвали протоном. Масса протона – в 2000 раз больше массы электрона.

С 1919 г. физики-экспериментаторы изучали ядра элементов, бомбардируя их  $\alpha$ -частицами (ядрами гелия) и протонами. При обстреле ядра попавшая в него частица меняла заряд ядра и атомный вес, т. е. превращала один элемент в другой. Впервые это сделал Резерфорд, получив при обстреле ядер азота  $\alpha$ -частицами ядра кислорода.

В 1932 г. английский физик Дж. Чедвик доказал, что при бомбардировке бериллия  $\alpha$ -частицами появляются новые элементарные частицы (нейтроны), которые, как указывал в то время советский физик Д. Иваненко, вместе с протонами (ядрами атомов

водорода) составляют атомное ядро (до этого предполагали, что атом состоит лишь из протонов и электронов). Нейтрон не имеет электрического заряда, поэтому его было трудно обнаружить.

Тогда же английские ученые Дж. Кокрофт и Э. Уолтон осуществили первую ядерную реакцию посредством искусственного ускорения движения протонов. В начале 1934 г. супруги Фредерик и Ирен Жолио-Кюри доложили Французской академии наук об открытии искусственной радиоактивности при бомбардировке пластины алюминия  $\alpha$ -частицами, испускаемыми радиоактивным препаратом. Атомы алюминия при этом превращались в атомы фосфора, но не обычные, а радиоактивные, которые, в свою очередь, превращались в устойчивый изотоп кремния. Одновременно с супругами Жолио-Кюри итальянский ученый Э. Ферми наблюдал искусственную радиоактивность, вызванную бомбардировкой нейтронами ряда элементов. После первых опытов были обнаружены искусственные радиоактивные изотопы многих химических элементов. В 1940 г. было открыто более 200 искусственных радиоактивных изотопов.

После открытия искусственной радиоактивности ученые всего мира начали интенсивно изучать элементарные частицы и ядерные реакции. В 30-е годы XX в. были заложены принципиальные основы новой отрасли техники. Важную роль сыграло изучение процесса ядерных цепных реакций.

В 1939 г. немецкие ученые О. Ган и Ф. Штрассман сообщили об открытии нового явления – деления атомных ядер урана под действием медленных нейтронов. Вскоре было установлено, что это деление происходит по закону цепной реакции. Нейтроны, попадая в ядра урана с атомным весом 235, не только разрушали их, но при определенных условиях вызывали появление новых нейтронов. Те, в свою очередь, разрушали последующие ядра урана и таким образом обеспечивали цепную реакцию, идущую с выделением колоссальной энергии. Среди конечных элементов облучения ученые обнаружили барий и молибден. Так было установлено, что ядро урана раскалывается на более легкие ядра. Этот процесс назвали расщеплением ядра. Позже он получил название «деление».

Опыты Ф. Жолио-Кюри показали, что при делении урана выделяется громадное количество энергии. Осколки ядер урана были

обнаружены на расстоянии 3 мм от места их деления, что свидетельствовало о ядерном взрыве.

В 1940 г. советские ученые Г. Флеров и К. Петржак открыли самопроизвольное деление урана.

В декабре 1942 г. в Чикагском университете Э. Ферми впервые удалось осуществить ядерную цепную реакцию в первом ядерном реакторе с графитовым замедлителем нейтронов и естественным ураном-235. Технология производства урана-235 была крайне сложна, ибо в общей массе естественного урана этот изотоп составляет лишь 0,72 %, а остальное приходится на уран с атомным весом 238 (99,2 %) и отчасти – 234. Разница между изотопами урана в том, что уран-238 в отличие от урана-235 не делится медленными или, как их еще называют, тепловыми нейтронами. Он поглощает эти частицы, как и быстрые нейтроны, не успевшие отдать свою энергию в процессе замедления.

В связи с этим возникла проблема разделения двух изотопов урана.

В США был разработан так называемый «Манхэттенский проект». Этот проект ознаменовал создание атомного оружия. В проекте принимали участие выдающиеся европейские ученые, которые, спасаясь от фашистов, эмигрировали в Америку. Среди них были А. Эйнштейн, Э. Ферми и др.

Первое практическое использование неконтролируемой ядерной реакции было осуществлено в рамках «Манхэттенского проекта» 16 июля 1945 г., когда в штате Нью-Мексико была взорвана опытная атомная бомба.

6 августа 1945 г. на японский город Хиросима американцы сбросили первую атомную бомбу «Малыш» с урановым зарядом. 9 августа атомной бомбардировке подвергся другой японский город, Нагасаки. Он пострадал от взрыва «Толстяка» с зарядом из плутония – трансуранового элемента, синтезированного в 1941 г. группой американских ученых под руководством Г. Сиборга. Мощность обоих взрывов равнялась примерно 20 килотоннам в тротиловом эквиваленте.

В Хиросиме в результате взрыва погибло свыше 140 тысяч человек, в Нагасаки – около 75 тысяч человек. Тысячи людей получили

большие дозы радиоактивного облучения и заболели лучевой болезнью.

Ядерный взрыв характеризуется пятью поражающими факторами. Ударная волна воздействует на все объекты, встречающиеся на ее пути, разрушая здания в радиусе нескольких километров от эпицентра взрыва; световое излучение оплавляет, деформирует и воспламеняет материалы и вызывает у людей ожоги различной степени тяжести в зависимости от расстояния до эпицентра; после взрыва в течение 10–15 секунд возникает поток гамма-излучения и нейтронов – проникающая радиация (она-то и вызывает возникновение лучевой болезни); подобное воздействие имеет и радиоактивное заражение местности: оно происходит в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва и радиации, обусловленной образованием радиоактивных изотопов под воздействием нейтронного и гамма-излучения. В отличие от проникающей радиации, радиоактивное заражение местности сохраняется на протяжении длительного времени; последним поражающим фактором является электромагнитный импульс, воздействующий на антенны, провода, средства связи – в них наводится электрическое напряжение, повреждающее эти устройства.

США пытались использовать монополию на ядерное оружие, чтобы диктовать условия другим странам. Над разработкой атомной бомбы в Советском Союзе работала группа ученых под руководством И. В. Курчатова. Результатом их работы стал произведенный в 1949 г. в СССР атомный взрыв.

В США ускорили работы над термоядерной (водородной) бомбой. Взрыв ядерного заряда в бомбе вызывает термоядерную реакцию, подобную происходящей на Солнце и других звездах. Водород в звездных недрах постоянно находится под воздействием высочайших температур, что способствует превращению его в другой элемент – гелий – с выделением огромного количества энергии. О выделяющейся при реакциях энергии можно судить по следующим цифрам: при синтезе 1 кг тяжелого водорода (дейтерия) выделяется такая же энергия, как и при сжигании 8–12 т каменного угля.

1 ноября 1952 г. на атолле Эниветок американцы взорвали термоядерное устройство мощностью 3 мегатонны. 12 августа 1953 г. в Советском Союзе на Семипалатинском полигоне была взорвана

водородная бомба. В 1954 г. американцы провели новое испытание водородной бомбы на атолле Бикини.

В 50–60 гг. прошлого века ядерные боеприпасы были созданы и испытаны в Великобритании (в 1952 г.), Франции (в 1960 г.), Китае (в 1964 г.). Термоядерное оружие появилось в Великобритании в 1957 г., в Китае в 1967 г., во Франции в 1968 г. Мощность термоядерного заряда может достигать 20 и более мегатонн.

В 1950–1960 годы появились совершенные средства доставки ядерных боеприпасов к цели. Это ракеты, базирующиеся в шахтах на передвижных ракетных установках, расположенных на автомобилях и железнодорожных платформах. Помимо того, ядерными ракетами вооружены стратегические атомные подводные лодки. Атомные и термоядерные заряды также могут доставляться стратегическими бомбардировщиками.

Начиная с 50-х годов прошлого века страны, имевшие ядерное оружие, проводили испытания этого оружия на специальных полигонах. Цель – совершенствование этого смертоносного оружия. Испытания были наземными, воздушными, подводными и подземными. В 1963 г. вступил в силу договор о запрещении всех видов испытаний, кроме подземных.

В 1960–1970-е годы начались переговоры глав великих держав об ограничении ядерного вооружения и предупреждения возможных конфликтов с применением ядерного оружия. Делались попытки предотвратить его распространение в другие страны. Но наряду с этим, разрабатывались новые виды оружия. В качестве примера можно привести нейтронную бомбу, уничтожающую все живое, но оставляющую в целости здания. Совершенствовались средства доставки боеприпасов.

Атомное оружие разработали в Израиле, Индии, Пакистане и, по некоторым данным, в Северной Корее.

Как это ни парадоксально, но большинство исследователей признают, что именно ядерное оружие стало фактором, сдерживающим развитие конфликтов между крупными государствами во второй половине XX в. Угроза взаимного уничтожения заставляла противоборствующие стороны садиться за стол переговоров. В качестве примера можно привести мирное разрешение Карибского кризиса в 1962 г. Причиной его возникновения стало размещение в

Турции американских ракет, нацеленных на СССР, в ответ СССР разместил свои ракеты на Кубе.

## Атомная электростанция

В 1922 г. в Петрограде академик Ферсман прочитал доклад. Он назывался «Пути к науке будущего». Ученый предсказывал использование грандиозных запасов внутриатомной энергии.

При сгорании ядерного топлива в урановом реакторе выделяется в 10 000 000 раз больше энергии, чем при сгорании равной по весу порции органического вещества в топке обычной тепловой электростанции.

Условием работы атомного реактора, утверждал ученый, является цепная реакция деления ядра урана, для чего следует обстреливать уран-235 нейтронами. Последние, взаимодействуя с атомами урана, вызывают деление их ядер. Деление одного ядра, в свою очередь, вызывает деление других. При этом происходит выделение нейтронов. Для обеспечения самоподдерживающейся цепной реакции необходимо такое количество урана, критическая масса которого была бы около 50 кг.

Уменьшить критическую массу можно, смешав уран с каким-либо неделяющимся веществом. Принцип работы реактора был открыт Э. Ферми. В 1934 г. он вместе со своими сотрудниками Б. Понтекорво и Амальди исследовал радиоактивность различных элементов. Образцы представляли собой пустотелые цилиндры со вставленными в них источниками нейтронов. При облучении материала цилиндра нейтронами образовывались радиоактивные ядра. В ходе экспериментов было обнаружено, что активность материала зависит от предметов, стоящих вблизи цилиндра. Наибольшая радиоактивность была достигнута при погружении цилиндра в бассейн с водой. Ферми объяснил это тем, что, сталкиваясь с почти равными по весу атомами водорода, нейтрон теряет большую часть своей энергии. Его скорость равна примерно 2000 м/с. Такие нейтроны называют медленными, а нейтроны, образующиеся при делении и имеющие скорость 20 000 км/с, – быстрыми.

Снижение скорости нейтронов позволяет увеличить количество нейтронов, взаимодействующих с ядрами, а следовательно, и число делящихся ядер. Открытие Ферми позволило построить реактор, в

котором происходило удержание достаточного количества нейтронов, рождающихся при делении.

Работы по созданию ядерного реактора велись в начале 40-х годов прошлого века в Германии, США и СССР.

Немецкие ученые, спеша создать атомную бомбу, построили в подземной лаборатории Хайгерлох реактор, в котором в качестве замедлителя применялась «тяжелая вода» – соединение кислорода с дейтерием – тяжелым изотопом водорода. Не хватало критической массы: для осуществления самоподдерживающейся цепной реакции необходимо 1,5 тонны урана и 2 тонны тяжелой воды. В Норвегии в это же время был выведен из строя завод по производству тяжелой воды.

В 1942 г. в Чикагском университете был запущен ядерный реактор, в котором в качестве замедлителя использовался особо чистый графит. В 1946 г. реактор такого же типа был запущен в СССР. Оба реактора гетерогенного типа: в них уран был собран в блоки-стержни, между которыми размещались блоки графита. Благодаря такой конструкции быстрые нейтроны замедляются в блоках графита, не поглощаясь атомами урана-238. В качестве замедлителя в таких реакторах применяется тяжелая вода.

В гомогенных реакторах горючее в виде тонкого порошка находится во взвешенном состоянии в жидком замедлителе (обычно соль урана, равномерно распределенная в тяжелой воде). Позже появились реакторы, в которых использовался расплавленный висмут, содержащий торий и небольшое количество урана-233.

Запуск реактора осуществлялся следующим образом: вначале реактор приводят в состояние надкритичности, вводя больше урана, чем это необходимо для поддержания цепной реакции. Мощность реактора возрастает. Для ее ограничения в реактор вводят поглотитель нейтронов – бор в количестве, достаточном для поддержания критического уровня работы реактора. Для управления процессом в рабочем объеме реактора предусмотрены пустоты для поглотителя – отверстия-тоннели, проходящие через весь реактор. Мощность регулируют, погружая стержни в тоннели или выводя их.

В 1945 г., когда атомные бомбы уже уничтожили Хиросиму и Нагасаки, крупным американским ученым задали вопрос: «Удастся ли и когда использовать атомную энергию в мирных целях?». Почти все

ученые назвали одну цифру: 50 лет (1995 г.). Почему же именно этот срок называли американцы?

Американские специалисты руководствовались не столько техническими, сколько экономическими соображениями. Они исходили из того, что атомная энергия дороже энергии, вырабатываемой тепловыми или гидроэлектростанциями. Поэтому ее производство станет экономически обоснованным только тогда, когда начнут истощаться запасы нефти.

Эксперты ошиблись: уже в 1954 г. в СССР в Обнинске была пущена в эксплуатацию первая атомная электростанция мощностью 5 мегаватт.

Реактор первой советской атомной электростанции работал на обогащенном естественном уране, в котором содержание урана-235 было доведено до 5 %. Реактор находился в стальном баке диаметром 3 м и высотой 4,6 м. Он был заполнен графитом, в центральной его части было 128 рабочих каналов, туда опускались стержни урановых тепловыделяющих элементов. Эти стержни были окружены длинными графитовыми цилиндрами и образовывали активную зону диаметром 150 см и высотой 170 см.

Работа реактора начиналась лишь после того, как в него опускали более 60 стержней. Общая загрузка урана в реактор составляла 550 кг. Суточный расход урана – примерно 30 г, что эквивалентно 100 т угля. Регулировка мощности реактора осуществлялась при помощи стержней из карбида бора, активно поглощающего нейтроны. В качестве теплоносителя в первичном контуре применялась циркулирующая вода, имевшая давление 100 атм и температуру 280–290 °С.

В теплообменнике (парогенераторе) образовывался перегретый пар с давлением 12–13 атм и температурой 260–270 °С, поступавший в турбину электростанции. Полный КПД электростанции – 17–19 %. За первые два года эксплуатации Обнинская АЭС израсходовала несколько килограммов урана. Тепловая электростанция такой же мощности сожгла бы за тот же период более 75 тыс. т угля.

В 1956 г. в Англии в Колдер-Холле была введена в эксплуатацию АЭС промышленного назначения мощностью 46 МВт. В 1957 г. заработала первая американская АЭС мощностью 60 МВт в Шиппингпорте.

В реакторах, работающих на быстрых нейтронах, замедлитель отсутствует, а теплоносителем обычно является жидкий металл. Цепная реакция поддерживается непосредственно быстрыми нейтронами. В таком реакторе применяется практически чистый изотоп урана-235 или искусственно полученное вторичное ядерное горючее – плутоний-239 и уран-233. Это вторичное горючее получают в таком же реакторе в ходе процесса расширенного воспроизводства горючего.

Такие реакторы получили название бридерные, или реакторы-размножители. В 1951 г. в США был построен первый опытный бридерный реактор, а с 1953 г. развернулись работы по созданию крупного реактора такого типа.

В Советском Союзе в 1950–1960-е годы использовались реакторы на быстрых нейтронах типа «БР-1», «БР-2», «БР-5». Определив коэффициент воспроизводства и другие физические характеристики, советские ученые спроектировали реакторы на быстрых нейтронах мощностью в 50 и 250 тыс. кВт. Промышленные АЭС на быстрых нейтронах были построены в городах Шевченко и Белоярске.

Одной из наиболее важных задач в области атомной техники является совершенствование методов очистки и переработки тепловыделяющих элементов реактора. В процессе работы ядерного реактора свойства топлива ухудшаются. В нем накапливаются продукты деления (шлаки). Они захватывают нейтроны, уменьшая их число и препятствуя протеканию самоподдерживающейся цепной реакции. Поэтому в реакторе периодически заменяют тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы). На специальных химических заводах они подвергаются переработке с целью удаления осколков деления и выделения накопившихся плутония и урана. Это львиная доля расходов на эксплуатацию реактора.

Первые исследовательские реакторы с графитовым или тяжеловодным замедлителем и естественным ураном были дорогими и громоздкими. Принципиально новым шагом явилось создание водородных реакторов. В них замедлителем и отражателем нейтронов, а также теплоносителем и частично защитой служит обычная вода.

Помимо описанных выше водо-водяных и графито-водных реакторов также применяются и другие виды реакторов на тепловых

нейтронах. Это тяжеловодные с водяным теплоносителем и тяжелой водой в качестве замедлителя и графито-газовые, в которых в качестве теплоносителя применяется газ (гелий или углекислый газ), а в качестве замедлителя – графит. В качестве теплоносителя и охладителя могут использоваться также жидкие или расплавленные металлы: натрий, свинец, калий.

Выбор типа реактора определяется накопленным опытом в реакторостроении, наличием необходимого оборудования и запасами сырья. В СССР строились преимущественно графито-водные и водо-водяные реакторы, в США – водо-водяные, в Великобритании – графито-газовые.

Атомные электростанции, в зависимости от системы теплопередачи, могут иметь одно-, двух- и трехконтурные схемы. Если теплоноситель – жидкий металл, то он в особом теплообменнике отдает тепло другому теплоносителю – газу или воде, используемым в турбинах в виде пара или горячих газов. Такая схема с промежуточным теплообменником называется двухконтурной. Ее применение позволяет ограничиться установкой биологической защиты лишь для реактора и теплообменника и исключает ее необходимость для всего теплосилового оборудования.

Для регулирования работы реактора применяются кадмиевые стержни или стержни из бора и гафния, изменяющие величину потока нейтронов.

Биологическая защита реактора представляет собой слой вещества, отражающего нейтроны, и защитные слои веществ (бетона, свинца, воды, серпентинового песка). Оборудование реакторного контура устанавливается в герметичных боксах. Места возможной утечки контролируются специальными системами. При авариях в системе охлаждения реактора предусматривается быстрое глушение ядерной реакции.

В 1960-е годы в мире стремительно строились мощные АЭС, каждая из которых состояла из нескольких блоков. Кроме выработки электроэнергии на некоторых АЭС устанавливались устройства для опреснения морской воды.

Темпы строительства атомных электростанций резко упали после аварии в 1986 г. на Чернобыльской АЭС. При разгерметизации

реактора в окружающую среду было выброшено огромное количество радиоактивных веществ.

Это вызвало дискуссии о целесообразности применения ядерной энергии, влиянии атомной энергетики на окружающую среду. Возникли проблемы с переработкой и захоронением радиоактивных отходов. Некоторые страны отказались от строительства новых АЭС и стали консервировать действующие. Но растущее потребление электроэнергии и назревающий кризис добычи энергоносителей заставляют ученых и инженеров проводить дальнейшие исследования в области атомной энергетики. Наиболее актуальным направлением является осуществление управляемой термоядерной реакции.

# Бетон

Бетон представляет собой смесь вяжущего вещества, наполнителя и воды. После высыхания образуется прочная монолитная масса. Используя специальную форму, опалубку, этой массе можно придать различную форму.

Само слово «бетон» родилось во Франции в XVIII веке. Римляне материал, подобный бетону, называли по-разному. Так, литую кладку с каменным заполнителем они именовали греческим словом «эмплектон» (*emplekton*). Встречается также слово «рудус» (*rudus*). Однако чаще всего при обозначении таких понятий, как раствор, используемый при возведении стен, сводов, фундаментов и тому подобных конструкций, в римском лексиконе употреблялось словосочетание «опус цементум» (*opus caementitium*), которым и стали называть римский бетон.

Самое раннее применение бетона, обнаруженное археологами, можно отнести к 5600 г. до н. э. Найден на берегу Дуная в поселке Лапински Вир (Югославия). В одной из хижин поселения каменного века был обнаружен бетонный пол толщиной 25 см. Бетон был изготовлен из гравия и извести.

Древнейшими вяжущими веществами, используемыми человеком, были глина и жирная земля, которые после смешивания с водой и высыхания приобретали некоторую прочность. По мере развития и усложнения строительства возрастали требования, предъявляемые к таким веществам. В Египте, Индии и Китае еще в третьем тысячелетии до н. э. начали изготавливать искусственные вяжущие вещества, такие, как гипс, позднее – известь, которые получали посредством умеренной термической обработки исходного сырья.

Наиболее раннее применение бетона в Египте, обнаруженное в гробнице Тебесе (Теве), датируется 1950 г. до н. э. Бетон использовался при строительстве галерей египетского лабиринта и монолитного свода пирамиды Нима тоже задолго до нашей эры.

Многие алхимики считали, что «философский» камень был известен еще в Древнем Египте, там его получали, дробя определенные камни. Французский химик Д. Давидович дробил в

порошок известняк, гранит, базальт, смешивал порошок с нильским илом, водой, в качестве связующего вещества использовал сок чеснока. Полученную смесь он отливал в форму и получал искусственный камень, который трудно отличить от природного. Давидович предположил, что и блоки египетских пирамид были сделаны из такого бетона.

В Древнем Риме бетон изготавливали, используя гашеную известь, к которой добавляли вулканическую пыль – пуццолану или кирпичную пыль. Эту смесь тщательно уплотняли. Повышению долговечности бетона способствовали и географические условия Италии с ее теплым и влажным климатом, в то время как в других странах с более суровым климатом постройки из такого же бетона сохранялись плохо. Даже сегодня не потеряли своей значимости конструктивные особенности римских бетонных дорог, полов, сводов и куполов. Не умея бороться с растягивающими и изгибающими напряжениями бетонных конструкций, римляне заставили их работать на сжатие. Сочетание этих нововведений и явилось, видимо, основной причиной долговечности римского бетона.

Появление современного бетона связано с появлением цемента. Этот материал был изобретен в 1824 г. английским каменщиком Джозефом Аспдином. Он предложил способ обжига смеси гашеной извести с глиной, в результате чего получалось порошкообразное вещество, которое при смешении с водой затвердевало на воздухе в камнеподобную массу. Аспдин назвал цемент портландским из-за внешнего сходства с серым камнем, добываемым около г. Портланда в Англии.

Цемент в большинстве случаев применяется не в чистом виде, а в смеси с заполнителем – песком и каменным щебнем, – образуя бетон. В конце XIX в. бетон стал одним из основных строительных материалов. Необходимость строительства крупных сооружений не только на поверхности земли, но и под водою, сделала бетон, особенно в сочетании с железной арматурой (железобетон), незаменимым материалом. Он использовался для строительства мостовых быков, фундаментов зданий, массивных свай, молотков, плотин, тоннелей и т. д.

Тогда же появляется и совершенно новый строительный материал – железобетон, представляющий собой комплексное соединение, состоящее из бетонной массы и распределенного внутри нее

металлического скелета, или арматуры. Идея сочетания камня и металла возникла еще в начале XIX в., но широкое применение железобетона началось лишь после создания цемента.

Первые попытки соединить металлическую арматуру с бетоном относятся к середине XIX в. На Всемирной Парижской выставке 1855 г. французский инженер Ламбо представил лодку, корпус которой состоял из железного каркаса, залитого цементным раствором. В 1861 г. вышла книга французского ученого Коанье, где описано уже несколько конструкций из бетона с металлической сеткой. Тем не менее, изобретателем железобетона считается французский садовник Монье, применивший в 1867 г. железобетон для изготовления цветочных кадок. Стенки кадок Монье изготавливались из цементного раствора с каркасом из металлической сетки. За первым изобретением последовали другие. В 1868 г. он получил патент на изготовление труб и резервуаров из железобетона, в 1869 г. – патент на изготовление из железобетона плоских плит, в 1877 г. – железнодорожных шпал. В 1885 г. Монье продал право на эксплуатацию своих изобретений. С этого времени началось широкое применение железобетона в строительстве.

Железобетон – основной строительный материал современности. К его основным достоинствам относятся прочность, жесткость, возможность получать сложные формообразования, высокие гигиенические качества (отсутствие грибка, гнили, насекомых), огнестойкость, долговечность (прочность бетона с течением времени лишь возрастает). Кроме того, бетон сопротивляется сжатию, а сталь – растяжению, бетон защищает металл от коррозии.

Современный мир трудно представить без бетона. Дома и мосты, плотины и тоннели – далеко не полный список того, что делается из бетона. Поэтому бетон заслуживает звания настоящего философского камня.

## Бумага

С появлением письменности возникла потребность в материалах для письма. Первоначально для этого использовался камень. Но, несмотря на распространенность, постепенно пришлось отказаться от него ввиду сложности обработки и невозможности быстрой записи.

Позже с этой целью стали использовать глину. Мягкая и податливая во влажном состоянии, она хорошо запечатлевала знаки, наносимые твердой заостренной палочкой, а после высушивания или обжига надежно их сохраняла. Наибольшее распространение в этом качестве глина получила в Передней Азии и Междуречье, где были найдены целые библиотеки из глиняных табличек.

В различных районах Земли для сохранения информации использовались различные материалы: кора дерева, листья, кожа, кости, металл. На Руси долгое время наиболее распространенным носителем информации была береста – слои березовой коры.

В древнем Египте примерно в IV в. до н. э. начали применять папирус. Его изготавливали из стеблей нильской лилии. Стебли разрезали на узкие полоски, затем складывали рядами в два слоя крест-накрест на плоской каменной плите, покрывали куском ткани и отбивали плоским камнем. Полученную пленку сушили, разглаживали и ложили. Полосы папируса имели ширину 30–40 см и длину, иногда достигавшую 40 м. На папирусе писали тушью с помощью заостренной палочки или кисти из тростника.

Позже стали использовать письмо по воску, который заливался в деревянные таблетки. Для письма брали специальный металлический инструмент – стилус. Когда запись была не нужна, ее стирали обратным плоским концом стилуса.

Письмо по воску существовало до появления пергамента – специально обработанной кожи животных. Он изготавливался по довольно сложной технологии, но зато был долговечен и позволял делать записи высокого качества.

Считается, что бумага была впервые изготовлена примерно в 105 г. н. э. китайцем Цай Лунем из особого сорта крапивы. Отделенные от склеивающего вещества волокна мелко перетирались и путем

многократного встряхивания в специальной форме переплетались. Готовый лист выкладывался на гладкий стол, накрывался каменной плитой и высушивался. Китайская бумага была легкой и мягкой, для производства не требовалось больших усилий и дорогого сырья.

В 751 г. производство бумаги из тряпья началось в Самарканде, в 794 г. – в Багдаде. В X в. бумагу стали делать в Египте и Северной Африке. Там наряду с плотной писчей и оберточной бумагой делали тончайшие листы для голубиной почты.

Примерно в 1150 г. бумага попала в Испанию. Здесь заработали первые в Европе бумажные мельницы. Высокого качества бумагу производили в Валенсии и Толедо. Сначала бумагу делали из хлопка, позже – из очесов, ветхого белья, старых канатов и парусов.

Основными операциями в бумажном производстве были очистка и промывка тряпья, толчение его пестами в деревянных корытах, разрыхление полученной массы в чанах с водой и ее разливание на тонкие проволочные сетки. В целом технология насчитывала около 30 операций.

В Италии бумага появилась в 1154 году. Там центром ее производства стал город Фабриано. Итальянские мастера значительно облегчили способы изготовления бумаги, применив для превращения волокнистого сырья в кашицеобразную массу так называемые толчеи. Они представляли собой толстое бревно с выдолбленными в нем углублениями или каменное корыто. Их заполняли измельченным тряпьем, добавляли воду и толкли деревянными пестами, окованными железом. Песты приводились в движение деревянным валом с кулачками, соединенным с колесом водяной мельницы. Итальянцы ввели в практику проклейку бумаги животным клеем. Это повысило ее прочность и снизило капиллярность.

Первая бумага была рыхлой, непрочной, сероватого или желтоватого цвета. Со временем ее качество росло, с конца XIII в. на бумаге европейского производства появились водяные знаки.

С появлением книгопечатания к бумаге стали предъявлять новые требования. Она должна была стать более гладкой, ровной, прочной, упругой, эластичной, хорошо впитывать краску.

На рубеже XVII–XVIII веков в Голландии появился новый размалывающий аппарат – ролл. Он представлял собой ванну объемом от 3 до 18 м<sup>3</sup>, разделенную на две части (канала). В одном из каналов

установлен ножевой размалывающий барабан, под которым закреплялись ножи, собранные в планки. При прохождении водного раствора, содержащего волокнистый материал, между ножами планки и вращающегося барабана материал размалывался и ножами барабана перебрасывался через перегородку в другой, обратный канал, по которому вновь попадал в барабан. Ролл применяли в производстве тонких сортов бумаги.

В конце XVIII в. появилась цилиндрическая машина для бесконечной бумаги, т. е. машина, в которой рабочим органом является цилиндр (барабан), обтянутый металлической тканью. Ее изобретателем был Лейстеншнейдер из французского города Понсэ.

В 1799 г. француз Л. Робер создал «самочерпалку» – машину с механизированным отливом бумаги на бесконечной сетке с ручным приводом, расположенную над черпальным чаном. Позже к этому оборудованию были добавлены непрерывные секции прессования, сушки, каландрирования (пропускания между валами для придания гладкости), намотки бумаги в рулоны.

Появление полиграфических машин увеличило потребность в бумаге. В связи с этим, наряду с производством бумаги из тряпья, появилась бумага из целлюлозы. Ее производство впервые наладил в Германии в 1844 г. Ф. Келлер.

Во II половине XIX в. бумагоделательная машина была значительно усовершенствована: увеличилась ширина бумажного полотна, достигающая на современных машинах 9 м, возросла скорость выработки. Появились новые виды бумажной продукции, например многослойный картон, фильтрующая бумага для очистки моторных масел и топлива, конденсаторная бумага, прокладочный картон для автомобилей.

Современная бумага значительно отличается от первых ее видов качеством и спектром применения. Она делится на классы, среди которых: бумага для печати, письма, чертежно-рисовальная бумага, электроизоляционная, впитывающая, светочувствительная, переводная, оберточная, промышленно-техническая.

## Велосипед

Велосипед «изобретали» несколько раз в разное время и в разных странах. Еще в 1680 году в Нюрнберге Стефан Фарфлер сконструировал трехколесную самодвижущуюся машину с ручным приводом. С 1690 года во Франции была построена подобная машина под названием «селерифер». Само слово «велосипед» пришло к нам из Франции в конце XVIII века. В переводе оно означает «быстрые ноги». В России считают, что еще в 1801 г. крепостной крестьянин Ефим Артамонов проехал от Урала до Санкт-Петербурга на двухколесной тележке собственного изобретения. Изобретатель приводил свое детище в движение, отталкиваясь ногами от земли. За это изобретение Артамонов получил вольную. Многие исследователи отрицают существование велосипеда Артамонова.

Еще одним претендентом на авторство велосипеда является немецкий лесничий Карл фон Дрез, живший в начале XIX в. в г. Карлсруэ. Он был талантливым изобретателем, создавшим, в частности, прообраз пишущей машинки, мясорубку. Его любимым творением стала «беговая машина», построенная им в 1817 г. Ее конструкция очень проста: два высоких колеса – одно за другим, между ними узенькое сиденье. Седок отталкивался от земли ногами и мог передвигаться со скоростью 20 км/ч. Над Дрезом, ехавшим по улице на велосипеде, все смеялись. Но его машина, названная по фамилии изобретателя дрезиной, имела успех, правда, недолгий, в Лондоне и Париже. То, как выглядел велосипед Дреза, известно по карикатурам в юмористических журналах. Насмешки стали причиной забвения дрезины. Сам Дрез умер в нищете, его велосипед продали за 5 марок. А название «дрезина» закрепилось за другим изобретением Дреза – тележкой, передвигающейся по железнодорожным рельсам.

Увлечение самокатом пережила Англия в 20-х годах XIX в. Там он сделался фирменным средством передвижения лондонских денди. Их самокаты изготавливались в виде потешных лошадок и назывались «денди-кони». Именно в Англии в 1818 г. был выдан первый патент на велосипед. Запатентованное устройство описывалось как «машина, служащая для уменьшения трудов и усталости от хождения,

позволяющая в то же время использовать большую скорость и обгонять пешеходов».

Следующий этап в истории велосипеда связан с изобретением в 1836 г. шотландцем Гевинотом Дальзелем педалей, избавивших ездока от необходимости отталкиваться ногами. Размеры переднего колеса начали неудержимо расти, пока не превысили человеческий рост. Такая конструкция была весьма неустойчива, особенно из-за отсутствия тормозов. Последние были придуманы в середине XIX в. одновременно в Германии и Франции. Филипп Фишер, слесарь из немецкого городка Оберндорф, до старости ездил на велосипеде собственного изготовления – с тормозами. В 1884 г. его сын Фридрих открыл фабрику по производству велосипедов. В отличие от Фишера француз Пьер Мишо, сконструировавший велосипед с тормозами в 1855 г., сам поставил на конвейер производство своих «мишолинов» и, продавая их по 500 франков за штуку, первым разбогател на этом изобретении. В 1858 г. англичанин Джон Шергольд придумал велосипедную цепь, а седло переместил к середине рамы.

Во второй половине XIX столетия велосипед постоянно совершенствовался. В 1867 г. появились спицы, в 1868-м – резиновый обод, в 1869-м – ведущее заднее колесо. Велосипеды постепенно перестали восприниматься как экзотика: в Париже в 1869 г. их насчитывается уже 1300 штук, а через тридцать лет – в пятьсот раз больше. Но основным недостатком велосипеда оставалась тряска при передвижении. В 1885 г. шотландский врач Данлоп, купивший своему сыну новый «бициклет», задумался над тем, как избавиться от непрерывной тряски. Он взял садовый шланг и обернул в него колеса. Сначала шланг наполнялся водой, но эта конструкция оказалась слишком тяжелой. Данлоп стал надувать отрезок шланга воздухом, ему же принадлежит идея ниппеля. Количество изобретений и усовершенствований, связанных с велосипедом, не иссякало: в 1892 г. во Франции было выдано 1000 патентов, в Англии – 2400, в США – 4000. В 1893 г. оба колеса стали одинакового диаметра, а в 1898 г. была придумана «трещотка», то есть свободный ход. Вот так постепенно велосипед получил привычный для нас вид.

В начале XX в. велосипед был невероятно популярен: проводились бесконечные соревнования «циклистов», выпускалась специальная обувь и «велодоги» – револьверы для защиты от собак.

Велосипедами снабжали почтальонов и курьеров. В Германии, а затем и в других странах начали создаваться велосипедные подразделения (в России они назывались «самокатными»). Разрабатывались велосипеды спортивные, охотничьи, складные, детские, дамские и т. д.

В XX в. велосипед стал излюбленным средством передвижения во многих странах Европы и в Китае. В странах Азии на смену традиционным рикшам пришли велорикши. Развитие велоспорта привело к разделению спортивных велосипедов на шоссейные и трековые. Кроме того, долгое время в программе Олимпийских игр были трековые гонки на тандемах – велосипедах с двумя спортсменами.

Технический прогресс второй половины XX в. не обошел и велосипед. Даже дорожные велосипеды стали многоскоростными. В изготовлении велосипедов стали применяться новые материалы – легированные стали, алюминиевые сплавы, композиты. Это позволило облегчить машины, сделать их более прочными. В конце XX в. стали популярны горные велосипеды с прочной рамой, широкими шинами. Велосипеды стали практически «вездеходными».

# Вертолет

Первый эскиз вертолета с кратким описанием сделал в 1489 г. Леонардо да Винчи. Его вертолет приводился в движение мускульной силой. Неизвестно, проводил ли Леонардо испытания своего аппарата, поскольку не осталось никаких документов, свидетельствующих об этом. Ученые долго считали, что летательный аппарат невозможно привести в движение мускульной силой. Но не так давно был построен такой вертолет. Он смог взлететь и летать.

Триста лет спустя после Леонардо М. В. Ломоносов построил первую модель вертолета. Она состояла из фюзеляжа и двух винтов, вращавшихся в разные стороны. Эта модель предназначалась для подъема термометров с целью измерения температуры воздуха в верхних слоях атмосферы. Двигателем служила часовая пружина.

В 1784 г. французские изобретатели Лоннуа и Бьенвеню использовали в своей модели вертолета силу упругости сжатого лука. Вес их модели составлял около 80 г.

В 1863 году француз Г. де Ланде издал книгу, в которой излагал проект аппарата под названием «аэронеф». У «аэронефа» были крылья, тянущий винт и вертикальные мачты, на которых располагались подъемные винты. Из проекта де Ланде изобретатели в дальнейшем многое позаимствовали.

В 1869 г. русский изобретатель А. Н. Лодыгин обратился в Главное инженерное управление русской армии с проектом аппарата вертикального взлета с электрическим двигателем. Этот аппарат, названный изобретателем «электролет», предназначался для воздушной разведки и бомбардировки.

В 90-е годы XIX в. созданием вертолета начал заниматься Н. Е. Жуковский вместе со своими учениками. Ученый считал, что за геликоптером всегда будет оставаться преимущество безопасного подъема и спуска.

И вот в 1907 году появился вертолет, который смог оторваться от земли. Его сконструировали французы, братья Л. и Ж. Бреге, совместно с профессором Ш. Рише.

Русский изобретатель И. И. Сикорский в 1901 г. еще в детстве построил модель своего первого вертолета с двигателем на резинке. Позже он создал большую модель с двумя пропеллерами, которая поднялась в воздух и летала в нескольких метрах над землей.

В 1903 г. Сикорский поступил в Российскую военно-морскую академию в Петербурге, а в 1906-м продолжил изучение инженерного дела в Париже. В 1907 г. он возвратился в Киевский политехнический институт. Игорь Сикорский вернулся к своей идее летательного аппарата, который бы поднимался в воздух вертикально с помощью вращающегося пропеллера. Во время путешествия по Германии Сикорский производил в гостиничных номерах расчеты, необходимые для запуска вертолетного пропеллера диаметром 120 см. Благодаря финансовой поддержке сестры Сикорский возвратился в Париж для изучения аэродинамики и приобретения необходимых компонентов для создания своего первого вертолета.

В 1909 г. Сикорский вернулся в Киев с трехцилиндровым двигателем от мотоцикла «Анзани» мощностью 25 л. с. и на его основе создал вертолет с двумя одновременно вращающимися винтами. Конструкция была довольно неудобна для пилота, в кабине везде торчали провода, приводившие в движения лопасти пропеллера. Однако Сикорский добился главного: он решил проблему вибрации и продемонстрировал способность своей машины подняться в воздух посредством «роторных крыльев». По расчетам инженера, его вертолет мог подниматься в воздух с грузом в 140 кг.

Конструкция была еще очень несовершенна, и Сикорский отказался от своей первой модели. В октябре 1909 г. он вернулся в Париж для изучения уже имеющихся к тому времени моделей аэропланов.

После приезда в Россию молодой изобретатель в феврале 1910-го использовал моторы для создания второй, вновь неудачной, модели вертолета. Маленький биплан «S-1» так и не взлетел. Биплан «S-2» и большая модель «S-3» смогли лишь ненадолго подняться в воздух. А модель «S-5» с мощностью двигателя 50 л. с. в мае 1911 г. не только поднялась в воздух, но и продемонстрировала свою способность летать. Игорю Сикорскому Российским Императорским аэроклубом была выдана лицензия на изобретение.

Еще в конце XIX в. было предложено несколько схем вертолета: одновинтовая, соосная, поперечная и продольная схема расположения винтов.

Недостатком одновинтовой схемы был реактивный момент, возникающий при вращении винта. Он заставлял вращаться не столько сам винт, сколько гондолу вертолета. Для его компенсации предлагалось устанавливать рулевые винты или применять двухвинтовую соосную схему. Для обеспечения поступательного движения вертолета предлагалось применять пропеллеры или наклон оси вращающегося винта. Были также предложения использовать машущие крылья, гребные колеса, наземные буксиры и парус.

Особую роль в истории мирового вертолетостроения занимает работа в 1908–1914 гг. студента Московского технического училища Б. Н. Юрьева. Он возглавлял группу студентов, членов комиссии по геликоптерам при Воздухоплавательном кружке МТУ. В 1911 г. Юрьев разработал проект одновинтового вертолета с хвостовым рулевым винтом. В этом проекте Юрьев смог решить проблему уравнивания реактивного момента, действующего на гондолу. Для этого он применил рулевой винт, установленный на хвосте вертолета и приводимый в движение передачей от двигателя. Поскольку у силы, создаваемой хвостовым винтом, было большое плечо относительно центра тяжести вертолета, ее действие уравнивало реактивный момент. Для поворота вертолета Юрьев предложил делать шаг лопастей хвостового винта изменяемым. При увеличении тяги этого винта можно было преодолевать реактивный момент главного винта и разворачивать машину в нужном направлении.

Чтобы обеспечить управляемость вертолета относительно продольной и поперечной осей, можно было поставить сбоку и спереди машины по одному винту. Боковой винт управлял бы креном вертолета, а передний регулировал высоту полета аппарата. Однако такая схема была очень сложной и делала вертолет неустойчивым. Поэтому Юрьев сконструировал несущий винт таким образом, что тот самостоятельно создавал оба момента, необходимые для управления вертолетом. С этой целью изобретатель создал аппарат перекося. Принцип его работы состоял в том, что управление полетом осуществлялось путем изменения угла наклона лопастей к плоскости

вращения, что достигалось подвижностью лопастей относительно их продольных осей. Если разные участки описываемого круга лопасть проходила с различными углами установки, то это приводило к увеличению или уменьшению тяги на этих участках. В результате несущий винт поворачивался в соответствующую сторону.

Необходимую установку лопастей и обеспечивал автомат. Он состоял из двух колец, связанных жесткой скользящей связью и подвешенных на кардане на неподвижной опоре. Внутреннее, подвижное, кольцо было связано тягами с рычагами, поворачивающими лопасти, и вращалось вместе с валом винта. Внешнее, неподвижное, кольцо было связано с тягами продольного и поперечного управления. Оно передавало усилие от этих тяг на подвижное кольцо, изменяя при этом угол наклона последнего. Наклоняясь, подвижное кольцо вызывало изменение углов установки лопастей относительно продольной оси и появление горизонтальной составляющей тяги несущего винта. Эта составляющая сообщала вертолету поступательное движение и наклоняла его в сторону движения. Для поворота было необходимо направить в нужную сторону внешнее кольцо.

Для вертикального перемещения вертолета служила система управления общим шагом винта. Оно достигалось одновременным увеличением или уменьшением углов установки всех лопастей несущего винта путем поднимания или опускания скользящего кардана автомата перекоса. Одновременно увеличивалась или уменьшалась тяга двигателя.

В 1912 г. вертолет Юрьева был выставлен на Международной выставке воздухоплавания в Москве. Работа была отмечена Малой золотой медалью. После замены макетных деталей настоящими были проведены испытания для получения характеристик несущего винта. Они были прерваны из-за плохой работы двигателя и поломки вала винта. Дальнейшей работе помешала мировая война.

Бурное развитие самолетостроения привело к тому, что конструкторы на время оставили вертолет без внимания. Лишь в 1923 г. испанец Пескара создал вертолет, который десять минут парил в воздухе на высоте трех метров и пролетел в общей сложности 300 м.

В 1924 г. француз Эмишен построил вертолет, который поднялся и пролетел на высоте полтора метра около 120 м. Управлял им сам

Эмишен. Эта машина умела зависать в воздухе, разворачиваться на месте и лететь задним ходом.

Надежно действующий вертолет удалось создать группе сотрудников Центрального аэрогидродинамического института под руководством Юрьева. Это был одноместный 1-ЭА с одним несущим и двумя рулевыми винтами. На нем была достигнута высота 605 м. В 1938 г. под руководством Братухина был создан вертолет 11-ЭА, на котором была применена поперечная схема.

Аналогичную схему использовал в 30-е годы и немецкий конструктор Фокке. В 1937 г. его машина FW-61 установила мировые рекорды скорости – 123 км/ч и высоты – 2439 м. В 1941 г. FW-223 был выпущен небольшой серией.

Свою детскую мечту И. Сикорскому удалось реализовать. В 1919 г. он эмигрировал в США, где создал свою фирму «Сикорский». В 1939 г. изобретатель создал свой первый вертолет S-46. Он отказался от полных расчетов машины и вносил изменения прямо в ходе испытаний. Вертолет имел простую конструкцию: фюзеляж представлял собой ферму из стальных труб, кресло пилота было открытым и находилось впереди двигателя мощностью 65 л. с. Вращение посредством ременной передачи передавалось на редуктор, приводящий в движение трехлопастный несущий винт. Рулевой однолопастный винт устанавливался в хвосте на коробкообразной балке.

Испытания показали несовершенство конструкции. Из-за неправильного расчета плохо работал автомат перекоса. Это привело к плохой управляемости вертолета. При одном испытании он опрокинулся и разбился. После этого Сикорский применил схему с тремя рулевыми винтами. Эта машина хорошо управлялась, и в мае 1940 г. Сикорский показал ее летчикам. Вертолет свободно перемещался в разные стороны, зависал неподвижно и разворачивался на месте, но при этом не летел вперед. После определения и устранения недостатка летные качества машины значительно улучшились. Два года Сикорский менял конструкцию, используя различные системы управления. Это помогло ему в создании новых вертолетов.

В 1941 г. Сикорский получил военный заказ на вертолет, предназначенный для корректировки артиллерийского огня и связи. На

этой модели был вновь применен автомат перекоса, рассчитанный более тщательно. В апреле 1942 г. машину показали военным. Во время полета S-47 продемонстрировал свои огромные возможности, перемещаясь в разные стороны, зависая на месте. В зависший вертолет поднимался пассажир.

После запуска в серийное производство S-47 получил название XR-4. Свое боевое крещение он получил в джунглях Юго-Восточной Азии, где стал единственным средством снабжения армии. Позже был сконструирован XR-5, на который установили специальный вертолетный двигатель. В дальнейшем вертолеты Сикорского получили распространение в различных отраслях хозяйства.

После войны в СССР были созданы конструкторские бюро М. Л. Миля и Н. С. Камова. В первом разрабатывались одновинтовые вертолеты, во втором – вертолеты, работающие по двухвинтовой соосной схеме. Кроме них вертолетами занималось КБ А. С. Яковлева. Первым советским серийным вертолетом стал Ми-1, выпуск которого начался в 1951 году.

На современных вертолетах устанавливают поршневые и воздушно-реактивные двигатели. Для кратковременного увеличения мощности при взлете и посадке вертолета может применяться ракетный двигатель. На некоторых вертолетах применяли самолетные одновальные турбовинтовые двигатели и двухвальные турбовинтовые двигатели со свободной турбиной. Возможен также реактивный привод несущего винта, в котором окружное усилие создается автономными реактивными двигателями, расположенными на лопастях несущего винта, или истечением газа из сопловых отверстий, расположенных на концах лопастей.

Вертолеты применяются в вооруженных силах для перевозки войск и грузов, огневой поддержки сухопутных войск, разведки, поиска и уничтожения подводных лодок. В народном хозяйстве вертолеты используются для перевозки пассажиров, грузов, уничтожения вредителей сельхозкультур, удобрения полей, монтажных работ.

# Видеомагнитофон

Видеомагнитофон предназначен для записи на магнитную ленту и последующего воспроизведения электрических сигналов изображения и звукового сопровождения телевизионных передач.

Казалось бы, что после создания магнитофона запись изображения на магнитную ленту не будет представлять больших проблем.

Вначале предпринимались попытки записи изображений с помощью продольного способа, который применялся для магнитной записи звука. При этом способе лента протягивается относительно неподвижной головки. Но этот способ оказался неэффективным.

Причина в следующем: чтобы записать спектр звука с максимальной частотой 20 кГц, ленту протягивают мимо головки со скоростью около 9,5 см/с; при скорости вдвое меньшей, то есть 4,7 см/с, предельная частота записи 10 кГц, а при скорости 2,4 см/с – не более 4–5 кГц. Таким образом, для увеличения максимальной частоты записываемого сигнала нужно в два раза повысить скорость протягивания ленты.

В действительности многое зависит от состава ферромагнитного слоя, его зернистости, толщины и ширины зазора в головке. Но, в общем, суть проблемы не меняется: чем меньше скорость, тем ниже частота, которую еще можно записать.

Приведенные цифры относятся к магнитной записи звука. А вот как обстоят дела с записью изображения.

В большинстве телевизионных стандартов мира при считывании картинки электронный луч прочерчивает по ней 625 строк, в каждой строке может быть воспроизведено примерно 800 точек различной яркости. То есть телевизионная картинка – это мозаика из  $625 \times 800 = 500\,000$  точек. Для воспроизведения движения картинка передается 25 раз в секунду, поэтому каждую секунду в телевидении может передаваться  $500\,000 \times 25 = 12,5$  млн сообщений о яркости различных точек. То есть ток считывающего луча может меняться более 12 млн раз в секунду и в спектре видеосигнала могут быть составляющие с частотой более 6 мегагерц. Это в 300 с лишним раз

превышает наибольшую частоту в спектре звукового сигнала (20 кГц). Если для записи звука магнитная лента протягивается мимо головки со скоростью 9,5 см/с, то для записи видеосигнала нужно протягивать ленту в 300 раз быстрее, т. е. со скоростью 30 м/с или около 100 км/час.

На заре видеозаписи были попытки записывать видеосигнал, протягивая пленку на больших скоростях. Подобные попытки не дали желаемых результатов. Несмотря на это, видеозапись стала реальностью – решение проблемы в принципе оказалось очень простым.

Первые серьезные результаты были получены в начале 1950-х годов благодаря использованию поперечно-строчного способа магнитной записи видеосигналов. При поперечно-строчной записи одна или несколько головок располагались на вращающемся диске, ось вращения которого совпадала с направлением движения ленты. При одновременном движении ленты и вращении диска головки «прочерчивали» на ленте практически поперечные строчки записи. Причем относительная скорость головки относительно ленты была гораздо более высокой, чем скорость протягивания самой ленты. Это существенно повысило плотность записи и уменьшило скорость движения ленты, а следовательно, и ее расход.

Этот способ изобрели американские инженеры Гинзбург и Андерсон из фирмы АМРЕХ, которую создал русский эмигрант А. М. Понятов. В его честь сам процесс записи долго называли «ампексированием».

Еще одним новшеством было применение переноса спектра телевизионного сигнала при записи в более высокочастотную область. Оно осуществлялось путем частотной модуляции несущего колебания. Его частота была чуть больше, чем верхняя частота видеосигнала. Это позволило регистрировать сигнал изображения в необходимой полосе частот 50 Гц–5,5 МГц.

Конструкция механизма видеоманитофона с поперечно-строчной записью была достаточно сложной. Более простым решением оказалось применение наклонно-строчного способа записи, при котором лента со сравнительно небольшой скоростью протягивается вперед, а вращаются головки, закрепленные на барабане. Ось вращения барабана расположена под определенным углом к

продольной оси ленты. Дорожки видеозаписи представляют собой отдельные строчки, расположенные одна рядом с другой под углом к продольной оси ленты.

Необходимая скорость движения головки относительно ленты достигается довольно легко – если головка расположена на барабане диаметром 10 см и он совершает 6 тысяч оборотов в минуту, то скорость движения головки относительно ленты составляет около 30 м/с.

Первые видеомагнитофоны были катушечными и предназначались для профессионального использования. Одной из причин, по которой распространение видеомагнитофонов в быту было медленным, являлась сложность заправки ленты в лентопротяжный механизм катушечного видеомагнитофона.

Первые кассетные видеомагнитофоны, в которых заправка ленты происходила автоматически, стала выпускать фирма «Сони» в формате U-Matic в 1971 г. и фирма «Филипс» в формате VCR в 1972 г.

Сейчас наиболее распространенным форматом бытовой видеозаписи является VHS (Video Home System), разработанный японскими фирмами «Мацусита» и JVC в 1975 г., а также его модификации.

В этом стандарте лента шириной 12,65 мм располагается в кассете размером 188×104×25 мм. Продолжительность записи зависит от толщины ленты и может достигать 300 минут для одной кассеты при стандартной скорости движения ленты.

Сначала для записи и воспроизведения изображения применялся вращающийся барабан с двумя видеоголовками, расположенный наклонно относительно ленты. Одна из них записывала один полукадр на одной наклонной строчке. После окончания записи полукадра, первая головка отходила от пленки, а вторая подходила к ней и начинала писать на соседней строке следующий полукадр. Эти строки располагались рядом без зазора.

В дальнейшем стали использовать четыре видеоголовки. Это позволило вести экономную запись и воспроизведение при меньшей скорости ленты (режим «long play»). Кроме того, их применение улучшило качество воспроизводимого изображения при замедленном, ускоренном и покадровом воспроизведении.

По верхнему краю видеоленты проходит продольная дорожка, на которой при помощи неподвижной головки осуществляется запись звука.

Для записи стереозвуча позже начали применять блок из двух головок. Из-за малой скорости движения ленты – всего 2,4 см/с, диапазон записываемых звуковых частот был узким – 70–8000 Гц. Затем, благодаря улучшению качества лент и применению более совершенных головок, его удалось расширить до 40–13 000 Гц.

В нижней части ленты находится дорожка управления, на которой записываются управляющие сигналы. Они синхронизируют вращение барабана при воспроизведении так, чтобы головки точно попадали на дорожки записи. Относительная скорость видеозаписи составляет 4,84 м/с. Это позволило записывать и воспроизводить видеосигналы с разрешающей способностью около 240 линий по горизонтали.

В 1984 г. формат VHS был утвержден в качестве формата бытовой видеозаписи.

Позже были разработаны и другие форматы видеозаписи, представляющие собой усовершенствованный формат VHS: VHS-HQ, Hi-Fi VHS, Super VHS и др.

В 1980-е годы были созданы и другие стандарты видеозаписи, например Video-8 (Hi-8) и Бетакам.

В 1986 г. фирма «Сони» создала первый промышленный цифровой видеомэгнитофон DVR-1000 формата D1. Так начался этап цифровых видеомэгнитофонов, обеспечивающих более высокое качество записи и воспроизведения.

## Воздушный шар

Хотя история воздухоплавания насчитывает чуть более двухсот лет, стремление человека оторваться от Земли и взлететь, подобно птице, проявлялось еще в глубокой древности. Умение летать считалось чем-то необычайным, присущим могущественным волшебникам или, по мнению наших предков, богам. Неслучайно многие из богов изображались в виде крылатых существ. Наиболее известное предание о полетах человека – миф о великом мастере Дедале и его сыне Икаре. Скрываясь от гнева царя Миноса, они улетели с Крита на крыльях, сделанных из птичьих перьев, скрепленных воском. Мудрый Дедал летел невысоко. А его сын, несмотря на предостережения отца, устремился к Солнцу. Солнечные лучи растопили воск, и Икар упал в Эгейское море.

Желание овладеть воздушной стихией привело к появлению множества проектов, большей частью неосуществимых. Тема воздухоплавания присутствует во многих литературных произведениях. Так, известный забияка и дуэлянт Сирано де Бержерак в своем романе «Иной свет, или Государства и империи Луны» описал несколько летательных аппаратов для путешествия по воздуху. Один из этих аппаратов поразительно похож на аэростат Монгольфье. Герой романа с помощью двух наполненных дымом герметических оболочек долетает до Луны, где выпускает дым и, пользуясь оболочками как парашютом, опускается на ее поверхность.

В 1670 г. итальянец Лан предложил проект воздушного корабля. Он представлял собой гондолу, к которой канатами прикреплялись четыре полых шара из меди или жести диаметром 7,5 метра и толщиной стенок 0,5 миллиметра. Посредине гондолы была прикреплена мачта с парусом. Изобретатель предлагал выкачать воздух из шаров, с тем чтобы разность между массой вытесненного шарами воздуха и их собственной массой была достаточной для поднятия гондолы с пассажирами.

Этот проект был не выполним, поскольку при такой толщине стенок шара силы внешнего атмосферного давления неминуемо бы его

смяли. Но вместе с тем, это был первый проект летательного аппарата, принцип работы которого основан на законе Архимеда.

Важнейшим событием, оказавшим влияние на развитие воздухоплавания, стало открытие и исследование Генри Кавендишем в 1766 г. водорода, или, как его называли тогда, «горючего воздуха». Из-за малой плотности его сразу начали рассматривать как несущий газ для воздушных шаров.

Мир стоял на пороге воздухоплавания. Но многие авторитетные ученые того времени отвергали возможность этого. Так астроном Лаланд в 1782 г. писал: «Невозможность подняться вверх с помощью ударов крыльями столь же твердо установлена, как и невозможность подняться с помощью тел, из которых выкачан воздух».

Действительность не преминула в очередной раз опровергнуть заявление непререкаемого «авторитета».

В 1783 г. наблюдения Жозефа и Этьена Монгольфье за облаками привели их к мысли использовать для аэростата водяной пар. Но первые опыты оказались неудачными из-за слишком тяжелой оболочки и быстрой конденсации пара. Тогда они решили использовать дым, образующийся при горении шерсти и сырой соломы. По мнению братьев, дым имел электрические свойства, а электричеству они приписывали свойства отталкиваться от поверхности земли.

После ряда неудач пришел успех – одна оболочка, наполненная дымом, оторвалась от удерживающих веревок и поднялась на высоту около 300 метров. После десятиминутного пребывания в воздухе оболочка рухнула на землю.

5 июня 1783 г. прошло официальное испытание нового аппарата. В присутствии зрителей наполненная дымом оболочка объемом  $600 \text{ м}^3$  поднялась на высоту около двух тысяч метров и затем упала на расстоянии двух километров от места подъема. Так началась эра воздухоплавания.

27 августа 1783 г. в Париже состоялся полет аэростата профессора Шарля. В отличие от аппарата Монгольфье с матерчатой, оклеенной изнутри бумагой камерой, аэростат Шарля был сделан из шелка, пропитанного каучуком. Объем его был  $35 \text{ м}^3$ . Но главное отличие состояло в том, что оболочка наполнялась водородом. Аппарат Шарля быстро поднялся на высоту 950 метров и скрылся в облаках. От избыточного давления на большой высоте его оболочка лопнула,

деревенские жители, напуганные непонятым предметом, свалившимся с неба, поспешили уничтожить шар.

После этого полета аэростаты, наполненные горячим воздухом или дымом, стали называть монгольфьерами, а наполненные водородом – шарльерами.

19 сентября 1783 г. в воздух поднялся монгольфьер с подвешенной на цепях клеткой. В ней находились первые «воздухоплаватели» – петух, утка и баран. Они благополучно перенесли полет. Теперь стало возможным поднять на аэростате человека.

21 ноября 1783 г. в воздух на монгольфьере поднялись Пилатр де Розье и Арланд. Их аппарат, преодолев 8 километров, приземлился в пригороде Парижа. В полете они едва не погибли из-за пожара.

1 ноября того же года профессор Шарль вместе с единомышленником Робером поднялся в воздух на аэростате собственной конструкции. Они пробыли в воздухе 2 часа 15 минут, пролетев за это время 40 километров.

Следует отметить, что конструкция шарльера была более совершенной, чем монгольфьера. Первый обладал большей подъемной силой. Кроме того, недостатком монгольфьера была высокая пожароопасность из-за соседства открытого огня и легковоспламеняемой оболочки.

Полеты на воздушных шарах становились все более популярными. С начала XIX века их стали использовать для научных целей. В 1802 г. Гумбольдт и Бомплан исследовали зависимость изменения температуры воздуха от высоты. В полетах принимали участие русский академик Захаров и Гей-Люссак. Исследования позволили получить данные о зависимости температуры, давления, влажности воздуха, его состава от высоты. Было изучено воздействие высоты на организм человека.

В 1887 г. Д. И. Менделеев совершил самостоятельный полет, чтобы наблюдать солнечное затмение.

В первых научных полетах аэронавтам удавалось подняться на высоту семь и более тысяч метров. Начиная с 5000 метров у них появлялась слабость, головокружение, снижение остроты слуха и зрения. С увеличением высоты эти симптомы усугублялись. На высоте более 8000 метров человек терял сознание.

В некоторых высотных полетах стали использовать баллоны, позволяющие вдыхать чистый кислород. Но полностью решить эту проблему не удавалось. Несмотря на это, к концу XIX века на аэростатах были поставлены рекорды.

В 1894 г. немец Берсон на аэростате «Феникс» поднялся на высоту 9150 метров, а в 1900 году во время Всемирной выставки в Париже французы де ла Во и Костельон на аэростате «Центавр» за 35 часов 45 минут преодолели расстояние в 1922 километра, приземлившись в Киевской губернии.

Успехи аэронавтики рассматривали как доказательство возможности достичь на воздушном шаре Северного полюса. Такую попытку предпринял в 1897 г. швед С. А. Андре. Его аэростат «Орел» был сконструирован с учетом суровых климатических условий Арктики. Для повышения надежности на нем было предусмотрено три клапана для выпуска газа. Гондола представляла собой закрытую со всех сторон кабину, на крыше которой находилась площадка для наблюдений. При необходимости она могла быть переоборудована в лодку или сани.

11 июля 1897 г. Андре вместе со Стриндбергом и Френкелем поднялся в воздух с острова, расположенного неподалеку от Шпицбергена. Спустя два дня после начала полета Андре послал с почтовым голубем свое последнее сообщение. Лишь в 1930 г. был обнаружен лагерь отважных воздухоплавателей.

Гибель экспедиции Андре показала, что аэростат нельзя считать надежным средством воздушного передвижения. Несмотря на все усовершенствования, они всецело зависели от погодных условий: силы и направления ветра, температуры, давления и влажности воздуха.

С момента своего появления воздушные шары использовались в военных целях – для наблюдения за наземными войсками, в составе кораблей на море – для обнаружения мин и подводных лодок противника. С появлением боевой авиации стали применять привязные аэростаты заграждения, связанные с землей прочным стальным тросом.

В 20–30-е годы XX в. были созданы стратостаты – аэростаты с герметичной гондолой для исследования верхних слоев атмосферы. Они достигали высоты 20 километров.

В настоящее время воздушные шары нашли себе применение в метеорологии для запуска на большие высоты автоматических метеорологических станций. Появление современных прочных газонепроницаемых материалов, газовых горелок, позволяющих длительное время поддерживать высокую температуру внутри шара, дали возможность создать воздушные шары для спортивных целей.

Воздушные шары, несмотря на все свои недостатки, позволили человечеству расширить свои возможности, освоить «пятый океан» – атмосферу Земли.

# Географические карты

Географические карты – средство выражения наших представлений об окружающем мире, способ осмысления пространственной информации. Это язык с историей более древней, чем письменность. Известны наскальные картографические изображения, датированные каменным веком.

У каждого народа на разных этапах развития были свои особые карты.

Одним из основных занятий первобытного человека было собирательство злаков, заставлявшее его постоянно перемещаться. Человек учился ориентироваться в окружающем мире и создавать изображения природных объектов. Так появились простейшие картографические рисунки, дававшие изображение местности в плане или перспективе. На них были изображены наиболее важные объекты: пути сообщения (в частности реки), охотничьи угодья, места рыбной ловли.

Пространственные представления и картографические изображения племен были тем совершенней, чем больший путь они прошли. Так, индейцы Северной Америки, кочуя вместе со стадами бизонов, проходили расстояние до 2000 км. У них были свитки карт, нарисованных на бересте и коже. У народностей Сибири и Дальнего Востока были карты, начерченные на коре деревьев, поразительно точно изображавшие местность.

Жители лесов и степей по-разному ориентировались на местности. Первые определяли свое местоположение по природным объектам – рекам, горам. Степняки, ввиду отсутствия таких природных ориентиров, выработали систему ориентирования по сторонам света. Поэтому лесные племена при составлении карт брали за основу реки, горы, тропы, а степные жители – направления и расстояния пути. Именно в степи появились представления о сторонах света и господствующих на их просторах ветрах.

Кочевники сперва знали лишь два слова для обозначения сторон света: «вперед» и «назад».

Прибрежные племена, занимавшиеся морским рыболовством, использовали для ориентирования очертания побережья и направление между отдельными пунктами. Например, эскимосы Гренландии и Аляски, охотясь на морского зверя среди островов и побережий с изрезанной береговой линией, научились прекрасно в них ориентироваться. Они отображали рельеф при помощи резьбы на дереве или моделировали его из подручного материала – песка и камня.

Уникальными в истории картографии являются карты, распространенные на Маршалловых островах Тихого океана. Из-за малой высоты Маршалловы острова не могли служить надежным ориентиром. Поэтому для создания карт туземцы архипелага использовали выявленные многими поколениями закономерности взаимодействия морской зыби, создаваемой господствующими северо-восточными ветрами с побережьями этих островов.

Карты аборигенов Маршалловых островов имели каркас из черенков пальмовых листьев. Положение черенков указывало фронт морской зыби, поднимавшейся господствующими ветрами. Другая система черенков обозначала расстояния, на которых острова становились видимыми. Острова на этих картах обозначались раковинами, крепившимися к каркасу.

Для того чтобы совершить переход от одного острова к другому, аборигены располагали карту на палубе лодки так, чтобы угол между курсом судна и видимым фронтом волн был постоянным. Нужный угол определялся по карте.

Способ изготовления этих карт передавался от отца к сыну и держался в секрете.

На ранних этапах развития человеческого общества карты были практическими пособиями в труде, указателями кочевых путей, мест охоты и рыбной ловли, способом ориентирования. Они ограничивались небольшими территориями и были предельно конкретны.

При составлении карты древний картограф обязательно помещал в центре свое жилище.

С переходом к оседлой жизни и земледелию потребовалось умение составлять план земельного участка. Карты этого периода посвящены земельным ресурсам и их использованию. Здесь приоритет

принадлежит египтянам. Среди древнеегипетских карт есть планы угодий и планы различных строений, рудников, схемы ирригационных систем.

В Древнем Египте и Греции появились два направления в картографии. Первое представляли египетские землемеры – геометры, занимавшиеся съемками небольших участков земли и планированием сооружений. Представители другого направления изучали природу и форму Земли в целом, решали задачи, связанные с изображением выпуклой земной поверхности на плоскости.

География Древней Греции состояла из страноведения и космографии. Развитие первого направления было связано с развитием торговли и мореплавания. Второе направление выразилось в выдвижении различных естественно-научных теорий о происхождении и строении мира.

Одной из первых моделей Земли, предложенных греками, был круглый диск, слегка выпуклый посередине, омываемый бурно текущими водами реки – Океана. Среднюю часть диска занимали территории, населенные эллинами. В центре – гора Олимп, обитель богов. Над дискообразной Землей с рекой – Океаном – опрокинут неподвижный небесный свод, радиус которого равен радиусу Земли. В некоторых вариантах этой модели свод опирался на колонны, иногда его поддерживал титан Атлант.

По модели, предложенной Анаксимандром, Земля имеет форму отрезка круглой колонны, высота которой в три раза меньше ее диаметра. На верхней плоскости живут люди. Сама колонна находится в центре мироздания и ни на что не опирается. Демокрит во время своих путешествий обнаружил, что Земля продолговата и ее длина в полтора раза больше ширины.

Гипотезу о шарообразности Земли приписывают Пифагору. Ученый Евдокс сделал попытку доказать эту гипотезу научным путем: круглая тень на Луне во время ее затмения, расширение горизонта при подъеме в гору и т. п.

Считают, что именно Евдокс первым использовал гномон для определения широты места. Он высказал догадку, что если Земля шарообразна, то расстояние пунктов от экватора можно определить, используя соотношение продолжительности летнего и зимнего дней в дни солнцестояния.

Фалес Милетский предложил для построения карты звездного неба первую картографическую проекцию – гномоническую.

Пифей определял широту места с помощью гномона в день летнего солнцестояния. Считают, что он установил наличие беззвездной точки Северного полюса, образующую с тремя соседними звездами почти правильный четырехугольник.

Александрийский ученый Эратосфен из Кирены обобщил накопленные данные о поверхности земного шара. Ему приписывается введение самого термина «география». Он определил размер Земли с точностью, превзойденной лишь в конце XVIII в. Весь обитаемый мир Эратосфен разделил на 7 параллелей, или климатов. Перпендикулярно параллелям он провел 9 меридианов. Сетка параллелей и меридианов позволила ему вычертить карту земли обитаемой – Ойкумены.

Эратосфен предположил, что Ойкумена – известная грекам часть обитаемой суши – это небольшой остров среди обширного океана. Из этого он сделал вывод, что кроме этой Ойкумены должны существовать и другие обитаемые земли. Эратосфен выдвинул гипотезу о четырех массивах суши, отделенных друг от друга океанами и симметрично расположенных по обе стороны «жаркого необитаемого пояса» (экватора). Страбон приписывает эту гипотезу смотрителю Пергамской библиотеки Кратесу Малосскому. Тот изготовил большой глобус, на него нанес маршрут плавания героев «Одиссеи» и изобразил эти четыре массива суши.

Сфера Кратеса стала моделью символа царской власти – державы, шара, разделенного на четыре части и увенчанного крестом. Держава была символом власти и византийских императоров, и русских царей.

Считается, что ученые античности применяли ряд проекций для изображения поверхности шара на плоскости. Так, Страбон предложил принцип цилиндрической проекции. Древние астрономы использовали стереографическую, ортографическую и другие проекции для построения карт звездного неба.

Первым научным трудом по картографии считается восьмитомное «Руководство по географии» Клавдия Птолемея. Оно включало общее определение географии, инструкции для составления конической и псевдоконической проекций для карт мира, предложения о разделении общей карты мира на региональные карты большего масштаба.

Сохранились копии этого труда Птолемея с 12 картами Азии, 10 – Европы и 4 – Африки.

Известны варианты, содержащие 64 карты со списком географических объектов, количество которых доходит до 8000. Координаты этих объектов определялись с помощью двух систем: долгота и широта в градусах и в единицах времени, широта – по продолжительности наиболее длинного дня, долгота – в часах от начального меридиана. Начальный меридиан Птолемея проходил через «Счастливые» (Канарские) острова, а его карта мира простиралась на 180 градусов на восток до Китая.

Кроме карты Птолемея до нашего времени дошла «Поздняя копия дорожной карты Римской империи», названная исследователями «Пейтингеровой таблицей». Это свиток длиной 6,74 метра и шириной 34 сантиметра. На ней – известные римлянам страны от Британских островов до устья Ганга. Изображение намерено сжато с севера на юг. Моря вытянуты вдоль карты в виде узких лент. На таблице изображена сеть дорог с обозначениями станций.

Для измерения земельных наделов в Древнем Риме существовали землемеры. Во время раскопок в Помпее были обнаружены простейшие геодезические инструменты, использовавшиеся землемерами. Это «грома» – комбинация визирных линеек для построения прямых углов на местности, солнечные компасы, линейки, солнечные часы.

Император Константин содержал целый корпус гражданских землемеров. Главной их обязанностью было центуризировать земли, то есть деление земли на квадратные участки со стороной 2400 римских футов (1 римский фут = 294,9 мм). После построения сетки центурий землемер составлял карты соответствующих районов. Они гравировались на меди. Один экземпляр такой карты отсылался в императорский архив, другой оставался у местных властей. Кроме того, планы центурий наносились на специальные камни, лежащие на границах центурий.

В древности в Индии карты чертили на пальмовых листьях и коре дерева. В разных источниках упоминаются инструменты, использовавшиеся для съемок: гномон, линейки, шнуры и жезлы для измерения расстояний, вехи, бычья шкура для измерения площадей.

Хроника «Суриасиддханга» сообщает о создании в IV–V вв. н. э. глобуса из дерева с небесной сферой и главными кругами, изображенными при помощи бамбуковых палочек. В ней искусство картографии названо секретом богов, доступным избранным.

В «Брахмасиддханте» рассказывается о глобусе, на котором были показаны континенты, океаны, горы, реки, города.

Дошедшие до нас индийские карты чеканились на металле. Они хранились в храмах и использовались в ритуальных целях. Изображены были 7 материков и океанов. Сушу пересекали реки, изображена была флора и фауна.

С распространением христианства в Европе и Малой Азии возникли библейские представления о мироустройстве. Они во многом совпадали с представлениями эллинов. Так, в Ветхом Завете сказано, что Земля – это плоский круг, ограниченный куполообразным небесным сводом. Хотя в некоторых эпизодах она представлена как плоскость, имеющая концы, а небо зиждется на опорах и столпах, но не лежит непосредственно на Земле. По форме небо напоминает шатер, но иногда о нем говорится как о тонкой ткани, распростертой над Землей. В Библии сказано, что есть два Неба. Нижнее – Твердь небесная. К ней крепятся светила, ее противоположная плоскость – служит дном Небесного моря. Верхнее небо – крыша строения, состоящего из двух этажей. Это Вселенная.

Воды, сосредоточенные над Твердью небесной, проливаются на Землю дождем через особые окна.

Согласно Святому Писанию, посреди Земли стоит Святой город Иерусалим, Рай находится на Земле. Его омывают четыре реки: Тигр, Евфрат, Геон и Фисон.

В восточно-христианском богословии сложились две основные космогонические школы: антиохийская и каппадокийско-александрийская.

Представители антиохийской школы отвергали теорию шарообразности Земли, считали Землю плоской. Некоторые богословы, такие как Феодор Мопсуэстийский, считали форму Земли прямоугольной. Края неба при этом смыкались с Землей. Ефрем Сирийский считал Землю не прямоугольником, а плоским кругом. Теория плоской Земли отвергала возможность ее вращения.

Идея шарообразной Земли предполагала наличие антиподов – жителей противоположной стороны земного шара. Лактанций заявлял, что принять возможность существования антиподов – значит согласиться с тем, что есть люди, ходящие вверх ногами, деревья, растущие наоборот, моря и горы, висящие в воздухе, снег и дождь, падающие вверх.

Согласно другой, каппадокийско-александрийской школе, Земля – шар, заключенный внутри другого шара – небесной сферы. Последняя вращается вместе со светилами вокруг своей оси и вокруг Земли. В Византии географы использовали глобусы для изображения небесной сферы.

В Византии развивалась и практическая картография. Византия была крупнейшей морской державой, нужды мореплавания требовали создания пособий для моряков – периплов и лоций. Периплы – это описание морских плаваний вдоль берегов. В них приводились расстояния между портами. С изменением маршрутов обновлялись и периплы.

Для путешествий по суше были созданы итинерарии. Особо тщательно составлялись итинерарии для паломников к святым местам.

Византийцы пользовались специальными военными картами и планами.

Популярными в Византии были труды античного автора Клавдия Птолемея. К ним прилагались карты, имевшие сетку параллелей и разделенные на географические зоны. Их особенность заключалась в том, что ширина географических поясов постепенно увеличилась от 42 до 100 мм. Такая проекция напоминала появившуюся в XVI в. проекцию Герарда Меркатора.

На европейских географических картах раннего Средневековья были нарушены реальные пропорции. Для удобства изображения очертания суши и морей могли быть изменены. Они были вычерчены без соблюдения масштаба и координатной сетки. Но карты эти имели особенности, которых лишены современные карты.

На средневековых картах мира были изображены священные и земные исторические места. На них были изображения Рая и библейских персонажей. Там же помещалась Троя и государство Александра Македонского, провинции Римской империи и современные христианские государства. Таким образом, пространство

и время совмещались. Картина мира завершалась сценами Конца света, предсказанного в Библии.

Разные части света, страны и объекты обладали различным, по представлению средневековых жителей, статусом. Были места священные и проклятые. Среди последних жерла вулканов, считавшиеся входом в Геенну огненную.

Практически все сохранившиеся до сегодняшнего времени образцы западно-европейских карт, изготовленные до 1100 г., можно разделить на 4 группы.

К первой относятся чертежи, иллюстрирующие предложенное Макробием деление земной поверхности на зоны. Они появляются в рукописях с IX в. Их нельзя назвать картами в полном смысле этого слова.

Ко второй группе относятся простейшие схематические изображения, часто называемые картами типа Т-О или О-Т. Известный тогда мир изображен в виде круга, в который вписана буква Т, разделяющая его на три части. Восток находился в верхней части карты. Вверху находилась Азия, в двух нижних частях – Европа и Африка. На многих картах главные материки названы по именам сыновей библейского Ноя – Сима, Хама и Яфета, которым по разделу Земли после Всемирного потопа достались Азия, Африка и Европа. Иногда вместо их имен даны названия материков, на некоторых картах присутствуют оба названия.

Чертежи третьей группы похожи на карты типа Т-О, но более сложны. Их общий вид сопровождается пояснительными надписями и рисунками. В центре таких карт – Иерусалим.

Четвертую группу карт средневековой Европы составляли иллюстрации и комментарии к Апокалипсису, написанные в конце VIII в. испанским священником Беатом. На них мир разделен между 12 апостолами.

Помимо библейских сюжетов на картах изображались мифические земли, монстры и т. п.

В период Крестовых походов географические представления европейцев расширились. Это было отражено в Гересфордской карте мира (около 1275 г.), вычерченной на пергаменте, сделанном из кожи целого быка. Карта помещалась в алтаре Гересфордского кафедрального собора.

На других картах того времени было показано, как распределяются суша и водные массы обитаемого мира по природным зонам – тропическим, умеренным и полярной. На некоторых показаны пять климатических зон, или климатов Земли, на других – семь. Такие карты получили название «зональных», или «макробиевых». На них Земля шарообразная. Земной шар опоясывался двумя океанами – Экваториальным и Меридиональным.

Мусульманская география была ограничена рамками Корана. Она базировалась на представлениях о плоской Земле, на которой воздвигнуты горы и плещутся два моря, отделенные друг от друга специальной перегородкой. Арабы называли географию наукой о «почтовых сообщениях» или о «путях и областях». Из-за интенсивного развития астрономии и математики, выведших географию за пределы Корана, ее стали трактовать как математическую «науку о широтах и долготах». Основателем одной из картографических традиций стал ученый Абу-Зейд Ахмед ибн Сахл ал-Балхи, служивший при дворе персидских владык Сасанидов. Он написал «Книгу земных поясов», которая представляла из себя географический атлас с пояснительным текстом. Карты из этого атласа перешли в сочинения других авторов.

Эти карты чертились при помощи циркуля и линейки. Геометризм и симметрия преобладали в них над практическими знаниями. Геометрическая правильность очертаний искажала реальные очертания морей и суши. Дороги и реки изображались прямыми линиями. Сеть меридианов и параллелей отсутствовала, хотя в сопроводительных текстах были указания широты и долготы.

Условно-геометрическая традиция царила в арабской картографии до XIV века.

В арабских странах проводились исследования по определению размеров земного шара и измерению длины земного градуса. Помимо того, для религиозных нужд требовалось определение географических координат местности. Это было необходимо для строительства мечетей, которые обязательно должны быть ориентированы в сторону Мекки. Точных координат требовала и популярная в то время астрология.

В арабских астрономических трудах мы находим формулы, позволяющие вычислить координаты местности, таблицы широт и

долгот различных мест мира.

Для арабской картографии было характерно и сугубо религиозное картографирование. Были созданы так называемые «карты киблы», указывавшие правоверным мусульманам направление на Мекку, взор их во время ежедневных молитв, где бы они ни находились, должен был устремляться в том направлении. В центре таких карт было изображение мечети Кааба в Мекке. Вокруг было изображено 12 овалов, 12 михрабов исламского мира. Каждая часть была представлена наиболее известными городами.

В XIII в. люди поняли, что географические реалии лучше описывать графически, нежели в виде текста. Около 1250 г. монах Матвей Парижский составил дорожные карты Англии и Уэльса. Это были итинерарии, т. е. списки дорожных станций с указанием расстояний между ними, иллюстрациями.

Наиболее быстро развивалось морское картографирование. Периплы, т. е. описания маршрутов, можно использовать в основном для плавания в виду берегов, чтобы можно было следить за указаниями в документе об очередности портов и расстояний между ними в днях пути. Но для плавания в открытом море нужно знать направления между портами.

Уже в XII в. у арабов были детальные описания побережий с указанием расстояний и магнитных румбов между пунктами. Позже подобные карты у итальянцев получили название портоланов.

Такие карты фактически были ключом к заморским рынкам и колониям и обеспечивали своим владельцам богатство. На государственном уровне карты-портоланы были секретными, их свободное обращение исключалось. На испанских кораблях портоланы и навигационные карты должны были храниться прикрепленными к свинцовому грузу, чтобы при захвате судна неприятелем немедленно сброшенные в воду, пошли ко дну.

Основой карт-портоланов служила роза ветров. Вначале роза ветров была способом деления кругового горизонта. Из розы ветров прочерчивались лучи по числу основных компасных румбов. Сначала было 8 основных ветров, затем 12. Позже число ветров дошло до 32. На периферии карты на лучах основной розы изображались вспомогательные. Роза ветров использовалась для нанесения на карту

береговой линии, портов, а также для определения курсового магнитного румба.

Карты-портоланы первоначально применяли на морских торговых кораблях Италии и Каталонии, они охватывали те участки морей, по которым проходили торговые пути от Фландрии до Черного моря.

Затем морская картография стала развиваться в Голландии. Хорошо изучив побережье Северной Европы, голландцы создали морской атлас «Зеркало моряка». Его первый том вышел в 1584 г. Голландская Ост-Индская компания составила Секретный атлас, включавший 180 портоланов.

В 1492 г. Мартин Бехайм в сотрудничестве с художником Георгом Хольцшвером создал первый современный глобус Земли с диаметром около 50 см.

На нем были нанесены экватор, разделенный на 360 неоцифрованных частей, два тропика, арктический и антарктический полярные круги. Был показан один меридиан, поделенный на градусы. Протяженность Европы составляла  $234^\circ$  вместо  $131^\circ$ .

Расстояние от западной Европы до Азии было уменьшено с  $229^\circ$  до  $126^\circ$ .

Глобус Бехайма был последним отражением доколумбовых представлений о мире.

Даже имея первичные материалы съемок – навигационные описания, портоланы, судовые журналы, картограф-составитель не всегда мог связать их с имеющимися картами. Возможность определять неограниченное количество точек на поверхности Земли картографы получили лишь с изобретением метода триангуляционной съемки (триангуляции).

Принципы метода триангуляции сформулировал в 1529 г. математик Г. Ф. Регниер. В 1533 г. в своем труде «Книжка» он детально описал метод съемки обширного региона или целого государства с помощью триангуляции.

Баварский ученый Петр Апиан составлял различные географические карты, среди которых известны карта мира в сердцевидной проекции, карта Европы. В своем сочинении «Космография, или Полное описание всего мира» Апиан дал указания, как определять географические долготы путем измерения расстояний от Луны до звезд.

Триангуляция для картографических целей впервые была использована фламандским картографом Г. Меркатором, издавшим в 1540 г. карту Фландрии, состоящую из четырех листов. Триангуляционная съемка ознаменовала начало нового этапа в развитии картографии. Теперь появилась возможность оперативного внесения новых сведений в карты с точной локализацией данных. Появились новые картографические проекции. Проекция Меркатора, позволяющая прокладывать курсы судов по прямой линии, до сих пор используется в навигации.

В начале XVII в. в Нидерландской войне и в Тридцатилетней войне 1618–1648 годов происходили массовые перемещения войск на местности. Для их обеспечения требовалось детальное изучение ландшафта для составления карт. Особое внимание уделялось условиям проходимости местности для больших подразделений пехоты, кавалерии и артиллерии. В связи с этим в обязанность военных инженеров вменялось также делать съемки и рекогносцировку местности в топографических масштабах.

Поскольку было необходимо, чтобы военные карты имели хорошие измерительные свойства, уже в 1540–1570-х годах на картах, созданных военными инженерами, указывался масштаб. Первой картой, где строго соблюдался масштаб, считается план города Имола, составленный Леонардо да Винчи во время его службы у Цезаре Борджа в 1502–1504 годах.

Николо Тарталья в своей книге, изданной в 1546 г., отмечал важность угловых измерений для составления военных карт. Он описал компас с визирами, приспособленный для угловых измерений.

Исследованием отдельных картографических проекций в XVIII в. занимались математики Лагранж и Эйлер. Развитие военной картографии и увеличение объема топографических работ требовали создания математической основы крупномасштабных карт и введения системы прямоугольных координат. Для этого потребовалась новая картографическая проекция. Это привело К. Гаусса к созданию геодезической проекции.

Современные географические карты – плод тысячелетних трудов людей разных профессий: купцов, моряков, математиков, астрономов, инженеров, географов.

# Гидравлический пресс

Появление крупных паровых молотов выявило ряд недостатков, затруднявших их технологическое использование и эксплуатацию. Прежде всего, это проявилось в сильных ударах, сотрясающих почву, что стало опасным для целостности окружающих кузнечные цеха строительных сооружений, производственных построек и самих паровых молотов.

Перед инженерами и конструкторами встала задача создать принципиально новое кузнечное оборудование, свободное от указанных недостатков. Научно-техническая мысль пошла по пути конструирования кузнечных машин для обработки металлов давлением статического (неударного) действия. В результате были созданы гидравлические прессы, буквально перевернувшее кузнечное производство.

Появление гидравлических прессов относится к концу XVIII в. Их работа основана на законе Паскаля, гласящем, что внешнее воздействие на жидкость распространяется равномерно во все стороны. В 1795 г. английский механик Дж. Брама, владелец крупного машиностроительного предприятия в предместье Лондона Пимлико, взял патент на гидравлический пресс, предназначенный для выполнения различных тяжелых работ. Пресс состоял из большого и прочного цилиндра с поршнем внутри. Цилиндр сообщался с нагнетательным насосом. Вода перегонялась в цилиндр, постепенно приподнимая поршень. В процессе работы над прессом изобретатель разрешил ряд сложных технических проблем. Одна из них состояла в обеспечении герметичности между поршнем и стенками цилиндра. При действии поршня вода в больших количествах просачивалась через зазор в другую часть цилиндра, не обеспечивая нужного давления. Эту задачу помог разрешить Бrame его сотрудник, будущий известный изобретатель и машиностроитель Г. Модели. Он предложил уплотнение поршня в виде самоуплотняющегося манжета, без которого гидравлический пресс фактически не мог действовать. Для этого Модели поставил кольцеобразный вкладыш из крепкой кожи, выпуклый сверху и вогнутый снизу. При заполнении цилиндра водой

под высоким давлением края кожного манжета раздвигались, плотно прижимаясь к поверхности цилиндра, и закрывали собой зазор.

Построенный Дж. Брамой пресс вначале использовался для перемещения и подъема тяжелых металлических конструкций. Так, Дж. Стефенсон применил его для поднятия гигантских конструкций строящегося через реку Темзу Британского моста. Каждый пресс воспринимал на себя нагрузку в 1114 тонн. С помощью гидравлического пресса Брамы был спущен на воду крупный пароход «Great Easten». Пресс применяли для разрезания железных полос, вытаскивания плотинных свай, корчевания деревьев и выполнения других работ, требующих сверхмощных механизмов.

В конце XVIII – начале XIX в. гидравлический пресс применялся в сельском хозяйстве для пакетирования сена, получения виноградного сока, отжима масла.

В 1797 году Дж. Брама выдвинул идею применения гидравлического пресса для изготовления свинцовых труб путем продавливания металла через кольцевидное отверстие матрицы.

Однако практическая реализация этого проекта была осуществлена другим инженером, Т. Бурром, построившим в 1820 г. гидравлический пресс для прессования свинцовых труб. На конце плунжера располагался пресс-штемпель, диаметр которого был немного меньше внутреннего диаметра контейнера. Это было необходимо для того, чтобы пресс-штемпель мог свободно перемещаться в контейнере. На торце пресс-штемпеля укреплялась стержневидная оправка или игла, диаметр которой соответствовал внутреннему диаметру прессуемой трубы. Внешний диаметр свинцовой трубы определялся диаметром матрицы. Перед прессованием пресс-штемпель опускался в крайнее нижнее положение, затем в контейнер заливался жидкий свинец. После застывания металла в верхней части контейнера устанавливалась матрица, ввинчивающаяся в специальное гнездо с нарезкой. Процесс прессования начинался с подъема плунжера и связанного с ним пресс-штемпеля, в результате чего в контейнере создавалось гидростатическое давление, значительно повышающее пластичность металла. В результате из контейнера выпрессовывалась бесшовная свинцовая труба с заданными значениями внешнего и внутреннего

диаметров. Этот метод получил впоследствии название метода прямого прессования.

Т. Бурр впервые доказал возможность и перспективность гидравлического пресса для обработки металлов и сплавов. Теперь к гидравлическому прессу приковано внимание металлургов – технологов, стремившихся использовать возможности нового технического средства в различных производствах. К середине XIX в. определились два основных направления применения гидравлического пресса: первое – для продавливания (экструдирования) металла из контейнера пресса через матрицу и второе – для изменения формы металлической заготовки путем воздействия на нее бойков и штампов пресса.

В основу процесса экструдирования положено свойство металла повышать пластичность при высоком гидростатическом давлении. До 90-х годов XIX в. метод экструзии применяли исключительно для обработки высокопластичных металлов – свинца, олова и их сплавов. Полуфабрикатами для экструдирования служили трубки и прутки. С 70-х годов XIX в. возникает новая область использования экструзионных прессов – электрокабельное производство. В 1879 г. французский инженер Барелл сконструировал гидравлический пресс для наложения свинцовой оболочки на электрический кабель, что позволило соединить страны и континенты телефонными и телеграфными кабелями. Разработанный Барелл способ наложения защитной оболочки на электрические кабели сохранился до сих пор.

Развитие процесса экструдирования побудило инженеров-металлургов перенести полученный опыт на прессование труднодеформируемых металлов. Особенно большой спрос был на трубы из меди и ее сплавов. Впервые проблему прессования медных труб и прутков осуществила в 1893 г. фирма «Троус Коппер Компани», построившая специальный пресс высокого давления. Для прессования применяли нагретую до температуры 850 °С медную заготовку. Ее помещали в вертикальный контейнер гидравлического пресса. Затем сверху в контейнер опускался плунжер, соединенный с гидросистемой пресса, который прошивал заготовку в центре. При этом металл выпрессовывался вверх, образуя короткий полый цилиндр. Так появился обратный метод прессования металла.

Прессование стало важной областью обработки металлов давлением. С 40–50-х годов XIX в. предпринимались попытки использовать гидравлический пресс для ковочно-штамповочных работ. В 1851 г. гидравлический ковочный пресс экспонировался на Международной промышленной выставке в Лондоне. Этот пресс, снабженный четырьмя гидравлическими цилиндрами, обеспечивал давление в 1500 тонн и предназначался для штамповки небольших предметов малой толщины.

Начало промышленному применению гидравлических прессов положил английский инженер, директор мастерских государственных железных дорог в Вене Дж. Газвелл. Предприятие было расположено в черте города, вблизи жилых построек, и установка на нем парового молота оказалась невозможной. Газвелл спроектировал пресс, который в 1859–1861 гг. был изготовлен и установлен в железнодорожных мастерских. Этот пресс обслуживался мощной паровой машиной двойного действия с горизонтальными цилиндрами диаметром 1200 миллиметров. Благодаря значительной разнице между диаметрами парового и гидравлического цилиндров, удалось создать высокое давление – 400 атмосфер. Вода насосами накачивалась в рабочий цилиндр пресса, плунжер которого приводил в действие подвижную траверсу с укрепленным на ней верхним бойком или штампом. Движение подвижной траверсы направлялось четырьмя массивными колоннами. Подъем траверсы осуществлялся штангой, связанной с поршнем небольшого гидравлического цилиндра, расположенного над прессом.

Стол пресса Газвелла был снабжен наковальней, которую при необходимости можно было менять. Управление прессом производилось вручную при помощи рычагов. Пресс мог осуществлять периодическое и непрерывное давление с различной скоростью. Он предназначался для штамповки паровозных деталей.

Первые построенные Газвеллом гидравлические прессы были мощностью 700, 1000, 1200 тонн. Позже были изготовлены более крупные прессы. Они успешно демонстрировались на Всемирных промышленных выставках в Лондоне (1862 г.) и в Вене (1873 г.).

Для того чтобы увековечить выдающееся изобретение Газвелла, чертежи его первых прессов были переданы на хранение в консерваторию искусств в Вене.

Пресс Газвелла предназначался для штамповки деталей. Поэтому во второй половине XIX в. велась работа над созданием специального гидравлического прессы дляковки слитков. Основоположником этого направления стал английский инженер и предприниматель Дж. Витворт. В 1865 г., ознакомившись с работами Газвелла, он применил гидравлический пресс для прессования жидкой стали с целью получения однородного беспузырчатого слитка. Продолжая исследования в области прессования, Витворт стремился использовать гидравлические прессы для получения необходимых полуфабрикатов и готовых изделий непосредственно из слитков.

В 1875 г. Витворт запатентовал во Франции гидравлический пресс. Он состоял из 4 колонн, укрепленных в фундаментной плите. На верхней части колонн располагалась неподвижная траверса с двумя гидравлическими подъемными цилиндрами. Они перемещали вверх и вниз подвижную траверсу, в нижней части которой был установлен штамп.

Оригинальность этого изобретения состояла в том, что были соединены подвижная траверса, несущая гидроцилиндр, и приспособление для быстрого подъема, спуска и установки траверсы в нужном положении. Такая компоновка при коротком ходе поршня позволяла обрабатывать изделия различной высоты. В прессе был предусмотрен механизм для поворачивания заготовки, что помогало более равномерно обрабатывать заготовки по всему объему.

Пресс Витворта впервые был применен дляковки слитков в 1884 г. Тогда ковка орудийных стволов велась при помощи паровых молотов. С появлением прессы Витворта они стали отходить на задний план. Преимущества гидравлических прессов перед паровыми молотами были бесспорны. Так, дляковки орудийного ствола из слитка массой 36,5 тонн на 50-тонном паровом молоте требовала 3 недели работы и 33 промежуточных нагрева слитка. Использование гидравлического прессы дляковки слитка массой 37,5 тонн сократило срокковки до 4 дней при 15 промежуточных нагревах.

Прессы Витворта широко применялись не только дляковки слитков, но и в производстве броневых плит, изготовлении стволов артиллерийских орудий, крупных валов. Они выпускались мощностью 2000, 5000 и 10 000 тонн. Крупнейшим был пресс мощностью 14 000 тонн, установленный в 1893 г. на Вифлеемском заводе в США. Для

привода этого пресса применялись паровые двигатели мощностью 16 000 л. с. Колонны пресса, поддерживающие верхнюю траверсу, располагались на расстоянии 4,4 м друг от друга. Пресс имел два гидравлических цилиндра диаметром 1270 мм. Ход поршня составлял 1430 мм.

В конце XIX в. происходила замена тяжелых паровых молотов гидравлическими ковочными прессами. В 1893 г. был демонтирован 125-тонный молот на Вифлеемском заводе в США. Завод Круппа в Эссене заменил 75-тонный паровой молот 2000-тонным прессом. Отказался от 108-тонного молота завод в Терни (Италия), установив вместо него 4500-тонный пресс.

К концу 20-х – началу 30-х годов XX в. в Германии создаются новые конструкции тяжелых гидравлических прессов. В 1930 г. был построен самый крупный на то время гидравлический штамповочный пресс мощностью 6300 тонна-сил (61,8 МПа) для изготовления авиационных деталей из легких сплавов. В 1931 г. в Германии же были построены два штамповочных пресса мощностью 15 000 тонна-сил (147 МПа). В 1939 г. французские машиностроители строят пресс мощностью 20 000 тонна-сил (196 МПа).

Среди наиболее важных усовершенствований, повысивших эффективность работы прессов, следует отметить введение в схему привода мультипликатора (от латинского «умножающий», «увеличивающий»). Мультипликатором служил паровой цилиндр. Он устанавливался в верхней части пресса. Его поршень при помощи штока соединялся с гидравлическим цилиндром. Для того чтобы произвести нажатие на поковку, в верхнюю часть мультипликатора впускался пар под давлением 6–10 атм. За счет введения мультипликатора можно было довести рабочее давление до 600 атм.

Прессы, оснащенные мультипликатором, получили название парогидравлических. Их стоимость по сравнению с чисто гидравлическими, оснащенными насосами и аккумуляторами высокого давления, была значительно ниже. Но эксплуатация парогидравлических прессов сопряжена с большим расходом пара.

У гидравлического пресса с насосным приводом в отличие от парогидравлического есть возможность осуществлять непрерывный рабочий ход. У гидравлического пресса с аккумулятором сеть, подводящая воду, постоянно находится под высоким давлением (250–

300 атм). Установка с мультипликатором имеет более короткую сеть, находящуюся под давлением лишь во время рабочего хода. Это позволило увеличить давление воды до 400–600 атм. Такое высокое давление позволило значительно уменьшить диаметр рабочих цилиндров парогидравлических прессов, сделав их более компактными и дешевыми.

Интенсивное развитие серийного и массового производства автомобилей в 40–50-е годы XX в. вызвало рост удельного веса процессов объемной и листовой штамповки. А применение прессовых кузнечных машин подняло эти процессы на более высокий уровень. На автомобильных и тракторных заводах стала использоваться высокопроизводительная горячая штамповка в многоручьевых штампах. В автомобильной, тракторной, вагоностроительной, судостроительной, авиационной и других отраслях промышленности широкое применение нашла листовая холодная штамповка.

Распространение штамповки повысило эффективность производства по сравнению с ковкой за счет увеличения производительности и за счет значительной экономии металла.

В 50-е годы XX в. в СССР были разработаны мощные гидравлические штамповочные прессы. На Уральском заводе изготовили 2 гидравлических прессы усилием 294 МН. Новокраматорский машиностроительный завод (НКМЗ) в 1960 г. выпустил уникальные штамповочные прессы 735 МН. Для их изготовления была применена принципиально новая технология соединения основных элементов прессы: станина и поперечины были собраны из катаных и кованных плит, соединенных электрошлаковой сваркой.

В 1976 г. НКМЗ изготовил для Франции пресс усилием 637 МН. В его конструкцию были внесены некоторые усовершенствования по сравнению с прессами 735 МН. Они обеспечили большую жесткость конструкции.

Кромековки, гидравлические прессы широко применяются для прессования металлов экструдированием. После создания в 1894 г. А. Диком экструзионного гидравлического прессы высокого давления процесс прессования получил распространение на предприятиях цветной металлургии. Прессование применялось для обработки пластичных металлов и сплавов – меди, латуни, алюминия и его

сплавов, магния и его сплавов, медно-никелевых сплавов и других материалов.

В XX в. прессование является составной частью процессов обработки титана, бериллия, новых легких и специальных сплавов. Процесс прессования через матрицу оказался наиболее экономичным для получения профилей, прутков, проволоки и труб из цветных металлов. Он обеспечивает высокую точность параметров изделий.

В процессе развития прессового производства создавались новые виды прессов. Стали применяться вертикальные прессы. Хотя они более сложны в эксплуатации и уступают горизонтальным в мощности, у них есть свои преимущества: низкая стоимость, меньшая площадь, возможность изготовления труб с минимальной разностенностью и малого диаметра. Вертикальные прессы имеют большую производительность и меньшие отходы.

В последние десятилетия процесс прессования применяется для обработки труднодеформируемых материалов – сталей, титановых сплавов, вольфрама и молибдена.

# Гидроэлектростанция

Люди очень давно научились использовать энергию воды для того, чтобы вращать рабочие колеса мельниц, станков, пилорам. Но постепенно доля гидроэнергии в общем количестве энергии, используемой человеком, уменьшилась. Это связано с ограниченной возможностью передачи энергии воды на большие расстояния.

С появлением электрической турбины, приводимой в движение водой, у гидроэнергетики появились новые перспективы.

Первой электростанцией трехфазного тока была Лаутенская гидроэлектростанция. На ней были установлены два одинаковых трехфазных синхронных генератора. Фазное напряжение при помощи трансформаторов повышалось с 50 до 5000 вольт. Ее электроэнергия использовалась для питания осветительной сети города Хейльбронна, а также ряда небольших заводов и мастерских. Понижительные трансформаторы устанавливались непосредственно у потребителей. Эта первая в мире промышленная установка трехфазного тока была запущена в эксплуатацию в начале 1892 г. Использование энергии вод в этой установке показало возможность использования гидроресурсов, отдаленных от промышленных центров. С тех пор число гидроэлектрических установок все время возрастает. Например, в 1892 г. Н. Н. Бенардос предложил организовать электроснабжение Петербурга путем утилизации энергии Невы на специально построенных электрических станциях (мощностью до 20 000 л. с.). В 1893 г. Н. С. Лелявский разработал схему использования гидроэнергии Днепровских порогов. В. Н. Чиколев, пропагандировавший еще в начале 80-х годов XIX в. использование водяных турбин в качестве первичных двигателей электростанций, в 1896 г. совместно с Р. Э. Классоном построил в Петербурге на р. Охта гидроэлектростанцию и линию электропередач трехфазного тока.

В течение 90-х годов XIX в. гидроэнергия играет все более заметную роль в электроснабжении. С каждым годом возрастало число крупных гидроэлектростанций.

В конце XIX в. были сооружены: Рейнфельдская гидроэлектростанция (Германия, 1898 г.) мощностью 16 800 кВт при

напоре воды 3,2 м, Ниагарская (США) мощностью 50 тыс. л. с. при напоре 41,2 м, Жонажская (Франция, 1901 г.) мощностью 11 200 л. с. В начале второго десятилетия XX в. были пущены в ход гидроэлектростанции Аугст-Виллен (Германия, 1911 г.) мощностью 44 тыс. л. с., Кеокук (США, 1912 г.) мощностью 180 тыс. л. с. Качество турбинного оборудования было еще недостаточно высоким, КПД колебался в пределах 0,8–0,84. Не совершенными были формы и конструкции гидросооружений, что объясняется недостаточной изученностью вопросов инженерной гидравлики и гидротехники. Поэтому некоторые ГЭС, построенные в эти годы, в последующем подверглись более или менее серьезной реконструкции.

В дореволюционной России гидроэлектростанций было мало. Первой была установка на Охтинском заводе в Петербурге мощностью 350 л. с. (1896 г.). Кроме того, действовали ГЭС «Белый уголь» на р. Подкумок (1903 г.) мощностью 990 л. с., напряжением 8000 В, Гиндукушская ГЭС (1909 г.) на р. Мургаб, мощностью 1 590 л. с. Кроме того, действовали несколько более мелких по мощности (Сашнинская, Аллавердинская, Тургусунская, Сестрорецкая и др.). Общая мощность гидростанций дореволюционной России составляла 8000 кВт.

Рассмотрим основные виды ГЭС.

*Деривационные ГЭС.* В них существенная (а иногда и большая) часть напора создается посредством деривационных водоводов, являющихся искусственными сооружениями в виде открытых каналов, лотков, туннелей или трубопроводов. Водяные турбины ставятся на деривационном водоводе. Такие ГЭС подходят для горных рек.

*Приплотинные ГЭС.* Они устроены так, что напор в них создается посредством специально сооруженной плотины, которая, подпирая уровень воды, образует верхний бьеф. Здание ГЭС обычно располагается вблизи плотины: вода из водохранилища поступает к турбинам по напорным водопроводам, проходящим через тело плотины, либо под плотинной, либо непосредственно из верхнего бьефа. После использования вода из турбин отводится в русло. Для пропуска избытков воды устраиваются особые водосливные плотины. К этому типу ГЭС относятся ДнепроГЭС и Волжская имени В. И. Ленина.

На некоторые ГЭС в турбинных блоках сделали отверстия для холостых сбросов паводковых вод и подведения воды к турбинам. Эти ГЭС называются совмещенными. В гидроэлектростанциях встроенного типа агрегаты размещаются в теле бетонной плотины, так что необходимость сооружения особого машинного здания отпадает.

На современных средних и крупных гидроэлектростанциях, а также на многих мелких ГЭС широко применяются методы автоматики и телемеханики, причем на некоторых ГЭС полностью автоматизированы пуск, регулирование, управление и остановка агрегатов, а также управление затворами гидросооружений и напорных водотоков. Эти операции могут производиться телемеханически, т. е. диспетчерским персоналом пунктов управления. Многие ГЭС работают без персонала, управляются на расстоянии (например, с другой станции каскада либо с диспетчерского пункта). На отдельных автоматизированных ГЭС управление и поддержание нужного режима работы осуществляются при помощи автооператоров, выполняющих свои функции по заранее намеченным для них планам и графикам. На полностью автоматизированных ГЭС, управляемых дистанционно или посредством автооператоров, надзор за оборудованием осуществляется путем периодических инспекторских осмотров ГЭС. При какой-либо аварии подается сигнал дежурному для восстановления нормального режима работы ГЭС.

Достоинства и преимущества гидроэлектростанций по сравнению с тепловыми электростанциями весьма значительны и состоят прежде всего в том, что ГЭС экономят топливо, рационализируют топливный баланс, содействуют экономическому развитию районов, не обеспеченных достаточными топливными ресурсами. Конструкция агрегатов гидроэлектрических станций проще, чем агрегатов тепловых электрических станций, а процесс производства электрической энергии на гидроэлектростанциях значительно менее сложен, чем на тепловых станциях.

Работа гидроэлектростанции не связана с таким количеством отходов, как работа ТЭС. Строительство гидроэлектростанций приводит к рациональному решению не только энергетической проблемы, но и ряда иных проблем, имеющих большое значение. Среди них – проблемы судоходства, ирригации и мелиорации земель,

водоснабжения, рыбного хозяйства и очень важная проблема преобразования природы.

Опыт эксплуатации первых гидроэлектростанций показал, что они имеют большую маневренность, хорошую надежность работы и малые эксплуатационные расходы, не требуют многочисленного обслуживающего персонала и допускают полную автоматизацию процесса производства электроэнергии с весьма широкими возможностями телеуправления. Современные гидравлические турбины обладают КПД, достигающим до 0,93. Энергия, производимая гидроэлектростанциями, дешевле, чем электроэнергия, доставляемая тепловыми электростанциями.

В техническом и эксплуатационном отношении очень важно, что гидроэлектрические установки обладают большой маневренностью. Эта особенность гидроагрегатов имеет существенное значение для крупных энергетических систем, так как резкий прирост нагрузки, в том числе при аварийных сбоях в системе, можно быстро компенсировать включением резервных гидроагрегатов. Таким образом, гидроагрегаты оказались очень удобными для покрытия пиков нагрузки в системах, в которых работают как тепловые, так и гидравлические станции.

Недостатком гидравлических станций является их «локальность», т. е. возможность эффективного строительства гидроэлектростанций только в относительно немногих районах. Эта локальность преодолевается передачей энергии на расстояние электрическим током, однако в некоторых случаях транспорт энергии путем перевозки топлива экономически эффективнее, особенно при применении нефтепроводов и газопроводов. Первоначальные затраты на сооружение ГЭС выше, чем на тепловые электростанции.

Большим недостатком равнинных ГЭС является отчуждение земель, затопляемых водохранилищем. Постепенно происходит размывание берегов искусственных водоемов, их заиливание, нарушение экологического равновесия в зоне водохранилищ.

## Двигатель внутреннего сгорания

Создатели первых двигателей внутреннего сгорания отталкивались от конструкции паровой машины. Еще в 1860 году французский механик Этьен Ленуар построил газовый двигатель, напоминавший паровую машину. Он работал на смеси светильного газа и воздуха. Для зажигания служили две электрические свечи, ввернутые в крышки цилиндра. Двигатель Ленуара – двусторонний (или, как принято говорить, двойного действия; рабочий процесс происходит с двух сторон поршня) и двухтактный, т. е. полный цикл работы поршня осуществляется за два хода. При первом ходе происходят впуск, воспламенение и расширение смеси в цилиндре (рабочий ход), при втором ходе – выпуск отработавших газов. Впуском и выпуском управляет задвижка-золотник, а золотником – эксцентрик, смонтированный на валу двигателя.

В отличие от паровых двигателей, газовые двигатели не требовали разведения пара, обслуживать их было сложно. Но масса нового двигателя оставалась почти такой же, как и у паровой машины. Единица выработанной мощности двигателя обходилась в 7 раз дороже, чем у паровой машины. Только половина теплоты сгоревшего газа совершала полезную работу, т. е. коэффициент полезного действия двигателя составлял 0,04. Остальное уходило с отработавшими газами, тратилось на нагрев корпуса и отводилось в атмосферу. Когда частота вращения вала достигала 100 об/мин, зажигание становилось ненадежным, двигатель работал с перебоями. На охлаждение расходовалось до 120 м<sup>3</sup> воды в час. Температура газа доходила до 800 °С. Перегрев вызывал заедание золотника. Несгоревшие частицы смеси засоряли каналы впуска-выпуска.

Причина низкой производительности двигателя заключалась в самом принципе его действия. Давление воспламененной смеси не превышало 5 кг/см<sup>2</sup>, а к концу рабочего хода снижалось втрое. Одноцилиндровый двигатель объемом 2 л при таком давлении, частоте вращения вала 100 об/мин и КПД 0,04 мог развивать мощность не более 0,1 кВт. Другими словами, лемуаровский двигатель был в тысячу раз менее производителен, чем двигатель нынешнего автомобиля.

Сделать газовый двигатель более эффективным удалось в 1876 году служащему коммерческой фирмы Николаю-Августу Отто из Кёльна совместно с Евгением Лангеном.

Полученный Отто патент был в 1889 году аннулирован, так как четырехтактный цикл якобы обосновал ранее француз Л. Бо-де-Роша. Лишь посмертно заслуги Отто признала мировая техническая общественность, цикл назвали его именем.

Наблюдая работу газового двигателя, Отто пришел к выводу, что сможет добиться более производительной работы, если будет зажигать смесь не на середине хода поршня, а в его начале. Тогда бы давление газа при сгорании смеси действовало на поршень в течение всего хода. Для наполнения цилиндра смесью до начала хода Отто поступил следующим образом: вращая маховик вручную, он наполнил цилиндр и включил зажигание лишь в тот момент, когда поршень вернулся в исходное положение. Маховик резко «взял» обороты, а до этого сгорание смеси задавало ему лишь слабый толчок. Отто не придавал значения тому, что смесь была сжата перед зажиганием, он считал улучшение процесса результатом продолжительного расширения смеси в процессе сгорания.

Отто понадобилось 15 лет, чтобы сконструировать экономичный двигатель с КПД, равным 0,15. Двигатель назвали четырехтактным, так как процесс в нем совершался в течение четырех ходов поршня и соответственно двух оборотов коленчатого вала. Золотник в нужный момент открывал доступ в цилиндр от запальной камеры, где постоянно горел газ. Происходило зажигание смеси. Золотниковое распределение и зажигание горелкой не применяются в современных двигателях, но цикл Отто полностью сохранился до наших дней. По этому принципу работает подавляющее большинство автомобильных двигателей.

Итак, при первом такте поршень удаляется от исходной «мертвой точки» – головки цилиндра, создавая в нем разрежение, при этом засасывается приготовленная особым прибором (карбюратором) горючая смесь. Выпускное отверстие закрыто. Когда поршень достигает нижней «мертвой точки», закрывается и впускное. При втором такте закрыты оба отверстия. Поршень, толкаемый шатуном, идет вверх и сжимает смесь. Третий такт – рабочий ход. В начале его происходит зажигание сжатой смеси. Движение поршня через шатун

преобразуется во вращение коленчатого вала. Оба отверстия закрыты. Давление в цилиндре постепенно уменьшается до атмосферного. При четвертом такте маховик, получив импульс движения, продолжает вращаться, шатун толкает поршень и вытесняет отработавшие газы в атмосферу через открывшееся выпускное отверстие, впускное закрыто.

Инерции маховика хватает на то, чтобы поршень совершил еще три хода, повторяя четвертый, первый и второй такты. После них вал и маховик снова получают импульс. При пуске двигателя первые два такта происходят под действием внешней силы. Во времена Отто и еще в течение полувека маховик проворачивали вручную, а теперь его вращает электродвигатель – стартер. После первых рабочих ходов стартер автоматически отключается и двигатель работает самостоятельно.

Впускное и выпускное отверстия открывает и закрывает распределительный механизм. Своевременное воспламенение смеси обеспечивает система зажигания. Цилиндр может быть расположен горизонтально, вертикально или наклонно, процесс работы двигателя от этого не меняется.

К недостаткам двигателя Отто относят его тихоходность и большую массу. Увеличение числа оборотов вала до 180 в минуту приводило к перебоям в работе и быстрому износу золотника. Давление в цилиндре требовало мощного кривошипного механизма и стенок цилиндра, поэтому масса двигателя достигала 500 кг на 1 кВт/ч. Для размещения всего запаса газа нужен был огромный резервуар. Все это предопределило неудачу: газовый двигатель Отто, так же как и первый его вариант, был непригоден для установки на автомобиль, однако получил широкое распространение в стационарных условиях.

Двигатель внутреннего сгорания стал пригодным для применения на транспорте, после того как изобрели жидкое топливо, он приобрел быстроходность, компактность и легкость.

Наибольший вклад в его создание внесли технический директор завода Отто в Дойце Г. Даймлер и его ближайший сотрудник В. Майбах, позднее основавшие собственную фирму.

Поначалу Даймлера увлекало конструирование машины. Потом возникла мысль о постройке второго, третьего вариантов машины, исходя из опыта работы над предыдущей, и о ее продаже.

Но прежде чем конструировать и строить самодвижущуюся повозку, нужно было создать для нее двигатель.

Первый двигатель Даймлера годился и для транспортного, и для стационарного применения. Работал на газе и на бензине. Все позднейшие конструкции Даймлера рассчитаны исключительно на жидкое топливо. Скорость вращения вала двигателя, обеспечиваемую, в частности, интенсивным воспламенением смеси, Даймлер справедливо считал главным показателем работы двигателя на транспортной машине. Скорость вращения вала двигателя Даймлера была в 4–5 раз выше, чем у газовых двигателей, и достигала 450–900 об/мин, а мощность на 1 л рабочего объема – вдвое больше. Соответственно могла быть уменьшена масса. Появился закрытый картер (кожух) двигателя, заполненный смазочным маслом и защищавший подвижные части от пыли и грязи. Охлаждению воды в окружающей двигатель «рубашке» способствовал пластинчатый радиатор. Для пуска двигателя служила заводная рукоятка. Теперь имелось все необходимые составляющие для создания легкого самодвижущегося экипажа – автомобиля.

Первые двигатели Бенца имели скорость вращения вала, не превышающую 400 об/мин. Кривошипный механизм был открытым, как у стационарных двигателей. Электрическое зажигание в двигателе было сходным с зажиганием современных двигателей.

Было сложно наращивать мощность двигателя: увеличение диаметра цилиндра влекло за собой возрастание сил, действующих на его стенки и на детали кривошипного механизма. А при увеличении длины хода поршня росли размеры кривошипа, и цилиндр было трудно разместить на автомобиле. Все это влекло за собой увеличение массы двигателя.

И у конструктора возникла мысль увеличить количество цилиндров. Даймлер сконструировал двухцилиндровые (V-образными) двигатели. В 1891 г. он построил первый 4-цилиндровый двигатель.

Количество цилиндров обеспечивало не только компактность двигателя при увеличении его мощности, но и обеспечивало плавность хода. Вместе с тем возрастала сложность конструкции двигателя.

К концу XIX в. 1-, 2-, 4-цилиндровые двигатели выпускались многими фирмами. Каждая фирма стремилась сделать свои цилиндры взаимозаменяемыми. Это позволило бы наладить массовое

производство и упростить замену в случае повреждения. Головку цилиндра пытались сделать съемной, но трудно было обеспечить герметичность зазора. Тогда цилиндры стали отливать заодно с головкой, а для доступа к клапанам делали лючки с пробками. Рубашка водяного охлаждения была съемной.

Важную роль в двигателе играла система распределения, наполняющая цилиндры горючей смесью и очищающая их от газов. У первых двигателей впуск смеси в цилиндр осуществлялся автоматическим клапаном на стержне. Он открывался благодаря разрежению в цилиндре при впуске смеси, а все остальное время удерживался в закрытом положении пружиной и давлением в цилиндре. Выпускной клапан управлялся при помощи эксцентрика. Увеличение числа цилиндров привело к созданию кулачкового вала с приводом от коленчатого вала. В нужный момент кулачки приподнимали стержни клапанов, а при дальнейшем движении кулачка пружина удерживала клапан закрытым.

Хотя автомобильный двигатель можно охлаждать и потоком встречного воздуха, более эффективным оказалось водяное охлаждение. Долгое время были популярны змеевиковые радиаторы, часто опоясывавшие капот двигателя. В 1901 г. на «мерседесе» впервые был установлен сотовый радиатор с большой поверхностью охлаждения. В конце XIX в. появились водяные насосы, вращавшиеся от коленвала. Для продувки воздуха через радиатор применили радиатор.

Смазка двигателя осуществлялась при помощи разбрызгивания. Черпачки на нижних головках шатунов взбалтывали масло в картере и смазывали им цилиндры и подшипники.

Для распыления бензина применялись хитроумные приспособления, такие как карбюратор Маркуса. Его работа напоминала процесс стряхивания краски со щетки. А во взбалтывающем карбюраторе Бенца воздух проходил через бензин в баке. По мере расходования бензина смесь становилась беднее.

В конце концов остановились на карбюраторе, работавшем по принципу пульверизатора. Пульверизационный карбюратор Бенца и Майбаха состоял из поплавковой и смесительной камер. В поплавковой камере автоматически поддерживался постоянный уровень топлива. Благодаря разрежению бензин выходил из жиклера

смесительной камеры распыленной струей. Схожая конструкция применяется и до сих пор.

Большие сложности были с зажиганием. На первом автомобиле Бенца были установлено ленуаровское зажигание, и он работал на ровной дороге в сухую погоду с запасом сухих элементов. Динамомашинка при малых оборотах не работала, поэтому для запуска двигателя было необходимо сильно раскрутить вал или разогнать автомобиль. Кислотный аккумулятор был тяжелым, заряд был малым.

До конца XIX в. на «Даймлерах» устанавливались платиновые калильные трубки, несмотря на их дороговизну и пожароопасность. Позже Даймлер применил на своих автомобилях магнитоэлектрическую машину инженера Боша. Она вырабатывала ток благодаря движению якоря в электрическом поле между полюсами магнита. В момент наибольшей силы тока электрическую цепь разрывала тяга, соединенная с якорем. Разрыв происходил в камере сгорания, вызывая искру, воспламеняющую смесь. Машину Боша называли «магнето высокого напряжения».

Пуск двигателя имел не меньшее значение, чем зажигание. Вращая рукоятку, нужно было преодолевать давление в цилиндрах двигателя. Обратные удары рукоятки травмировали руки водителей. Конструкторы принимали меры к тому, чтобы заменить рукоятку более удобным устройством. Простым и надежным оказался электромотор с шестеренкой, сцепляемой в нужный момент с зубчатым венцом на маховике двигателя. Маховик начинал вращаться и запускал двигатель. Стартер изобрел американский конструктор Ч. Кеттеринг.

Особую роль в развитии двигателей внутреннего сгорания сыграл немецкий инженер Рудольф Дизель. В 1892 г. он получил патент на двигатель нового типа, общие принципы работы которого изложил в брошюре «Теория и конструкция рационального теплового двигателя», вышедшей в 1893 году.

Предложение Дизеля сводилось к осуществлению в полости двигателя высокого сжатия воздуха с целью повышения его температуры выше температуры воспламенения горючего. Поданное в полость двигателя в конце хода сжатия горючее воспламенялось от нагретого воздуха и нагнетаемое постепенно, осуществляло процесс подвода тепла без изменения температуры в соответствии с циклом Карно. Произведя тепловой расчет своего двигателя мощностью 100 л.

с., Дизель получил в конце сжатия температуру 1 073 °С, давление 250 атм и КПД, равный 0,73.

Предлагая свой рациональный двигатель, Дизель считал, что широкое распространение его «будет противодействовать развитию централей», что мелкая промышленность будет размещаться вне больших городов, не будет «...централизованной в городах без света, без воздуха и без достаточного пространства...». Работа Дизеля получила широкий отклик среди ученых-теплотехников. Многие отрицательно высказывались об идее Дизеля. Но наряду с отрицательными отзывами имелось и восторженные, принадлежавших весьма авторитетным ученым, среди которых были К. Линде, Г. А. Цейнер и М. Шредер.

Положительные отзывы о работе Дизеля помогли ему заинтересовать два крупных предприятия: фирму Круппа и Общество аугсбургских машиностроительных заводов. В 1893 г. были подписаны договоры, по которым фирма Круппа брала на себя финансирование разработки нового двигателя; Аугсбургский завод предоставлял помещение и оборудование в одном из своих цехов.

Первый двигатель, отличавшийся рядом необычных свойств, был готов летом 1893 г. Он должен был работать на угольной пыли, вводимой в полость двигателя насосом в конце хода сжатия, когда давление в полости достигало 90 атм, а температура – 800 °С. Охлаждение двигателя отсутствовало, так как предполагалось, что горение не вызовет большого повышения температуры, а эффективность цикла будет настолько велика, что лишнее тепло будет успешно эвакуироваться из полости двигателя с выхлопными газами. Двигатель был запущен от трансмиссии и взорвался, чуть не покалечив изобретателя. В этом же месяце был готов второй двигатель. Дизель, учтя неудачу с первым опытным образцом, отказался от угольной пыли и применил водяное охлаждение. В этом двигателе удавалось получить лишь одну вспышку при впрыскивании бензина. В августе испытанию подвергся третий опытный двигатель, который уже делал несколько оборотов на холостом ходу. Испытания показали несовпадение результатов с предварительными расчетами Дизеля.

Дизель с исключительным остроумием вышел из казалось бы безвыходного положения. В ноябре 1893 г. он получил новый патент (являющийся дополнением к основному патенту), который

предусматривал метод регулирования мощности двигателя «...путем видоизменения характера кривой процесса сгорания...». При этом, несмотря на снижение давления в конце сжатия с 90 до 35–40 атм, в связи с чем температура в конце сжатия достигала величины 600 °С вместо 900 °С, в конце сгорания температура повышалась до 1500 °С. Это потребовало интенсивного охлаждения стенок цилиндра.

Упорные работы над усовершенствованием нового двигателя продолжались. Двигатель 1894 г. работал только на холостом ходу. Двигатель 1895 г. с распыливанием керосина от компрессора и хорошим водяным охлаждением был первым опытным двигателем, способным работать с небольшой нагрузкой. Только в 1896 г. испытание нового опытного образца принесло успех. Но в этом образце двигателя был сделан ряд отступлений от принципов, изложенных в брошюре Дизеля в 1893 г.: вместо угольной пыли – керосин, вместо насоса – компрессор, сжатие вместо 35 атм – 90 атм, вместо полного отсутствия охлаждения – интенсивное водяное охлаждение. Испытание опытного образца 1896 г. было проведено в начале 1897 г. М. Шредером и показало, что КПД двигателя не достиг расчетной величины: индикаторный КПД оказался равным 33,4 %, что при сравнительно низком механическом КПД (75,0 %) давало экономический КПД 25,0 %.

В то время КПД лучших газовых двигателей достигали 24,0 %, но они были связаны с источником газа (газогенератор, домна) и не могли работать на транспортных установках. КПД калоризаторных двигателей низкого сжатия не превышал 16,0 %.

После демонстрации на Парижской выставке 1900 г. двигателя Дизеля, усовершенствованного Аугсбургским заводом и получившего впоследствии название «дизель», ряд заводов приступили к «дизелестроению». Вначале дизели получили распространение в силовых установках небольших заводов и фабрик, но тенденция капиталистической концентрации стала предъявлять требования к повышению их мощности. Завод Зульцера, сконструировав двухтактный двигатель в первом десятилетии XX в., довел его мощность до 2400 л. с. Кроме Германии, дизели стали строить в Англии, Дании, Австро-Венгрии.

Сам Дизель вынужден был до конца своей жизни (1913 г.) защищать свои патентные права в ряде стран, так как горение при

постоянном давлении (правда, без высокого сжатия), к которому он постепенно пришел, было запатентовано рядом авторов в разных странах.

У дизеля есть существенные преимущества по сравнению с карбюраторным двигателем: он не нуждается в электрическом зажигании, может работать на более тяжелом и дешевом топливе. Расход топлива в дизеле в 1,5 раза меньше, чем у карбюраторного двигателя. Экономия достигается за счет более высокой степени сжатия.

Недостатками дизеля является применение дорогого насоса и форсунок. Высокое давление топлива требовало повышения прочности, а следовательно, и массы конструкции. Тяжелые детали ограничивали частоту вращения вала дизеля. В холодную погоду завести дизель было сложно. Дизели оказались более шумными, чем карбюраторные двигатели.

Все это ограничивало применение дизельных двигателей на легковых автомобилях. Но в конце 20-х – начале 30-х годов они устанавливались на автобусах и большегрузных автомобилях. Позже, во второй половине 30-х годов, в СССР был разработан быстроходный двигатель В-2, для средних танков Т-34 и тяжелых КВ и ИС.

Конструкции карбюраторного и дизельного двигателей сложились еще в начале прошлого века и за это время не претерпели существенных изменений. Появившиеся в середине XX в. двигатели Ванкеля так и не смогли вытеснить их. Поэтому и в XXI век человечество въехало на автомобилях, приводимых в движение двигателями внутреннего сгорания.

## Дирижабль

Дирижабль – управляемый аэростат (воздушный шар), летательный аппарат легче воздуха, поддерживаемый подъемной силой газа.

Первые попытки создания управляемых аэростатов появились вместе с самим аэростатом в XVIII веке. Они были основаны на аналогии плавания аэростата и воздушного судна. Для управления горизонтальным движением аэростата предлагалось использовать паруса, руль и весла. Все эти попытки постигла неудача.

Впоследствии удалось достичь некоторых результатов в управлении аэростатами с помощью паруса. Для этого применялись специальные устройства, имитировавшие тормозящее влияние воды на надводные суда. Одно из таких устройств, гайдроп, представляло собой тяжелый канат длиной до двухсот метров. При спущенном гайдропе возникает дополнительное сопротивление вследствие трения каната о землю. Это снижало скорость аэростата относительно скорости ветра, и установленный на аэростате парус начинал раздуваться. Меняя положение паруса, можно было добиться некоторого изменения направления полета. Применять гайдроп можно было только при полете над ровной местностью, например над водой. При полете над лесом или населенными пунктами он мог зацепиться за препятствие и сыграть, что нежелательно, роль якоря.

Вскоре после полета первого монгольфьера была предпринята попытка управления аэростатом при помощи реактивной струи сжатого воздуха, выходящего через отверстие в оболочке. Но изобретателей постигла неудача – аппарат сгорел во время наполнения газом. В 1801 году венский инженер Кайзерер предлагал использовать для передвижения аэростата дрессированных орлов.

Огромное влияние на развитие управляемых аэростатов оказал проект французского военного инженера Менье. Он представил его на рассмотрение Французской академии наук в 1784 году. Менье предложил использовать вместо сферической формы оболочки форму удлиненного эллипсоида вращения. Это позволяло уменьшить сопротивление при движении. Для поддержания неизменяемости

формы аэростата его оболочка делалась двойной. Во внутренней полости находился водород, а пространство между внутренней и внешней оболочками заполнялось воздухом. Эта воздушная полость получила название баллонета. Количество воздуха в баллонете зависит от изменения плотности водорода. При возрастании плотности в баллонет нагнетают дополнительный воздух, при уменьшении – излишек воздуха выпускают. Таким образом, форма остается неизменной. Гондола крепилась к специальному поясу, пришитому вокруг поверхности оболочки.

В качестве движителя Менье предложил использовать винты, вращать которые должны были восемьдесят человек. Длина аэростата составляла восемьдесят метров, диаметр – сорок два. Постройка этого воздушного корабля так и не состоялась.

Теоретические исследования и практический опыт, накопленный первопроходцами управляемого воздухоплавания, привели их к выводу: управляемость аэростата можно обеспечить, поместив источник энергии внутри аэростата.

Паровой двигатель был изобретен практически одновременно с аэростатом. Но долгое время его удельная масса составляла около ста килограммов на одну лошадиную силу. Это делало невозможным применение на аэростате двигателя, обеспечивавшего аппарату скорость, превышавшую скорость ветра.

В 1851 году французу А. Жиффару удалось построить паровой двигатель весом 45 килограммов и мощностью 3 лошадиные силы. Он предназначался для аэростата, созданного годом позже.

Первый полет состоялся 23 сентября 1852 года. Жиффар поднялся на высоту 1800 метров и затем благополучно приземлился. Во время полета аэростат двигался перпендикулярно направлению ветра со скоростью 12 км/ч. Дату этого полета принято считать началом эры управляемого воздухоплавания, а сам аппарат – первым дирижаблем.

Первые дирижабли были весьма беспомощными в полете. Даже слабый ветер становился для них серьезным препятствием. Отсутствие мощного двигателя, позволявшего развивать скорость, превышающую скорость встречного ветра, тормозило развитие дирижаблестроения.

Главной особенностью дирижабля, сконструированного немецким инженером П. Генлейном, было использование газового двигателя системы Лемуара. Топливом был газ, наполнявший оболочку

аэростата. Мощность двигателя – 6 л. с. При помощи винта дирижабль развивал скорость до 18,7 км/ч.

В 1883 году французы, братья Тиссандье, построили аэростат, на котором установили электродвигатель мощностью 1,5 л. с. Максимальная скорость дирижабля составляла более 14 км/ч.

В 1884 году французы Ренар и Кребс построили управляемый аэростат, который даже при наличии ветра мог совершать полет по замкнутому маршруту. Передняя часть его оболочки была утолщенной для уменьшения аэродинамического сопротивления. На нем был установлен электродвигатель мощностью 9 л. с. и весом 96 кг. Вес батарей – 400 кг. В передней части гондолы помещался двухлопастный винт диаметром 7 метров, а в задней – вертикальный руль поворота и горизонтальный руль высоты. При их помощи можно было изменять курс корабля. Его назвали «Франция». В первом полете – 9 августа 1884 года – дирижабль за 23 минуты пролетел 8 км. Это был первый по-настоящему управляемый воздушный корабль. Но его максимальная скорость – 21,6 км/ч была недостаточной для практического использования.

В 1896 году на дирижабле «Германия» конструкции Вельферта впервые был установлен бензиновый двигатель. Во время первого же полета корабль взорвался. Несмотря на первую неудачу, в воздухоплавании все же стали применяться бензиновые двигатели.

В 1897 году австриец Шварц построил в Германии первый цельнометаллический дирижабль. Его оболочка состояла из алюминиевых листов толщиной 0,2 мм, прикрепленных к жесткому каркасу из алюминиевых же профилей. Гондола тоже была из алюминия и жестко соединялась с оболочкой. В ней поместили бензиновый двигатель мощностью 12 л. с., вращавший четыре винта. Два из них находились по бокам гондолы и служили одновременно для поворотов и перемещения вперед, один размещался позади гондолы и должен был толкать аппарат вперед. Четвертый – подъемный с вертикальной осью – разместили под гондолой. Первый полет состоялся 3 ноября 1897 года. На высоте 250 м отказал двигатель. Пилоты выпустили избыточное количество газа, дирижабль начал быстро снижаться и при ударе о землю взорвался. Аэронавту удалось спастись. Дирижабль Шварца стал первым управляемым жестким аэростатом и прообразом будущих дирижаблей с жесткой системой.

1900 год ознаменовался появлением первого аппарата конструкции Ф. Цеппелина. С его именем связано целое направление в развитии управляемого воздухоплавания. На Боденском озере в Германии Цеппелин построил гигантский эллинг. Он поддерживался на воде при помощи 80 понтонов. Именно там в 1900 году был построен первый «цеппелин». У него был алюминиевый каркас, разделенный шпангоутами на 17 отсеков. В каждом из них размещался баллон, наполненный водородом. Общий объем баллонов был около 11 300 м<sup>3</sup>. Длина оболочки составляла 128 м, диаметр – 11,6 м. Под ней размещалась балка длиной 56 м. В каждой находилась бензиновый двигатель мощностью 16 л. с. Четыре винта попарно устанавливались по обеим сторонам оболочки. Управлялся дирижабль при помощи вертикальных рулей в носовой и кормовой частях корабля и горизонтального руля в кормовой части. Было сделано три полета с максимальной скоростью 29 км/ч.

Этот дирижабль был самым крупным аэростатом к тому времени, что достигалось благодаря жесткому и упругому каркасу. Размещение подъемного газа в изолированных баллонах повышало надежность корабля. А внешняя оболочка препятствовала утечке газа. Удачно были размещены винты, надежная конструкция клапанов и горизонтального руля. В дальнейшем эта конструкция была признана наиболее рациональной и перспективной.

На рубеже XIX–XX веков дирижаблестроение вплотную подошло к практическому использованию управляемых аэростатов. Из-за отсутствия других видов воздушного транспорта дальнейшее их использование рассматривалась как одна из важнейших транспортных и оборонных задач. В начале XX века дирижаблестроение переживало период расцвета. Этому в значительной мере способствовали успехи в разработке бензиновых двигателей.

В 1902 году под руководством инженера Жюлио был построен дирижабль «Лебеди». Мягкая оболочка снизу была укреплена жесткой платформой из стальных труб. В задней части платформы находился киль с рулем направления и горизонтальные поверхности для управления кораблем в вертикальной плоскости. В гондоле установлен бензиновый двигатель мощностью 40 л. с. С обеих сторон на ней крепились два двухлопастных винта, а в нижней части – пирамидальная конструкция из стальных труб для защиты винтов от

удара о землю при спуске. Этот дирижабль преодолевал расстояние более 100 км при скорости до 40 км/ч. Он был первым воздушным кораблем, который можно было использовать в практических целях.

Совершенствовались и аппараты мягкой системы. Во Франции был сконструирован «Клеман Баяр», установивший в 1909 году рекорд высоты для управляемых аэростатов – 1500 метров. Наиболее удачную конструкцию разработал немец Парсеваль. В оболочке размещались два баллонета, в которые при помощи вентилятора и шланга подавался воздух. Стабилизаторами служили две горизонтальные и одна вертикальная поверхности в хвостовой части корабля. Воздушный винт состоял из четырех прямоугольных прорезиненных кусков материи, во внешние части которых были вшиты грузы. В нерабочем состоянии мягкие лопасти свободно свисали, а при вращении распрямлялись под воздействием центробежной силы и принимали форму воздушного винта. Такой винт был легче обычного, удобнее при транспортировке и не представлял опасности для оболочки. В 1907 году этот дирижабль развил скорость 55,8 км/ч, совершив беспосадочный полет продолжительностью более 11 часов.

В то же время к созданию нового корабля приступил и Цеппелин. При первом же полете дирижабль сильно повредился и был разобран. Неудача не остановила конструктора. Его следующая модель поражала своими размерами: длина – 128 метров, диаметр – 11,7 метров. Два двигателя мощностью 85 л. с. каждый приводили в движение четыре винта. Две подвешенные на рессорах гондолы соединялись коридором. Этот корабль побил мировой рекорд скорости и грузоподъемности. В 1910 году совершил первый полет новый дирижабль – «Германия», длиной 148 метров и диаметром 14 метров. Он был первым специально предназначенным для пассажирского сообщения.

Лишь в 1907 году начались работы над дирижаблем для российской армии. Первым дирижаблем, построенным в России, стал «Учебный». Летом 1909 года был построен «Кречет», который уже мог конкурировать с лучшими зарубежными образцами. До войны были также построены «Голубь», «Альбатрос», «Сокол» и другие. В 1911 году в Киеве совершил первый полет дирижабль «Киев». К началу Первой мировой войны парк российских дирижаблей насчитывал 15 аппаратов – 7 отечественных и 8 зарубежных. Но к тому времени они уже успели устареть. В 1915 году начались испытания корабля

«Гигант». В стране были в то время квалифицированные кадры конструкторов и воздухоплавателей.

С началом Первой мировой войны выпуск дирижаблей в Германии и в других странах Европы возрос. Дирижабли военных лет представляли собой мощное средство воздушного сообщения, разведки и нападения. Только немецкие дирижабли совершили во время войны около 1000 боевых вылетов.

Резко возросли и летные характеристики дирижаблей. Скорость выросла до 122 км/ч, высота подъема достигла 7650 метров. Максимальная продолжительность полета составляла 96 часов, полезная нагрузка – 51 000 кг. Лучшим самолетам того времени они уступали только в скорости. Значительно возросли надежность и безопасность полета дирижаблей.

Во время войны всего было построено 416 дирижаблей. Опыт, накопленный за годы войны, позволил перейти к мирному использованию дирижаблей. В Германии были построены дирижабли «Бодензее» и «Норденштерн». Они предназначались для регулярных пассажирских перевозок. Это были комфортабельные корабли, развивавшие скорость до 130 км/ч.

В 1927 году совершил первый полет дирижабль «Граф Цеппелин». По комфортабельности он не уступал океанским лайнерам. Пассажиры помещались в двухместных каютах, к их услугам были буфет, кухня, умывальные комнаты, даже почта. Дирижабль летал на трансатлантической трассе. За время своей работы «Граф Цеппелин» совершил 143 перелета и перевез 13 110 пассажиров, преодолев при этом расстояние около 1 700 000 км. Самой яркой страницей его истории стал кругосветный перелет по маршруту Фридрихсгафен – Токио – Лос-Анджелес – Лейкхерст (близ Нью-Йорка) – Фридрихсгафен. Он длился 20 суток (из них летное время – 12,5 суток). За это время корабль пролетел почти 35 000 км. Перелет показал, что жесткие дирижабли могут использоваться на линиях регулярного сообщения любого направления и протяженности.

20-е годы прошлого века ознаменовались попытками достичь на дирижабле Северного полюса. В 1925 году известный норвежский полярный исследователь Руал Амундсен купил у итальянского правительства дирижабль, названный «Норвегия». 11 мая 1926 года «Норвегия», на которой кроме Амундсена был конструктор дирижабля

Нобиле и еще 13 человек взлетел со Шпицбергена и 12 мая достиг Северного полюса. Два дня спустя он приземлился на Аляске.

В 30-е годы в Великобритании и США создавались гигантские дирижабли для трансокеанских перелетов. На некоторых из них, например на «Акроне» и «Меконе», в качестве несущего газа использовался гелий. Гелий в четыре раза тяжелее водорода, но, в отличие от последнего, не воспламеняется. В марте 1936 года поднялся в воздух крупнейший в истории дирижабль «Гинденбург». Его длина была 250 м, а объем – 200 000 м<sup>3</sup>. Он совершил 21 перелет через Северную и 16 перелетов через Южную Атлантику. 6 мая 1937 года перед швартовкой в Лейкхерсте «Гинденбург» взорвался. При катастрофе погибло 35 из 97 человек, находившихся на борту. Значительно позже было установлено, что катастрофа была вызвана взрывом мины, установленной одним из членов экипажа. Эта и другие аварии дирижаблей привели к тому, что постепенно от использования дирижаблей отказались.

Научно-технический уровень того времени не позволил дирижаблям раскрыть все свои достоинства. Кроме того, на первый план уже вышли самолеты. Дирижабли состязаться с самолетами не могли.

В последние десятилетия наблюдается возрождение интереса к дирижаблям. Это вызвано, в частности, тем, что для современных самолетов требуются огромные дорогостоящие аэродромы, что они расходуют огромное количество топлива. Грузоподъемность самолетов ограничена. Отказ двигателей самолета приводит к катастрофе, в то время как на дирижаблях это не является неизбежным.

Появление новых материалов позволяет значительно облегчить дирижабли. Производство безопасного, в пожарном отношении, гелия стало значительно дешевле. А применение современных двигателей и компьютеров существенно облегчит управление кораблем. Все это позволяет надеяться, что в ближайшем будущем полеты на новых дирижаблях станут удобными и безопасными.

## Доменная печь. Чугун

Доменная печь предназначена для выплавки железа из железной руды. На заключительной стадии процесса плавки железо соединяется с углеродом и превращается в чугун – сплав железа и углерода, содержащий от 2,14 до 6,67 % углерода.

Примерно во втором тысячелетии до н. э. человек овладел искусством получения железа из руды. Сначала для этого использовались костры, позже – специальные плавильные ямы – сыродувные горны. В них помещались руда и древесный уголь. Необходимый для горения воздух первоначально подавался естественной тягой, а затем при помощи мехов. В результате получалось железо в виде тестообразной массы с включениями шлака и несгоревших остатков древесного угля. Из-за низкого содержания углерода сыродувное железо было мягким, изделия из него легко тупились, гнулись, оно не закаливалось.

Постепенно процесс выплавки железа совершенствовался: улучшалась форма горнов, повышалась их мощность. Горны превратились в небольшие печи – домницы (от древнерусского дѣмьть – дуть). Развитие домниц привело к появлению небольших доменных печей. Часто вместо железа в доменных печах получали высокоуглеродистый сплав, не поддававшийся ковке из-за повышенной хрупкости. Его считали браком. В разных языках сохранились названия, свидетельствующие об отношении к чугуну. В Англии его называли «pig-iron» – свиное железо, русское название произошло от «чушка» – свинья.

Отношение к чугуну изменилось после открытия кричного передела. Он осуществлялся в кричном горне. На слой горящего древесного угля помещали чушки чугуна. Плавясь, чугун стекал вниз и, проходя через окислительную среду, скапливался на поду горна. Там он под окислительным воздействием железистого шлака дополнительно обезуглероживался. В результате образовывалась крица – твердая губчатая масса железа с низким содержанием углерода, кремния, фосфора и серы. После извлечения крицы из горна ее проковывали с целью уплотнения и избавления от шлака.

Позже высокие литейные свойства чугуна стали использоваться для производства артиллерийских орудий, ядер, колонн.

До II половины XVIII в. чугун выплавляли непосредственно из руды в доменных печах. Позже его стали производить из литейного чугуна и лома в небольших доменных печах. Такие печи стали прототипами появившихся во второй половине XVIII в. вагранок.

Из-за постепенного истощения запасов леса для производства древесного угля требовалось новое топливо для выплавки металла.

В 1621 г. англичанин Дод Додлей оформил патент на производство чугуна с применением каменного угля. В патенте указывалось, что «Додлей открыл... секрет, способ и средства выплавки железной руды и производства из нее чугунного литья или брусков путем применения каменного угля в печах с раздувательными мехами, причем результаты получились такого же хорошего качества, как и те, что до сих пор производились при помощи древесного угля...»

В ходе дальнейшей ожесточенной борьбы с предпринимателями, производившими чугун на древесном угле, Додлей разорился и был вынужден прекратить работу по усовершенствованию выплавки чугуна.

К использованию в доменном производстве каменного угля вернулись лишь в XVIII в. Эту проблему решали металлурги, владельцы железоделательного завода – отец и сын Дерби. Первые попытки непосредственно использовать каменный уголь в домне не дали результатов, так как уголь содержал большое количество золы и других примесей, особенно серы. Поэтому для выплавки чугуна Абрахам Дерби-младший стал использовать кокс – твердое топливо повышенной прочности. Кокс получали путем нагрева каменного угля до температуры 950–1050 °С без доступа воздуха. Несколько месяцев Дерби-младший добивался нужного сочетания всех условий, необходимых для выплавки чугуна на минеральном топливе. Он испытывал разные марки углей, менял температурные режимы коксования, подбирал флюсы для отшлаковывания примесей.

Наконец в 1735 г. была произведена первая удачная доменная плавка на коксе. Сначала кокс выжигался в кучах, как и древесный уголь. В конце XVIII в. было освоено коксование в полузакрытых камерах, а в 1830 г. – в закрытых.

Использование кокса требовало увеличения количества воздуха, подаваемого в доменную печь. Дерби произвел на своем заводе полное переустройство воздуходушных устройств, применив для привода воздуходувок паровую машину Ньюкомена. Она приводила в действие насосы, которые дважды подавали отработанную воду на водяные колеса, являющиеся двигателем воздуходушных мехов. Это позволило увеличить объем воздуха, подаваемый в домну.

В дальнейшем техника подачи воздуха в домну продолжала совершенствоваться. Росла мощность двигателей, приводивших в движение воздуходушные устройства. Вместо клинчатых мехов стали применяться цилиндрические. Первым их внедрил И. И. Ползунов. Он же впервые использовал в качестве двигателя для воздуходушной машины пароатмосферную машину.

В Англии воздуходушные машины были применены в доменном производстве в 1782 г. С тех пор шло непрерывное совершенствование воздуходушных устройств. В середине XIX в. начали внедряться центробежные воздуходувки, обеспечившие доменное производство необходимым количеством воздуха.

Эффективность новых способов подачи воздуха во многом зависела от применения в качестве двигателя для воздуходувок паровых машин. В 1775 г. впервые успешно внедрил паровую машину в доменное производство английский инженер Вилькинсон. Для этого он купил одну из первых машин Уатта.

Применение новых систем подачи воздуха позволило значительно увеличить размеры доменных печей и ускорить процесс плавки в доменных печах, это привело к резкому повышению выплавки чугуна.

В дальнейшем производительность доменных печей росла за счет подогрева воздуха, подаваемого в домну. Доменный воздухонагреватель впервые применил Дж. Нильсон на заводе Клайд (Шотландия). При первых же опытах нагрев воздуха до 150–300 °С позволил снизить примерно на 40 % расход топлива и резко повысить производительность домен. В 1857 г. англичанин Э. Каупер предложил воздухонагревательное устройство, работавшее на основе использования тепла отходящих газов доменной печи.

Современная домна – это огромное сооружение высотой с 30-этажный дом. Она оборудована сложнейшими машинами и приборами. В ней плавят, как правило, не железную руду, а окатыши или

агломерат. Они загружаются в печь слоями, перемежаясь коксом. Так же послойно в домну загружают флюсы – известь и другие вещества. Они заставляют пустую породу и другие ненужные вещества, образующие шлак, всплывать на поверхность жидкого металла, откуда шлак сливают в специальный ковш. Кокс, агломерат (или окатыши) и флюс называются одним словом – шихта.

Домна по форме похожа на большую башню, круглую в плане. Она состоит из 3-х частей: верхняя – колошник, средняя – шахта и нижняя – горн. Внешняя оболочка домны – это прочный стальной кожух, выложенный изнутри огнеупорным кирпичом. Кожух непрерывно охлаждается водой.

Шихта загружается в домну через колошник порциями по несколько тонн. Она поступает туда из бункера – склада, куда доставляются агломерат или окатыши, кокс и флюсы. В бункере при помощи автоматизированных вагонов-весов смешивается шихта. Шихта из бункера в колошник подается либо транспортерами, либо (в старых домнах) вагонами-скипами.

Под действием собственного веса шихта опускается и проходит через всю домну. В шахте она омывается газами, образующимися при сгорании кокса. Нагревая шихту, газы вытекают из домны через колошник.

Основная часть доменного процесса происходит в горне. В кожухе домны имеются отверстия, в которые вставлены фурмы – специальные приборы, назначение которых – подавать в печь сжатый горячий воздух. В фурмах имеются специальные окошки, через которые доменщики могут следить за процессом плавки. Внутри фурм сделаны специальные каналы, по которым течет вода для охлаждения. Горячий воздух дополнительно нагревает шихту. Это позволяет снизить расход кокса и повысить производительность домны. Кроме кокса в качестве источника тепла применяют мазут или природный газ. Воздух перед подачей в фурмы нагревается в воздухонагревателях – кауперах.

В горне температура достигает 2000 °С. При такой температуре руда полностью расплавляется. При горении кокса образуется углекислый газ, при высокой температуре превращающийся в оксид углерода СО. СО, отнимая у железной руды кислород, восстанавливает железо из оксида. Помимо железа в домне происходит восстановление кремния и марганца. Сера, попадающая в доменную печь в основном

вместе с коксом, частично соединяется с кислородом и водородом и переходит в газ. Но большая часть серы остается в шихте в виде  $\text{FeS}$  и  $\text{CaS}$ . При этом  $\text{FeS}$  растворяется в чугуна. Для его удаления из чугуна добавляют шлаки, содержащие повышенное количество  $\text{CaO}$ .

Стекая вниз через слой раскаленного кокса, железо насыщается углеродом и превращается в чугун. Жидкий чугун скапливается на дне горна, а более легкий шлак собирается на поверхности.

После того как в горне скопится достаточное количество чугуна, его выпускают через летки – специальные отверстия в нижней части горна. В первую очередь через верхнюю летку выпускают шлак, затем через нижнюю – чугун. Из леток чугун сливают в канавы, откуда его потом сливают в установленные на железнодорожных платформах чугуновозные ковши.

Чугун, предназначенный для производства отливок (литейный чугун), направляется в разливочную машину. Там он застывает в виде брусков – чушек. Чугун, который впоследствии будет переработан в сталь (передельный чугун), перевозится в сталеплавильный цех, где переплавляется в сталь.

Когда-то считавшийся вредным продуктом при выплавке железа чугун стал одним из основных конструкционных материалов современности. Он широко применяется как литейный сплав, заменяя иногда более дорогостоящие сплавы из цветных металлов. По прочности некоторые чугуны не уступают углеродистой стали. Во второй половине XX в. стал изготавливаться легированный чугун с добавками других металлов: алюминия, никеля, вольфрама, хрома и др. Добавки придают чугуну особые свойства: износостойкость, жаропрочность, коррозионностойкость.

Основные виды чугуна различаются по форме включений графита.

Наиболее применяемой разновидностью чугуна является серый чугун. В нем есть включения графита пластинчатой формы. Серый чугун применяется для деталей, испытывающих высокие нагрузки.

В белом чугуне избыточный углерод, не находящийся в твердом растворе железа, присутствует в виде карбида железа –  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Он применяется для деталей простой формы, работающих на износ. Для повышения износостойкости белый чугун легируют хромом, вольфрамом и молибденом.

В половинчатом чугуна часть углерода содержится в виде графита, часть – в виде карбидов. Он применяется для деталей, работающих в условиях сильного трения (например тормозные колодки), или для деталей, требующих повышенной износостойкости.

Ковкий чугун изготавливают из белого чугуна, подвергая его отжигу, в результате чего цементит распадается, а образующийся графит приобретает форму хлопьев. Его используют в основном, в автомобиле– и тракторостроении.

Высокопрочный чугун обладает хорошими литейными свойствами, применяется для замены стальных деталей (коленчатые валы двигателей). В высокопрочном чугуна графит имеет шаровидную или вермикулярную форму. Высокопрочный чугун с вермикулярным графитом применяется в дизелестроении.

# Железо

Современную цивилизацию невозможно представить без железа, ведь 95 % металлопродукции, производимой в мире, приходится на различные сплавы железа. На протяжении веков железо играло и продолжает играть роль важнейшего конструкционного металла материальной культуры человечества.

Первое железо, которое стал использовать человек, было в самородном состоянии. Но в отличие от меди, золота или серебра, которые встречаются на Земле довольно часто в виде слитков, железо быстро окисляется кислородом, и в чистом виде встречается очень редко. А самородное железо буквально падало на головы наших предков с неба. Ежегодно на поверхность Земли выпадают тысячи тонн метеоритного вещества, содержащего до 90 % железа. Как правило, такие метеориты весят несколько килограммов. Самый крупный железный метеорит, найденный на Земле, весил около 60 тонн. Не случайно египтяне называли железо «бенипет» – «небесный металл», а греки – «сидерос», то есть «звездный». Да вот беда – метеориты трудно обнаружить.

Одно из самых древних изделий из железа найдено в Египте: это ожерелье из прокованных полосок метеоритного железа. Оно датировано IV тысячелетием до н. э. Примерно к тому же периоду относится и кинжал из метеоритного железа, найденный на юге Месопотамии (современный Ирак).

Но метеоритное железо встречается довольно редко, поэтому перед людьми встала задача научиться получать его из руд. Для восстановления железа из его окислов окисью углерода требуется температура около 700 °С. Однако железо, получаемое таким путем, представляет собой запеченную массу из металла, его карбидов, окислов и силикатов. При ковке она рассыпается.

Первые опыты с окислами железа скорее всего проводили древние гончары, стремившиеся использовать их как красящее вещество. Они применяли флюс вместе с костной смесью (CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). При этом также получались железные крицы, удобные дляковки. При температурах 1075 °С и выше для получения крицы флюсы не

требовались. Таких температур достигали, складывая руду и древесный уголь слоями в яму или каменный горн. Уголь поджигали и через эти слои продували «сырой» (неподогретый воздух). Вначале мастера осуществляли продувку при помощи своих легких, вдывая воздух через отверстия внизу горна. Позже стали применять мехи, сшитые из шкур животных.

Сгорая в потоке воздуха, уголь нагревал руду и частично восстанавливал ее до состояния железа. Оставшаяся часть окислов железа вместе с окислами других примесей плавилась и образовывала жидкий шлак. На дне горна получали крицу – комок пористого, тестообразного, пропитанного жидким шлаком металла. Многократной проковкой крицы в горячем состоянии шлак «выжимали» и получали железную поковку, представлявшую собой сварочное ковкое железо, или мягкую сталь. Содержание углерода в такой стали – 0,12–0,26 %; серы, фосфора и других примесей очень мало.

Следует отметить, что железо всегда содержит примеси. Фосфор и сера относятся к вредным примесям, так как повышают хрупкость металла. Техническим железом называют сплав железа и углерода, содержащий 99,8–99,9 % железа, 0,1–0,2 % примесей и 0,02 % углерода. Но такой материал мягкий, поэтому практически не находит применения. Уникальность железа заключается в том, что в соединении с углеродом резко повышается его прочность и твердость. Таким образом, процесс получения железа из руды одновременно повышает механические свойства железа. Все соединения железа с углеродом можно разделить на две группы: стали и чугуны. Стали содержат до 2 % углерода, чугуны – свыше 2 %. Вначале люди использовали только сталь. Чугун, который образовывался при сильном науглероживании железа, не применялся, поскольку был хрупким и не поддавался ковке.

Долгое время для производства стали использовался сыродувный процесс. Но еще в древности металлурги применяли тигльный способ выплавки железа, меди, бронзы. Добытый металл переплавлялся в небольших огнеупорных сосудах – тиглях. Таким образом металл очищался от нежелательных примесей, его структура улучшалась. Тигльная сталь применялась для изготовления холодного оружия – мечей, сабель, кинжалов, отличавшихся необычайной остротой и

упругостью. Именно из тигельной стали делали знаменитые дамасские клинки.

На процесс изготовления железа влияет режим термообработки. Уже первые кузнецы заметили, что если нагретый докрасна слиток металла опустить в холодную воду или иную охлажденную жидкость, его твердость резко возрастет. Этот процесс называли закалкой. В некоторых старых металлургических трудах упоминается «закалка скотинным рогом с солью». По сути, это азотирование – насыщение поверхностного слоя азотом.

Потребность в стали постоянно росла. Увеличивались размеры горнов, совершенствовалась их форма, повышалась мощность дутья. Высота печей достигала нескольких метров, воздуходувные трубы приводились в движение специальными водяными трубами и огромными водяными колесами. Температура в печах повысилась до 1250–1350 °С, что привело к увеличению количества чугуна, получаемого при плавке. В то время свойства чугуна не позволяли применять его для промышленных нужд. Но в XIII–XIV веках был открыт «кричный передел». Его суть заключалась в том, что чугун загружали в печь вместе с рудой. В результате происходило окисление примесей, в первую очередь углерода. Переплав чугуна позволял получать сталь хорошего качества и в больших количествах. Двухстадийный способ получения стали из руды сохранился и по сей день, являясь основой современных схем производства стали (за исключением бездоменной металлургии).

Технический переворот в металлургии произошел в конце XVIII – начале XIX века с изобретением паровой машины. И как следствие – рост промышленного производства и увеличение числа машин. Это вызвало повышенную потребность в металле и послужило толчком к развитию металлургии. Развитию же препятствовало отсутствие заменителя древесного угля. Он был дорог, запасы древесины для его производства – ограничены. Еще в 1558 г. английская королева Елизавета запретила производить уголь из древесины. Поэтому в качестве топлива стали использовать каменный уголь. Первые попытки использования угля были неудачными: проблемой стала высокая температура его воспламенения. Кроме того, чугун, выплавленный на каменном угле, содержал много серы и фосфора, поэтому для передела в сталь не годился. В 1619 г. англичанин Додлей

получил патент на производство чугунного литья или брусков путем применения каменного угля в печах с раздувательными мехами. Но внедрить в практику это изобретение ему не удалось, и свой секрет он унес в могилу.

В 1713 г. Абрахам Дерби-старший нашел способ очистки каменного угля от примесей путем его обжига. Такой способ называли коксованием. Но Дерби-старший применял кокс в доменной плавке лишь частично (из-за отсутствия техники для мощного воздушного дутья). В 1735 г. его сын Абрахам использовал для доменного дутья паровую машину. Качество выплавленного чугуна было высоким, а производительность из-за значительного увеличения температуры резко возросла. Дерби-сын заменил деревянные рельсы, по которым подавали вагонетки с рудой, на чугунные. Так появилась первая железная дорога. В 1779 г. Абрахам Дерби-внук построил первый в мире мост из литых чугунных деталей.

Применение каменного угля сдерживалось высоким содержанием серы в нем. Это придавало чугуну повышенную хрупкость. Проблему помогли решить пудлинговые печи. В них металл не соприкасался с коксом, а нагревался теплом, отраженным от свода. Для более равномерного выгорания углерода металл постоянно перемешивали, что и дало название процессу («puddle» по-английски – перемешивать).

Следующим шагом в развитии доменного процесса стал нагрев воздуха, подаваемого в печь. Эта идея, предложенная шотландцем Нильсоном, первоначально была встречена в штыки. Тогда полагали, что чем холоднее воздух, тем лучше идет плавка. Внедрение этого изобретения позволило сократить расход кокса на треть, а выплавку чугуна увеличить в полтора раза. Идею Нильсона развил английский инженер Каупер. В 1857 г. он предложил оригинальную конструкцию доменного воздухонагревателя (каупера), позволявшего нагревать воздух до 600–700 °С. Современные кауперы позволяют нагреть воздух перед подачей в печь до 1200 °С.

К середине XIX века существовавшие тогда пудлинговый процесс и кричный передел не удовлетворяли требования металлургов из-за продолжительности, трудоемкости и низкого качества металла, а тигельный способ, позволявший получать хорошую сталь, был дорогим и применялся мало.

В то время даже лучшие мастера руководствовались в своей работе исключительно опытом предшественников и своим собственным. О процессах, происходящих в металле при плавке и обработке, они практически ничего не знали, поэтому сознательно управлять ими не могли. Это не позволяло совершенствовать железоделательное производство.

Великий русский ученый-металлург Павел Петрович Аносов задался целью превратить металлургию железа из ремесла в науку. После окончания в 1817 г. Горного корпуса в Петербурге он получил назначение на заводы Златоустовского горного округа на Урале. Экспериментируя с различными процессами получения стали, Аносов сумел получить сталь высокого качества, сократив продолжительность выплавки в несколько раз. Ему удалось получать сталь непосредственно из чугуна. Заветной мечтой русского металлурга была разгадка тайны булата. На пути к ее раскрытию Павел Петрович провел тысячи опытов с различными добавками: кремнием, марганцем, алюминием, титаном, даже с золотом и платиной. В конце концов молодой инженер пришел к выводу, что булат – это только железо и углерод. А опыты с добавками других металлов в железо положили начало металлургии легированных сталей.

Для исследования структуры металла Аносов впервые в мировой практике применил микроскоп, заложив основы металлографического анализа. В 1833 г. был выкован первый булатный клинок, перерубавший и гвозди, и тончайший газовый платок. Итог своим многолетним трудам Аносов подвел в своей монографии «О булатах».

Переворот в производстве литой стали произошел во второй половине XIX века. В 1856 г. Генри Бессемер взял патент на изобретение – конвертер, в котором осуществлялась продувка воздухом расплавленного чугуна, что позволяло превращать чугун в сталь без дополнительного нагрева.

В 1864 г. француз Пьер Мартен разработал новый способ выплавки стали, названный затем в его честь. Несмотря на то, что мартеновский процесс был более продолжительным, чем бессемеровский, он обеспечивал более высокое качество стали. Причем сырьем для него могли служить металлолом и отходы конвертерного производства. Плавка в мартене легко контролировалась, и ею можно было управлять. К началу XX в.

мартеновский способ по объемам производства превзошел бессемеровский.

Большой вклад в исследование процессов, происходящих в стали, внес русский ученый Д. К. Чернов. Он исследовал нагрев и охлаждение стали, пытаясь найти оптимальный режим термообработки для различных ее сортов. Опыты Чернова помогли разработать способ получения требуемой структуры стали и положили начало новой науке – металлосведению.

В начале XIX в. русский ученый Петров выдвинул идею выплавки железа в электропечи. В 1853 г. во Франции был получен первый патент на электропечь. В 1879 г. Вильгельм Сименс построил первую электропечь. Но получаемый в ней металл содержал большое количество примесей. В 1891 г. Н. Г. Славянов осуществил первую плавку стали в тигельной печи, снабженной электродами. В 1892 г. Анри Муассан создал лабораторную электропечь, температура в которой достигала 4000 °С. Благодаря производству дешевой электроэнергии на гидроэлектростанциях были построены электропечи в Швейцарии, Швеции, Германии, США. Высокая температура (до 5000 °С), а также восстановительная атмосфера позволяли получить полностью очищенную от примесей сталь. Именно появление электропечей дало возможность производить сталь с добавками других элементов – хрома, ванадия, вольфрама, титана и др. – легированную сталь.

В XX веке идет работа над заменой доменного процесса. Это связано с удорожанием производства кокса и повышением требований к охране окружающей среды. Еще Д. К. Чернов предложил конструкцию печи, выплавлявшей не чугуна, а железо и сталь. В 60-е годы XX века появились комбинаты, сырьем для которых служат окатыши – небольшие «орешки» из железорудного концентрата. В установках прямого восстановления, работающих на природном газе, из окатышей извлекают кислород. На второй стадии в мощных дуговых печах выплавляется высококачественная электросталь, очищенная от примесей. Эта технология позволяет обходиться без кокса, не загрязняя окружающую среду отходами производства.

Передовой технологией является и непрерывная разливка стали. На смену сложной многоступенчатой схеме получения стальных слитков и превращения их в прокатную заготовку пришла

единственная операция. Она позволяет превратить расплавленный металл в полуфабрикат для проката. Непрерывная разливка стали намного упростила технологию, что позволило снизить производственные затраты. При этом сократились потери металла, повысилось качество стали. Кроме того, улучшились условия труда и повысилась возможность автоматизации процесса разливки.

В киевском Институте электросварки им. Патона в 1952 г. был разработан способ электрошлакового переплава металлов. Он позволяет получить слитки больших размеров и сложной конфигурации.

Еще одним эффективным методом получения металлических изделий является порошковая металлургия. Она позволяет получать изделия путем прессования и спекания металлических порошков.

Постоянное развитие технологий производства сплавов на основе железа позволяет получать материалы, соответствующие современным требованиям промышленности. Поэтому можно с уверенностью сказать, что железный век человечества продолжается.

## Интегральная микросхема

Около полувека в радиотехнике царили электронные лампы. Они были хрупкими, большими, ненадежными, потребляли много энергии и выделяли массу тепла. Появившиеся в 1948 г. транзисторы были надежнее, долговечнее, потребляли меньше энергии, выделяли меньше тепла. Они дали возможность разрабатывать и создавать сложные электронные схемы из тысяч составляющих: транзисторов, диодов, конденсаторов, резисторов. Но это усложнение породило проблему, заключающуюся в дороговизне ручной пайки многочисленных соединений. Это занимало много времени и снижало общую надежность устройств. Требовался более надежный и рентабельный способ соединения электронных компонентов схем.

Кроме того, работу большинства полупроводниковых приборов обеспечивает тонкий поверхностный слой толщиной в несколько микрометров. Остальная часть кристалла играет роль основания (подложки), необходимого для прочности транзистора или диода.

При изготовлении транзисторов в них размещали три тонких слоя с р- и n-проводимостью, создав в нужных местах пленочные металлизированные контакты для соединения с внешними элементами схемы и диэлектрические пленки, изолирующие каждый контакт. Технология нанесения полупроводниковых металлизированных и диэлектрических пленок послужила основой создания пленочных интегральных микросхем.

Одним из решений проблемы уменьшения количества соединений в электронных схемах стало создание микромодульной технологии. Она поддерживалась Министерством обороны США. Идея состояла в том, что все компоненты должны иметь одинаковые размеры и форму и содержать выводные контакты для межэлементных соединений. При создании схем модули объединялись в сложные объемные структуры с меньшим количеством проводных соединений.

Среди компаний, занимавшихся созданием микромодульных схем, была «Texas Instruments». Один из ее сотрудников, Дж. Килби, считал, что микромодуль не сможет решить проблему уменьшения числа соединений в сложных схемах. Он начал искать другое решение и

пришел к выводу, что основу схемы должен составлять полупроводниковый материал. Пассивные элементы схемы (резисторы и конденсаторы) могли быть сделаны из того же материала, что и активные (транзисторы). Если все компоненты сделаны из одного материала, их можно соединить между собой, формируя законченную схему.

В июле 1958 г. Килби начал работать над созданием микросхемы, а 12 сентября того же года он продемонстрировал руководству компании рабочую интегральную схему, сформированную в кусочке германия, наклеенного на стеклянную пластинку.

Промышленники скептически восприняли появление микросхемы. Только военное ведомство США, и в частности воздушные силы, проявили определенный интерес к новому изобретению.

В феврале 1960 г. фирма «Fairchild» выпустила семейство монолитных транзисторных логических элементов с несколькими биполярными транзисторами на одном кристалле кремния. Оно получило название «микрологика». Фундамент развития интегральных микросхем был заложен планарной технологией Хорни и монолитной технологией Нойса в 1960 году. Сначала микросхемы основывались на биполярных транзисторах, а затем на полевых транзисторах и комбинациях обоих видов.

Интегральная схема сначала отвоевала место на рынке военных изделий, благодаря программе создания первого компьютера на полупроводниковых кристаллах для Министерства Воздушных сил в 1961 году и производству ракет «Минитмен» в 1962-м.

Интегральные схемы, содержавшие до 100 элементов, называются микросхемами с малой степенью интеграции, до 1000 – микросхемами со средней степенью интеграции, до 10 000 – большими интегральными схемами.

В 1967 г. был выпущен первый электронный карманный калькулятор. Его размеры были следующими: 108×156×27 мм. Он был создан на основе большой интегральной микросхемы БИС, выполнявшей основные математические действия (сложение, вычитание, умножение и деление). Ее создателями были Дж. Килби, Дж. Мерриман и Джеймс Ван Тассел.

Рассмотрим процесс изготовления интегральной микросхемы, основой которой служит пластина чистого кремния, обладающая р-проводимостью. Ее тщательно обрабатывают: шлифуют, полируют. После этого проводится окисление пластины в атмосфере сухого кислорода. В результате на ее поверхности возникает слой двуокиси кремния  $\text{SiO}_2$ . Он обладает большой прочностью и высокой химической стойкостью.

Затем проводится фотолитография: на пластину наносится светочувствительный слой (фоторезист). На следующем этапе на фоторезист накладывается фотошаблон. На нем фотографическим способом изготовлен рисунок всех элементов, которые необходимо закрепить на подложке. Фоторезист облучается ультрафиолетовым светом, проявляется, полимеризуется и сохраняется в тех местах, где фотошаблон имеет прозрачные окна. Там, где ультрафиолетовый свет не проник через шаблон, фоторезист удаляется химической обработкой. Оставшийся фоторезист служит контактной маской, защищающей те области пленки металла, которые должны быть сохранены от химического воздействия.

Поверхность схемы подвергается химическому травлению, удаляющему пленку металла с поверхности, кроме мест, защищенных фоторезистом.

Применяемый в описанной схеме фоторезист называется негативным. Применяется также позитивный фоторезист, который не закрепляется, а разрушается ультрафиолетовым светом. При его использовании окна на фотошаблоне соответствуют пустым промежуткам на будущей микросхеме.

На участки поверхности подложки, свободные от фоторезиста, вносятся примеси путем легирования – диффузии необходимых примесей внутрь подложки. Такими примесями могут быть сурьма или мышьяк, которые обладают n-проводимостью. Другим способом получения участков с n-проводимостью является планарная технология. Она заключается в том, что перед легированием проводится эпитаксия – постепенное наращивание слоя, по структуре повторяющего кристаллическую структуру подложки, но имеющего отличные от нее физические свойства. Так, методом эпитаксии на подложку с р-проводимостью наносится слой с n-проводимостью. Используя соответствующие маски, в нужные области

эпитаксиального слоя вводятся примеси, обеспечивающие p-проводимость.

Все зоны и их контакты создаются в одной плоскости, отсюда и термин «планарная технология».

Для нанесения пленок, легирования подложек применяются вакуумные камеры, в которых могут располагаться электронные пушки, магнетроны, источники рентгеновских или ионных лучей.

После эпитаксии или легирования поверхность вновь покрывают слоем оксида, проводят фотолитографию, травление, открытие новых «окон» кремния, после чего проходит легирование бором, обладающим p-проводимостью. Так создаются базовые области транзисторов, p-n переходы и области резисторов.

При следующей диффузии – диффузии фосфора – формируются эмиттерные области транзисторов. Затем вскрываются «окна» под контакты с областями коллектора, эмиттера и базы транзисторов, p- и n-областями диодов и с резисторами.

Затем создаются внутрисхемные соединения путем напыления пленки алюминия, которая после этого селективно травится путем фотолитографии. Сохраненные участки алюминия образуют электроды элементов, соединительные дорожки и контактные площадки для подсоединения структуры интегральной схемы к выводам корпуса.

Всю поверхность полупроводникового кристалла покрывают защитным слоем, который после этого удаляют с контактных площадок.

Готовые микросхемы подвергают тщательному контролю для выявления дефектных изделий.

Применение микросхем позволило значительно уменьшить размеры радиотехнических приборов, электронно-вычислительных машин, увеличить их быстродействие.

# Интернет

С увеличением количества компьютеров возникла проблема обмена информацией. Для постоянного обмена необходимо соединить компьютеры в сеть. Две машины, соединенных проводами, представляют собой простейшую сеть.

Запуск Советским Союзом в 1957 г. искусственного спутника Земли, полет Юрия Гагарина в 1961 г. побудил американцев начать широкомасштабные исследования в области передовых технологий.

В 1968 году Министерство обороны США встало перед необходимостью решения задачи: как связать между собой несколько компьютеров. Тому было две причины:

- проведение научных исследований в военно-промышленной сфере;
- создание сети, устойчивой, в отличие от телефонной, к массовым повреждениям в результате ядерного удара или бомбардировки.

Эта работа была возложена на Advanced Research Projects Agency (ARPA) – Управление передовых исследований Министерства обороны США. Через пять лет появилась ARPA-net. К этой сети предъявлялись следующие требования:

- устойчивость – любая часть сети может быть разрушена без ущерба для функционирования сети в целом;
- равноправность конечных систем – любой компьютер может связаться с другим компьютером как с равным.

Передача данных основана на межсетевом протоколе – Internet Protocol (IP). Протокол IP представляет собой свод правил и описание принципов работы сети. Он включает в себя правила налаживания и поддержания связи в сети, правила общения с данными – указания о том, как и куда их передавать по сети. IP работает в паре с TCP или UDP. UDP обеспечивает транспортировку отдельных сообщений без проверки, тогда как TCP более надежен и предполагает проверку установления соединения.

Сеть проектировалась таким образом, чтобы от пользователя не требовалось никаких знаний о ее структуре, которая может измениться

в любой момент. Ею может пользоваться человек, не имеющий технического образования и очень далекий от техники. Для того чтобы послать сообщение по сети, ему достаточно поместить его в некоторый конверт (IP), указать на нем конечный адрес и передать полученные в результате этих процедур пакеты в сеть.

В первые десять лет сети развивались незаметно – они были предназначены для специалистов в области военной техники и для сотрудников вычислительных учреждений. Через десять лет после появления ARPA-net, в конце 1970-х, стали появляться локальные вычислительные сети (ЛВС), например Ethernet. В это же время появились первые суперкомпьютеры и операционная система UNIX. Эти суперкомпьютеры обладали вычислительными мощностями, превышающими возможности больших ЭВМ. Суперкомпьютеры были очень дороги, но при совместном использовании доступными по цене. В Америке было поставлено 5 таких суперкомпьютеров: предполагалось, что на них будут производиться математические расчеты на основе данных, посылаемых по сети из различных научных центров. Затем результаты должны были высылаться обратно. Однако, когда эти компьютеры связали в сеть, оказалось, что их обслуживание слишком дорого. Но сеть для доступа к ним уже была создана.

В то же время стали создаваться другие сети, например сеть NASA. Они использовали протоколы, напоминающие IP. Постепенно эти сети стали объединяться в сеть сетей, и пришлось создавать единое адресное пространство. Единая сеть стала называться Интернет, сеть сетей. В 1972 году было произведено первое международное подключение к Интернет – подключились Англия и Норвегия. Интернет стала сетью международной. В конце 1980-х годов к Интернет стали подключаться страны Восточной Европы.

Одним из достоинств сети была возможность подключения к ней компьютеров различных производителей, которые могли работать совместно с любыми другими компьютерами.

В 1982 году был создан единый протокол TCP/IP, объединяющий ранее действовавшие протоколы. ARPA начала использовать его в ARPA-net – это событие можно считать рождением Internet. В этом же году EUnet начала предоставлять услуги e-mail – электронной почты и Usenet сервис.

В 1983 г. был разработан Name server. Теперь пользователям не надо было знать точный путь к другой системе.

Количество серверов с 1984 по 1992 г. возросло с 1000 до 1 000 000.

В 1990 г. прекратил свое существование прародитель Интернет – ARPA-net.

Интернет – это не одна сеть, а тысячи взаимосвязанных отдельных сетей, каждая из которых имеет свои собственные правила. Попасть в Интернет можно через любую из них. Для подключения к Интернет необходим провайдер – поставщик сетевых услуг.

Для соединения компьютеров используются кабели в сочетании со специальной электроникой – сетевой платой. Они обеспечивают передачу информации на сотни метров. Сетевые платы позволяют нескольким компьютерам использовать для связи один кабель.

Для соединения компьютеров, расположенных на большом расстоянии, например в разных городах, используется телефонная связь. Но применять телефонные провода напрямую нельзя, поскольку телефонная сеть предназначена для передачи звуковой информации, компьютерные же сигналы имеют иную природу.

Для соединения компьютеров по телефонным линиям применяется модем. Он модулирует и демодулирует сигнал, отсюда и название – модем (модулятор – демодулятор). Модем переводит информацию в особые импульсы, которые затем расшифровывает модем, находящийся на другом конце провода.

Модемы бывают разных форм и размеров, внутренние и внешние. Они также отличаются скоростью передачи данных, полученных от компьютера, в телефонную линию.

Модемы принимают специальные меры, позволяющие им работать при помехах на телефонной линии: если принимающий модем не уверен на 100 % в том, что он правильно понял то, что ему было передано, он переспрашивает заново. В результате вся информация будет передана без искажений, но чем больше помехи, тем меньше скорость передачи. Кроме того, помимо информации модем передает объем этой информации («контрольную цифру»), и принимающий модем сравнивает полученный им объем с «контрольной цифрой».

В 1992 г. был разработан WWW (World Wide Web – дословно: «всемирная паутина»). Он представляет собой глобальную гипертекстовую систему отображения информации. Гипертекст – это текст со вставленными в него перекрестными ссылками.

Для чтения гипертекстов используются специальные программы просмотра – браузеры (наиболее популярные браузеры Netscape Navigator и Internet Explorer). Текст содержит специальные ссылки на тексты, звуковые файлы, фотографии, рисунки, видео, и браузер обрабатывает их. Такой текст похож на энциклопедию со ссылками на список литературы и с приложениями в конце.

В последнее время все чаще используется гипермедиа – синтез гипертекста и мультимедиа. Гипермедиа документ может включать в себя не только текст, но и графику, звук и видеоинформацию.

Долгое время гипертекстовые системы использовались как удобный инструмент при работе с большими объемами научной информации. Постепенно стало ясно, что WWW – великое изобретение, способное вывести сетевые технологии на качественно новый уровень. В конце концов гипертекстовая система стала глобальной. Интернет стала похожа на книгу. Поэтому отдельные блоки информации называются Web-страницами (Web-page), а совокупности Web-страниц (например об одной организации) называется Web-сайтом (Web-site).

Часть глобальной или локальной сети, которая дает возможность пользователям сети получать доступ к гипертекстовым документам, расположенным на данном сервере, называется Web-сервером.

Работа с WWW происходит по следующей схеме:

Пользователь посылает запрос на интересующую его тему на браузер, тот, в свою очередь, переадресует его в Сеть. Ответ идет в обратном порядке. В большом количестве информации трудно найти сведения на интересующую тему. Для облегчения поиска созданы специальные поисковые системы. Среди наиболее известных поисковых систем в русскоязычном Интернете – ALTAVISTA, YANOO, GOOGLE.

Весьма популярной услугой в Интернете является электронная почта (electronic mail, или e-mail сокращенно). Она позволяет быстро и недорого посылать сообщения в любой конец света и получать ответы. Использование электронной почты имеет свои преимущества:

- она дешевле, чем обычная почта или телефонный звонок;
- быстрее, чем обычная почта, – время доставки сообщения в любой конец мира обычно составляет несколько секунд или минут;
- не надо беспокоиться, на месте ли получатель письма;
- создав список рассылки и написав одно письмо разослать его группе людей;
- можно использовать логические имена, не запоминая сложные адреса;
- можно подписаться на группу новостей по интересующей тематике.

Еще одна возможность сети Интернет – это общение on-line – в режиме реального времени. При наличии специальной программы можно заходить в каналы общения и переговариваться с другими людьми. Текст сообщения приходит к собеседнику через несколько секунд. Разговор происходит в каналах с определенными названиями, которые отражают общую направленность (тематику) разговора.

В данный момент существует несколько типов программ, используемых для общения, различающихся оформлением, наличием различных опций и способом подключения. Некоторые программы позволяют передавать не только текст, а звук и видео. Наиболее распространенными программами являются IRC и ICQ.

Некоторые специалисты считают появление сети Интернет новой информационной революцией, третьей по счету после появления письменности и книгопечатания. Насколько они правы, покажет время.

## Искусственный спутник Земли

В соответствии с международной договоренностью космический аппарат называется спутником, если он совершил не менее одного оборота вокруг Земли.

Большую роль в подготовке запусков искусственных спутников Земли сыграли научные исследования, заложившие основы теории реактивных двигателей и космических полетов. Важнейшее место в этом занимают работы К. Э. Циолковского. Он обосновал возможность применения ракетных аппаратов для межпланетных сообщений. Чтобы достигнуть космических скоростей, Циолковский выдвинул идею применения многоступенчатых ракет, которые он назвал «ракетными поездами».

Предшественницами космических ракет, выведших на орбиту искусственные спутники Земли и космические корабли, были баллистические ракеты. В начале развития ракетной техники первенство в этой области было у Германии: в 1933 г., сразу после прихода Гитлера к власти, В. фон Браун стал вести работу над секретным проектом А-1 (Агрегат первый). А-1 представлял собой жидкостную ракету, работающую на спирте и жидком кислороде. Ее длина составляла около 1,5 м, стартовый вес – 150 кг.

Конструкция А-1 была неудачной: центр тяжести конструкции находился слишком далеко от двигателя, что приводило к кувырканию в полете. В 1934 г. появился новый вариант – А-2. Пуск этой ракеты прошел удачно, она поднялась на высоту 220 м.

Благодаря этому успеху, руководство вооруженных сил Германии приняло решение о создании «Армейской экспериментальной станции» в Пенемюнде на Балтийском море. На создание ракетного оружия в 1937–1940 гг. было выделено 550 млн марок.

Испытания следующей ракеты, А-3, шли неудачно: она либо тонула в море, либо взрывалась при падении на сушу. Фон Браун и его коллега К. Ридель считали ее промежуточным этапом перед своим главным детищем – ракетой-снарядом А-4.

А-4 по своим параметрам превосходила все ранее созданное в ракетной технике. Ее длина составляла 14 м, наибольший диаметр –

1,65 м. В головной части ракеты имелось боевое отделение, где содержался боевой заряд –1 т взрывчатого вещества. В снаряде было два бака: один с горючим – спиртом и второй с окислителем – жидким кислородом. Горючего в ракете было 3 т, а окислителя – 5,5 т.

A-4 имел специальный насос для подачи окислителя и горючего, камеру сгорания, а также отделение с приборами управления. Направляющие плоскости стабилизатора и газовые и воздушные рули были нужны для управления ракетой и ее устойчивости. Мощность жидкостно-реактивного двигателя превышала 500 000 л. с, а двигатель развивал тягу в 25,4 т, значительно превышающую стартовый вес ракеты. Предельная, максимальная скорость ракеты составляла 5500–5700 км/ч, а дальность полета – 300–400 км.

В мае 1943 г. в Пенемюнде состоялись запуски крылатой ракеты, также разрабатывавшейся на этом полигоне, и A-4. Крылатые ракеты взорвались сразу после старта, а запуски обоих A-4 прошли успешно. Кроме того, крылатая ракета требовала для запуска громоздкую эстакаду, а A-4 взлетала с небольшой бетонированной площадки. Поэтому, несмотря на то что крылатая ракета стоила 50 000 марок, а A-4 – 300 000 и они несли одинаковое количество динамита, было решено продолжать работу в обоих направлениях.

После показа Гитлеру документального фильма о стартах ракет, A-4 получила название Фау-2 (от первой буквы немецкого слова «Vergeltungswaffe» – «Оружие возмездия»).

Фон Брауну удалось соединить в Фау-2 мировые достижения в конструировании жидкостных ракет. Так, использовались компоненты топлива, найденные Г. Обертом для ракеты еще в 1917 г., учитывались идеи Циолковского о применении жидких компонентов для охлаждения двигателя и создании специальных насосов для их подачи в камеру сгорания. Схему расположения баков и конструкцию турбонасосов, аналогичную брауновской, создал американец Р. Годдард.

18 сентября 1944 г. на Лондон была выпущена первая Фау-2. Затем в течение семи месяцев немцы вели систематический обстрел Англии ракетными снарядами. Таким образом немцы могли перебросить тонну взрывчатого вещества на расстояние 300–350 км и бомбардировать Лондон из Гааги. Но точность попадания снарядов была очень мала, они несли сравнительно немного взрывчатого

вещества и в целом не были эффективны как военное оружие, хотя, конечно, причиняли большие разрушения.

Менее чем через минуту после взлета ракета достигала высоты 30 км, а вскоре развивала огромную скорость – более 5500 км/ч. Специальные установки управления автоматически поворачивали ракету, которая, достигнув высоты 90 км, продолжала полет, спускаясь к цели по параболической траектории.

Ракета падала на цель со скоростью, превышающей скорость звука более чем в два раза. При быстром движении ракеты ее обшивка накалялась, и, по рассказам очевидцев, ракеты «А-4», падавшие на Лондон, светились слабым красным светом.

После разгрома нацистской Германии дальнейшие работы по совершенствованию А-4 проводились в Америке. В 1945 г. в США оказались немецкие специалисты, в том числе В. фон Браун, один из создателей «А-3» и «А-4». Он возглавлял все космические разработки в США в 1952–1956 годах.

В течение 1946–1952 гг. на испытательном полигоне Уайт-Сэндс (штат Нью-Мексико) американцы производили запуск нескольких десятков ракет типа А-4.

Отдельные ракеты достигли высоты 160 км, а одноступенчатая ракета «Викинг», созданная в США (имевшая большую длину и меньший диаметр, чем А-4), в 1951 г. поднялась на высоту более 210 км. Она развивала силу тяги более 8000 кг и имела скорость до 6400 км/ч. Одноступенчатая ракета «Викинг», запущенная в мае 1954 г., достигла высоты 253 км. Стартовый вес ее был равен 7,5 т, а максимальная скорость превышала 6880 км/ч. При запуске двухступенчатой ракеты «Бампер» была достигнута скорость 8 тыс. км/ч и высота 400 км.

Разработка ракет велась и в СССР. 18 октября 1947 г. в Советском Союзе был проведен запуск первой советской баллистической ракеты Р-1, созданной под руководством С. П. Королева.

В мае 1949 г. в СССР был произведен вертикальный запуск одноступенчатой ракеты В-1А, созданной на базе Р-1 на высоту в 110 км. Вес научной аппаратуры, который она подняла, достигал 130 кг.

Такая ракета включала головную часть с полезным грузом исследовательской аппаратуры, среднюю часть с топливными баками и

хвостовую с двигателями и наружными стабилизаторами. Корпус ракеты, созданный из алюминиевых сплавов, имел цилиндрическую, с заостренной головной частью форму. Для запуска ракеты применялись специальные стартовые площадки и устройства. Приборы и оборудование ракет включали радиотехнические устройства, позволявшие вести наблюдения за верхними слоями атмосферы и передавать показания приборов по радио на землю. Применялся также особый механизм для сброса аппаратуры при вхождении ракеты в плотные слои атмосферы при спуске.

Расчеты, проведенные сотрудниками КБ Королева, показали, что для запуска спутника Земли необходима многоступенчатая ракета, способная взлетать на большую высоту, чем одноступенчатая. До этого были известны две схемы размещения ступеней – последовательно одна за одной, вдоль по оси ракеты или параллельно – боком друг к другу. Различные схемы обсчитывались группой математиков под руководством Д. Е. Охочимского.

В окончательном варианте были соединены оба известных до того типа расположения ступеней. На одноступенчатую ракету сбоку навешивались еще 4 блока. На старте включались двигатели основного, центрального блока и боковых. После выработки топлива боковые блоки отстреливались, а центральный блок продолжал подъем. Таким образом, боковые блоки были первой ступенью, а центральный одновременно первой и второй.

В начале 1956 г. советское правительство поддержало инициативу С. П. Королева и Академии наук СССР и приняло решение о создании в 1957–1958 гг. искусственного спутника Земли. Была создана специальная комиссия по ИСЗ, которую возглавил советский ученый в области математики и механики М. В. Келдыш. В нее вошли С. П. Королев и крупный специалист в области ракетостроения М. К. Тихонравов. 23 сентября Королев сделал доклад о разработке эскизного проекта спутника.

Сначала предполагалось создать орбитальную научную лабораторию. Но работа над ней продвигалась медленнее, чем создание ракеты, поэтому было принято решение запустить аппарат упрощенной конструкции, чтобы проверить возможность его выведения на орбиту, контроля за ходом полета, надежности систем энергоснабжения, связи, терморегулирования.

21 августа 1957 г. был проведен первый удачный пуск баллистической ракеты, ставшей прообразом космической ракеты «Восток». Для того чтобы вывести спутник на орбиту, была необходима первая космическая скорость в 8 км/с.

4 октября 1957 г. в 22 ч 58 мин по московскому времени состоялся отрыв ракеты-носителя первого искусственного спутника Земли от стартового комплекса.

Первый спутник представлял собой сферический аппарат диаметром 58 см с 4 антеннами длиной 2,4 и 2,9 м. Внутри заполненного жидким азотом корпуса из алюминиевого сплава находились три аккумуляторные серебряно-цинковые батареи для питания радиопередатчиков, работавших на волнах длиной 15 и 7,5 м и вентилятор. Масса спутника достигала 83,6 кг. Он назывался ПС – простейший спутник.

Эллиптическая орбита первого спутника имела наибольшее удаление от Земли, апогей, 947 км, наименьшее, перигей, 228 км, время обращения вокруг Земли – 96 минут.

Первый искусственный спутник Земли просуществовал как космическое тело 92 суток, за это время он совершил 1400 оборотов вокруг Земли и прошел около 60 млн км. И вот 4 января 1958 г. он вошел в плотные слои атмосферы и прекратил свое существование.

3 ноября 1957 г. на орбиту был выведен второй ИСЗ. Он представлял собой последнюю ступень ракеты-носителя, в которой была размещена вся научная аппаратура. В передней части последней ступени ракеты были установлены приборы для исследования излучения Солнца и космических лучей, сферический контейнер с радиопередатчиками и другой аппаратурой, а также герметическая кабина с подопытным животным, собакой Лайкой. Системы регенерации и терморегулирования поддерживали в кабине условия, необходимые для существования собаки. Общий вес аппаратуры, животного и источников питания составлял 508,3 кг.

Приборы и контейнер ракеты были защищены во время полета в плотных слоях атмосферы от аэродинамических и тепловых воздействий специальным защитным кожухом. После выведения последней ступени ракеты на орбиту защитный кожух был сброшен.

Во время полета спутника автоматически велась передача разнообразных наблюдений. Эти передачи обеспечивались при

помощи специальной радиоаппаратуры. Мощность установленных радиопередатчиков позволила принимать сигналы спутника любительскими приемниками на расстояние нескольких тысяч километров. Сигналы, излучаемые передатчиками, имели вид телеграфных посылок. Эти сигналы использовались для наблюдения за орбитой спутника, а также для передачи изменений параметров на спутнике. Это достигалось путем установления на спутнике чувствительных элементов, которые в зависимости от изменения тех или иных параметров автоматически меняли длительность посылок и пауз. Радиотелепередающая аппаратура, установленная в корпусе последней ступени ракеты, где находилась герметическая кабина с подопытным животным, значительно расширила имеющиеся сведения о состоянии подопытного животного.

Второй искусственный спутник весил 508,3 кг. Высота перигея была 225 км, апогея – 1671 км. Второй ИСЗ находился на орбите до 14 апреля 1958 г. Проведенные на нем исследования дали первые научные сведения о состоянии живого организма в условиях космического полета.

31 января 1958 г. с помощью ракеты «Юпитер-С» был запущен первый американский спутник «Эксплорер-1» массой 14 кг.

15 мая 1958 г. состоялся запуск третьего советского искусственного спутника Земли. Его вес достигал 1327 кг, длина – 3,57 м, наибольший диаметр 1,73 м (без учета выступающих антенн). Параметры орбиты: перигей – 226 км, апогей – 1881 км.

Этот спутник представлял собой первую в мире автоматическую космическую станцию. На нем были установлены 12 научных приборов, многоканальная телеметрическая система с запоминающим устройством, система терморегулирования, программно-временное оборудование. В результате полета был обнаружен радиационный пояс, существующий вокруг Земли, изучены распределение плотности и состав атмосферы, концентрация заряженных частиц магнитного и электростатического поля. Третий спутник прекратил свое существование на 10 037-м обороте 6 апреля 1960 года.

Современные ИСЗ имеют различное назначение. Существуют исследовательские ИСЗ для научных исследований космоса и верхних слоев атмосферы. Спутники связи применяются для ретрансляции радиосигналов между наземными станциями. Метеорологические

спутники помогают наблюдать за распределением облачного покрова и теплового излучения Земли с целью получения данных для прогноза погоды. Навигационные спутники служат для определения положения кораблей и самолетов относительно спутника в нескольких точках его орбиты. Военные ИСЗ ведут разведку из космоса, могут поражать другие спутники или наземные цели.

Без искусственных спутников Земли невозможно развитие многих отраслей науки и народного хозяйства.

# Календарь

Календарь настолько вошел в нашу жизнь, что мы порой не отдаем себе отчета, насколько велико его значение для человечества.

Календарь – это определенная система отсчета продолжительных промежутков времени с подразделением их на отдельные, более короткие периоды (годы, месяцы, недели, дни). Само слово «календарь» произошло от латинских слов *caleo* — провозглашать и *calendarium* — долговая книга.

Понятие времени появилось из наблюдения изменений, которым подвержены все окружающие нас материальные тела. А измерять промежутки времени стало возможным, сопоставляя эти изменения с периодически повторяющимися явлениями. В окружающем нас мире таких явлений несколько. Это смена дня и ночи, изменение фаз Луны и вращение Земли вокруг Солнца. Проблема заключается в том, что сутки (период вращения Земли вокруг своей оси), месяц (вращение Луны вокруг Земли) и год (вращение Земли вокруг Солнца) несоизмеримы друг с другом. То есть, большее нельзя поделить на меньшее без остатка. Поэтому необходимо было придумать систему, которая согласовывала бы все эти несоизмеримости и была простой и понятной для большинства людей. История решения этой проблемы – история календаря.

Попытки согласовать между собой сутки, месяц и год привели к появлению трех видов календарей. Лунные календари, согласовывающие течение суток и лунного месяца; солнечные, в которых приблизительно согласовываются сутки и год, а также лунно-солнечные, согласующие между собой все три единицы времени.

Сутки – единица времени, равная 24 часам. Но не все знают, что различаются звездные сутки, равные периоду вращения Земли относительно точки весеннего равноденствия, и солнечные сутки – период вращения Земли относительно Солнца. Продолжительность солнечных суток меняется от 24 часов 3 минут 36 секунд в середине сентября до 24 часов 4 минут 27 секунд в конце декабря. Поэтому приняты средние солнечные сутки, равные 24 часам 3 минутам 56,56

секунды звездного времени. Одна минута звездного времени равна 0,9972696 минуты среднего солнечного времени.

Месяц – промежуток времени, близкий к периоду обращения Луны вокруг Земли. Различают месяцы синодические, сидерические, тропические, аномалистические и драконические. Синодический – период смены лунных фаз. Сидерический – период, за который Луна совершает полный оборот вокруг Земли и занимает исходное положение относительно звезд. Тропический – это период возвращения Луны к одной и той же долготе. Аномалистический – промежуток времени между последовательными прохождениями Луны через перигей. Драконический – промежуток между последовательными прохождениями Луны через один и тот же узел ее орбиты.

Год – промежуток времени, близкий по продолжительности к периоду обращения Земли вокруг Солнца. Определение его продолжительности еще в древности было одной из важнейших задач. Довольно точное значение этой величины было известно в Древнем Египте. Древнегреческий ученый Гиппарх определил год равным  $365 \frac{1}{4}$  дня без  $\frac{1}{300}$  дня, что лишь на 6,5 мин отличается от современных значений года. Различают год звездный, тропический, аномалистический, драконический. Кроме того, есть юлианский и григорианский год. В лунных календарях год равен 12 или 13 синодическим месяцам.

В основе лунного календаря – промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны, то есть синодический месяц. В лунном месяце 29,5 суток. Для того чтобы в течение года начало каждого месяца совпадало с новолунием, нечетные (пустые) месяцы содержат 29, а четные (полные) – 30 суток. Лунный год содержит 354 суток, что на 11,25 суток короче солнечного года. Чтобы первый месяц каждого года приходился на новолуние, в определенные годы в последний месяц добавляют дополнительные сутки. Такие годы называются високосными.

Лунный год принят у народов, которые занимаются скотоводством, поскольку именно физиологические циклы у животных связаны с лунными фазами, происходящими в течение месяца. Люди видели Луну на небе примерно 28 суток, деля этот период на 4 фазы. Отсюда деление месяца на 4 недели. Хотя, например, в Византии вели

счет «восьмидневками» так называемой торговой недели, семь дней которой были рабочими, восьмой – базарным. У вавилонян семь дней недели были связаны с планетами: воскресенье связывали с Солнцем, далее с Луной, Марсом, Меркурием, Юпитером, Венерой и Сатурном. День, управляемый Сатурном, – суббота – считался несчастливым. Поэтому в этот день старались воздерживаться от любых работ. Он стал называться шаббат – покой. Именно отсюда происходит и иудейский обычай воздерживаться от работы в субботу.

Солнечный календарь использовался земледельцами, для которых важно было правильно определить время начала весеннего сева. Если бы они пользовались лунным календарем, то обнаружили бы, что день весеннего равноденствия, по которому начинали сев, приходится на разные дни лунного месяца. Солнечный календарь впервые появился в Древнем Египте. Год в нем состоял из 365 суток, что было короче действительного на 0,2422 суток. Его начало связывали с первым предутренним восходом звезды Сириус. У египтян было три годовых сезона: наводнение, посев, жатва. Каждый сезон состоял из четырех месяцев. Каждый месяц делился на три десятидневки (декады) или шесть пятидневок (пентад), всего 360 дней. Еще 5 дней добавлялись в честь богов Осириса, Гора, Сета, Исиды и Нефтиды.

Первоначально древнеримский календарь, состоявший из 295 дней, делился на 10 месяцев, названных по их порядковому номеру: первый – Примидилис, второй – Дуолилис и так далее до Десембера. Продолжительность года была связана с началом и завершением сельскохозяйственных работ.

В начале VII века до н. э. древнеримский царь Нума Помпилий провел реформу календаря, и к 10 месяцам были добавлены еще 2. Теперь продолжительность года составляла 354 дня. Для того чтобы он начинался в один и тот же сезон, вставлялись дополнительные дни. Первые четыре и вновь прибавленные 11-й и 12-й получили собственные названия. Мартиус был назван в честь бога войны Марса. Априлис – либо от слова *aperire* — раскрывать, либо от слова *apricus* — согретый Солнцем. Он посвящался Венере. Майус посвящался богине Земли Майе. Юниус – богине неба Юноне. Януарис, предпоследний месяц календаря, был посвящен богу Янусу – богу небес, или, по другой версии, богу входов и выходов. Считали, что он

утром открывал врата Солнцу, а вечером закрывал. Последний месяц был посвящен богу подземного царства Фебрусу.

Еще в Древнем Египте вследствие несоответствия начала календарного года началу тропического года календарного года отставало примерно на одни сутки за четыре года. Делались попытки внести исправления. Так, в 238 году до н. э. царь Евергет издал декрет, согласно которому раз в четыре года предписывалось после окончания дополнительных дней перед началом нового года отмечать праздник богов Евергета. Но эта реформа была осуществлена в Египте значительно позже. Она связана с именем Юлия Цезаря. Он пригласил в Рим александрийского астронома и математика Созигена. Последний разработал календарную реформу, которая была утверждена в 46 г. до н. э.

За начало года было принято 1 января. В новом календаре год насчитывал 365,25 дней. Каждый четвертый год должен был содержать 366 дней. Дополненный год называли *annus bissextus*, откуда и произошло слово високосный. В юлианском календаре накапливается разница, равная примерно 1 суткам в 128 лет.

Наряду с календарем большое значение имеет точка отсчета летоисчисления. В разных странах была своя календарная эра. В Древней Греции отсчет велся от первой Олимпиады – 1 июля 776 г. до н. э.; в Древнем Риме от основания Рима – 21 апреля 753 г. до н. э.; начальной датой византийской эры было сотворение мира 1 сентября 5508 г. до н. э. и др.

В IV веке н. э. государственной религией Римской империи стало христианство. В 325 г. Никейский собор принял юлианский календарь и установил единые для всей империи христианские праздничные дни, в первую очередь праздник Пасхи. Был принят так называемый «пасхальный предел», который начинается в первый день, следующий за днем весеннего равноденствия и заканчивался 25 апреля. В связи с тем, что христианство стало господствующей религией в Западной Европе, было решено установить новую эру, начало которой связали с датой рождения Иисуса Христа. Монах Дионисий Малый вычислил эту дату. Но летоисчисление от Рождества Христова распространялось по миру очень медленно. Так, в России оно было введено указом Петра Первого только в 1700 г. взамен летоисчисления от сотворения мира. Новый год переместился с 1 сентября на 1 января.

В Средние века определение равноденствия 21 марта стало заметно не соответствовать реальному весеннему равноденствию. В XVI веке разница составила почти 10 суток. В 1581 г. указом Папы Римского Григория XIII была создана комиссия. Она приняла на рассмотрение календарь, разработанный в 1576 г. профессором Перуджийского университета Луиджи Лилио. 24 февраля Григорий XIII издал буллу о введении нового календаря. Счет дней передвигался на 10 суток вперед. Во избежание повторения ошибок, те года, чей номер заканчивается на 00, а число столетий не делится на 4 без остатка, не считаются високосными. Так високосными были 1600 и 2000 года, а 1700, 1800 и 1900-й содержали 365 дней.

В 1582 году григорианский календарь был узаконен в Италии, Испании, Португалии, Бельгии, Франции, а также в католической Дании. В Советской России григорианский календарь был введен декретом Совнаркома только в 1918 году.

В странах, государственной религией которых является ислам, распространены, в основном, лунные календари. В каждом 30-летнем периоде этого календаря 19 лет насчитывают по 354 суток и 11 лет високосных по 355 суток. Летоисчисление ведется от 16 июля 622 года – даты переселения основателя ислама пророка Мухаммеда из Мекки в Медину. Эта дата называется хиджра (по-арабски – «переселение»). Праздничным днем у мусульман считается пятница.

Создатели лунно-солнечных календарей видели свою задачу в том, чтобы согласовать лунный и солнечный отсчеты времени. Они приняты, в частности, в Израиле и Иране. Современный израильский календарь пришел на смену лунному древнееврейскому календарю, число дней в котором равнялось 354. В новом календаре был введен дополнительный 13-й месяц, продолжительностью 30 дней. Он вставляется семь раз каждые 19 лет. Год с 13 месяцами считается високосным и называется «иббур». Летоисчисление еврейского календаря ведется от даты сотворения мира – 7 октября 3761 г. до н. э. До конца III в. до н. э. новый год начинался с весеннего месяца нисан. Затем начало года было передвинуто на осенний месяц тишри. Праздничным днем у евреев считается суббота.

В Иране кроме календаря лунной хиджры, принятого в других мусульманских государствах, и григорианского календаря распространен также календарь солнечной хиджры, также ведущий

отсчет от 16 июля 622 года. Год начинается с момента нахождения Солнца в знаке Овна, что соответствует 20, 21 или 22 марта. Он содержит 365 или 366 дней. Високосные года располагают по следующей схеме: в каждом 33-летнем цикле 8 високосных лет, 7 из которых повторяются через каждые 4 года, а восьмой – через 5 лет. Неделя начинается с субботы. Официальный нерабочий день – пятница.

В странах Восточной и Юго-Восточной Азии, в частности Китае, Японии, Корее, Вьетнаме, Таиланде, принят 60-летний календарный цикл. Он представляет собой хронологическую систему, основанную на астрономических циклах Солнца, Земли, Луны, Юпитера и Сатурна. Наблюдая за движениями больших планет – Юпитера и Сатурна, астрономы Древнего Востока установили, что Юпитер совершает свой кругоборот примерно за 12 лет, Сатурн – примерно за 30 лет. За основу цикла было принято время двух оборотов Сатурна и пяти оборотов Юпитера.

Это соответствовало мировоззрению китайской натурфилософии: число пять являлось символом пяти элементов природы – дерева, огня, металла, воды, земли, которым соответствовали цвета синий или зеленый, красный, желтый, белый, черный. Поскольку в Китае и других странах Восточной Азии принят 12-летний животный цикл, каждому из годов соответствует животное: мышь (крыса), корова (бык), тигр, заяц (кот), дракон, змея, лошадь, овца, обезьяна, петух, собака, кабан. Таким образом, в 60-летнем цикле пять раз повторяются одни и те же животные. Для уточнения года внутри цикла используется цветовая символика.

Год в этом календаре начинается в новолуние, когда Солнце находится в знаке Водолея, то есть в период от 21 января до 20 февраля. Продолжительность года может составлять 353, 354, 355 или 383, 384, 385 суток.

# Керамика

Слово «керамика» произошло от греческого *κεραμική* — гончарство.

Раньше керамикой называли все изделия из глины. В настоящее время керамикой называют изделия и материалы, полученные из глины и их смесей с различными добавками путем обжига при высоких температурах – от 700 °С и выше.

Достижение таких температур стало возможным благодаря появлению гончарного горна.

На Ближнем Востоке – в Вавилоне и Древнем Египте – для возведения построек стали применять обожженный кирпич. Там же стали изготавливать глазурованные глиняные изделия. Первые глазури представляли собой глину, тщательно растертую с поваренной солью. Позже в состав глазури стали включать соду и окрашивающие добавки металлов.

В Месопотамии дома украшались орнаментированными плитками. В процессе их изготовления на слегка обожженный кирпич расплавленной черной стеклянной нитью наносился контур рисунка. Окаймленные нитью места заполнялись сухой глазурью, после чего кирпич подвергался вторичному обжигу. При этом глазурная масса остекловывалась и прочно связывалась с поверхностью кирпича.

В Древнем Египте появились глазурованные плитки с рельефным рисунком. Ими облицованы подземные камеры пирамиды Саккара. Позже такие плитки стали обычным строительным материалом – египтяне украшали ими стены своих жилищ.

Большое распространение получили изделия из керамики в Древней Греции. Наиболее известна керамическая посуда, разнообразная по форме, покрытая росписью на бытовые и мифологические темы. Кроме того, изготавливались статуэтки из терракоты – неглазурованной керамики с цветным пористым черепком.

В Древней Греции и Древнем Риме терракоту также применяли для изготовления черепицы и водопроводных труб.

В Древнем Риме широко использовался кирпич, из которого сооружались своды перекрытий, пролеты мостов и акведуки.

Римская парадная посуда оттискивалась в формах с рельефным орнаментом и покрывалась красным лаком. Рецепты приготовления прочных и устойчивых к кислотам красного и черного лаков – основных цветов в античной вазописи – были утрачены, поскольку в Византии лак был вытеснен ангобом, эмалью и глазурью.

Во всем мире издавна разрабатывались керамические материалы, отличающиеся составом керамической массы, приемами формовки и обжига, обработки и украшения поверхности.

Наиболее известным керамическим материалом для изготовления посуды является фарфор. Чтобы его получить, понадобились века кропотливой работы и многочисленных поисков.

Появлению фарфора в Китае во многом способствовали богатые залежи каолина – высококачественной белой глины. Особенно много таких залежей было в провинции Цзянси.

Во II–I тыс. до н. э. из каолина изготавливалась посуда. Позже каолин стал сырьем для производства фарфоровидных изделий.

Для изготовления фарфора каолин необходимо перетереть с минералом, состоящим из полевого шпата и кварца. Позже этот минерал получил название «фарфоровый камень». Образованную смесь закапывали в землю на несколько десятилетий. Вылежавшаяся масса заворачивалась в полотно и долго отбивалась о каменные плиты. Благодаря такой обработке материал становился пластичным и пригодным для изготовления фарфора.

В VI–VII вв. китайским мастерам удалось получить «голубой, как небо после дождя, блестящий, как зеркало, тонкий, как бумага, звонкий, как гонг, гладкий и сияющий, как озеро в солнечный день» фарфор.

Сначала все фарфоровые изделия были чисто белыми. А в XIV веке их начали расписывать синей краской (солями кобальта) и ко второй половине XV века появился многоцветный фарфор.

Фарфор обжигали в специальных огнеупорных коробках в течение трех дней. После охлаждения получали твердые тонкие блестящие изделия. Центром производства фарфора стал город Цзинцжень. Здесь талантливые мастера создавали из фарфора вазы и чашки, фигурки фантастических драконов и невиданных птиц, разнообразных животных и рыб. В городе Нанкине была построена девятиярусная фарфоровая башня высотой в тридцать метров. На

углах каждого этажа этой башни висело по восемьдесят колокольчиков, также сделанных из фарфора. При порывах ветра они издавали серебряный звон. В Китае фарфор называли «тсени» – в подражание звуку, издаваемому фарфоровым изделием при постукивании по нему твердым предметом.

Благодаря Марко Поло, привезшему из Китая много фарфоровых изделий, фарфор проник в Европу и стал очень популярным. Здесь он высоко ценился – наравне с золотом. Поскольку фарфоровые изделия поступали в основном из Индии и Персии, то персидское название материала «фегфур» постепенно трансформировалось в слово «фарфор».

Тайна изготовления фарфора была государственной тайной Китая и строго охранялась. За ее разглашение отрубали голову.

Но в конце XVI века француз д'Антрекол сумел все же узнать некоторые секреты производства фарфора. Ему удалось проникнуть в город Цзинцжень, куда иностранцам был запрещен въезд. Там француз увидел, что фарфор получают из белой глины – каолина, в который добавляют порошок циши (фарфорового камня). Он даже смог рассмотреть печи, в которых проводился обжиг фарфоровых изделий. Однако разгадать технологию производства д'Антреколу не удалось. Вернувшись в Европу, он написал книгу обо всем, что узнал и увидел. Но не зная состава каолина и циши, француз не смог полностью постичь тайну производства фарфора: это продолжало оставаться китайским секретом.

Последний шаг к ее разгадке сделал Иоган Бетгер из Тюрингии. Работая при дворе саксонского курфюрста Августа Сильного, он, по совету физика Э. Чирнхауза, занялся изучением состава фарфора. На разгадку тайны ушло шесть лет.

В 1709 г. Бетгер вынул из печи две чашечки, которые были такие же тонкие, прозрачные и звонкие при ударе, как и привезенные из Китая, но красного цвета. В 1710 г. по приказу курфюрста Августа в Мейсене был построен первый в Европе фарфоровый завод. Первые изделия этого завода легко узнать по характерной красной окраске.

Бетгер продолжал работать над тем, как сделать свой фарфор белым. На помощь ему пришел случай. Однажды на его одежду попала пудра с парика. Счищая ее, Бетгер скатал небольшой шарик. Пудра очень напоминала глину. Оказалось, что это каолин. Добавив в него

полевой шпат и кварц (именно его называли в Китае фарфоровым камнем), Бетгер получил фарфор, полностью сходный с тем, что привозили из Китая. Стремясь сохранить тайну, Август приказал бросить Бетгера в тюрьму, где тот и умер.

На мейсенском заводе продолжали изготавливать посуду, подсвечники, люстры и тончайшие статуэтки. В 20-е годы XIX века живописная мастерская мейсенского завода, руководимая И. Г. Герольдом, изготовила замечательные краски для росписи по фарфору.

Несмотря на смерть Бетгера, скрыть секрет производства фарфора не удалось. Сначала в Вене, Берлине, а затем во многих других европейских городах открывались фарфоровые заводы, развивалось фарфоровое производство.

В России фарфор стал известен со II-й половины XV века, после путешествия Афанасия Никитина «за три моря». Фарфоровые изделия были предметом роскоши и не выходили за пределы царского дворца.

Петр I положил начало длительным поискам секрета производства фарфора. Делались попытки выведать секрет производства фарфора в Китае и Саксонии. Однако закончились они безуспешно.

Разгадкой тайны производства фарфора занялись купцы Гребенщиконы: Афанасий Кириллович с тремя сыновьями. В 1724 году они открыли первую в России фаянсовую фабрику, работавшую на основе гжельских глин. Создать производство российского фарфора, не уступавшего китайскому и саксонскому, удалось Д. И. Виноградову.

До появления фарфора в Европе большой популярностью пользовались изделия из фаянса – мелкопористой керамики белого цвета, как правило, покрытой глазурью. Свое название она получила от итальянского города Фаэнца. Производить керамическую посуду в Фаэнце начали в 1142 году. Здесь делали кувшины и пиалы, сосуды для хранения вина и оливкового масла. Производство разрасталось, искусство мастеров росло.

XVI век стал «золотым» веком фаянсовой керамики. По примеру Фаэнцы было открыто производство фаянса во Франции и Нидерландах. Но посуда из Фаэнцы была непревзойденной. Тарелки и кувшины, вазы и чашки делались с ажурными краями, придающими изделиям элегантную утонченность.

Со временем фаянсу стало трудно конкурировать с фарфором, изделия из которого все в больших и больших количествах поступали

на европейские рынки с Востока. В XVIII веке производство фаянса почти прекратилось.

Но в XIX веке английские керамисты усовершенствовали производство фаянса, и он вновь распространился по всей Европе. Теперь это был английский фаянс. Вслед за Англией фаянс высокого качества стали производить Франция и Германия. И если раньше с целью сбыта фаянсовые изделия обрабатывали под фарфор, то теперь уже фарфоровые изделия стали обрабатывать под фаянс.

С развитием науки и техники применение керамики вышло за сугубо бытовые рамки.

В 1837 году, изучая взаимодействие веществ с электрическим полем, английский физик Фарадей предложил новый термин – «диэлектрик». Под этим словом он подразумевал такие вещества, которые имеют большое электрическое сопротивление (больше чем  $1 \cdot 10^8$  ом на см).

После этого керамика получила широчайшее применение и прочно заняла свое место среди диэлектриков.

Керамика, используемая как диэлектрик, получила название «сегнетоэлектрическая керамика», или «сегнетокерамика». Сейчас из нее делают конденсаторы высокой емкости, терморезисторы и термисторы.

Схожей по составу с сегнетокерамикой является пирокерамика. Она используется для производства инфракрасных детекторов и устройств тепловидения.

Изделия из пьезокерамики служат для преобразования механической энергии в электрическую. Это зажигалки для газовых плит, звуковые генераторы, гидролокаторы, ультразвуковые сверла и многое другое.

Сейчас слово «керамика» охватывает широкий спектр материалов, которые изготавливаются не только спеканием, но и горячим прессованием, формованием методом взрыва, литьем в парафиновые формы. Современная керамика – это посуда и произведения искусства, трубы и радиодетали, автомобильные двигатели и детали космических кораблей, краски и многое другое.

# Кинематограф

Для того, чтобы получить на экране изображение движущегося предмета, необходимо сфотографировать его последовательные положения, а затем показать эти снимки с помощью проектора. Если показывать эти снимки со скоростью 12–14 кадров в секунду и более, человеческий глаз перестает замечать смену картинок на экране, и движение на экране будет казаться ему непрерывным. Именно эта «инерция» глаза лежит в основе кинематографа, мультипликации и телевидения.

Одним из первых устройств для получения изображений на экране был магический фонарь. В нем изображение, нанесенное на прозрачную пластинку, освещалось источником света и при помощи системы линз проецировалось на белую поверхность (экран).

Впервые передача движения на экран была осуществлена благодаря стробоскопу – прибору, который был изобретен в 1833 г. австрийцем С. Штампфером.

Стробоскоп представлял собой два диска, вращавшихся на одной оси. На одном диске изображались последовательные фазы одного процесса, на другом были радиальные щели, через которые можно было наблюдать рисунки, нанесенные на первый диск. При быстром вращении зритель, смотревший в специальное окошко, за небольшой промежуток времени последовательно видел картинки и воспринимал их как слитное изображение в непрерывном движении.

В 1853 г. австриец Ф. фон Ухатиус создал проекционный стробоскоп, совмещавший в себе магический фонарь и стробоскоп Штампфера. Этот прибор давал до 100 изображений. За секунду менялось 3–4 изображения, каждое из которых имело свой объектив. Источник света был установлен таким образом, что расположенные по краю колеса пластинки с картинками поочередно проходили перед ним. Позже проекционный стробоскоп стал известен под названием «живых картин».

Проекционные стробоскопы были очень громоздки, а время демонстрации составляло меньше минуты. Их сменили проекторы, в которых использовалась прозрачная целлулоидная пленка, намотанная

на барабан. В «Оптическом театре» Э. Рейно можно было видеть персонажей, которые непрерывно двигались. Они были нарисованы на пленке. При вращении барабана изображение на пленке освещалось фонарем и проецировалось на наклонное зеркало, которое отражало его на просвечивающий экран в зале. Одновременно при помощи другого аппарата на экран проецировалась рисованная декорация, служившая фоном для двигающихся персонажей.

Самая длинная пленка «Оптического театра» содержала около 500 изображений и демонстрировалась около 15 минут. «Оптический театр» стал прообразом современного анимационного кино.

В 1859 г. дю Мон получил патент на многообъективную камеру для съемки отдельных фаз движения. В ней 12 светочувствительных пластин, прикрепленных к бесконечной ленте, последовательно проходили позади объектива, останавливаясь перед ним на короткое время. В момент остановки открывался затвор, пропуская свет на фотопластинку. Механизм ленты был связан с затвором таким образом, что остановка пленки и открытие затвора точно совпадали.

Дю Мон предвидел принцип работы кинематографа. Но его аппарат не позволял снимать движение. Для осуществления этого не хватало нескольких составляющих.

Светочувствительность фотопластинок была недостаточной: для получения качественного изображения их надо было подвергать воздействию света в течение нескольких секунд, а при съемке движения выдержка должна была составлять несколько десятых, а то и сотых долей секунды.

Для съемки был необходим автоматический затвор, работавший со скоростью 12–14 кадров в секунду.

Была необходима фотопленка, которую можно было перематывать с нужной скоростью, и механизм перемотки этой пленки. Пленка должна была не просто перематываться, но и делать в определенные моменты короткие остановки.

Изобретение в 1871 г. сухого фотографического процесса позволило сократить выдержку при фотографировании до 1/200 секунды.

В 1872 г. американский фотограф Э. Мьюбридж сфотографировал отдельные фазы движения лошади при беге, установив вдоль беговой дорожки несколько фотокамер, затворы которых были соединены с

протянутыми вдоль дорожки нитками. Пробегая мимо камер, лошадь рвала нитки, и производился снимок.

Таким образом, Мюйбриджу удалось получить несколько фотографий, на которых были изображены отдельные фазы движения лошади. Позже он снимал и другие движущиеся объекты. Мюйбридж наклеивал их в нужном порядке на стробоскоп, вращая который можно было наблюдать процессы в движении.

В 1882 г. французский физиолог Э. Марей создал специальное фотографическое ружье, которое могло снимать отдельные последовательные фазы непрерывного движения. В нем при нажатии курка срабатывал передвигающийся механизм, вращавший пластинку. Он делал 12 снимков за секунду. При помощи этого ружья Марей снимал полет птиц.

В 1877 г. польский фотограф Л. Варнерке изобрел первый роликовый фотоаппарат с коллоидной бумажной лентой.

В 1886 г. француз О. Пренс сделал хронофотографический аппарат с 16 объективами. Он предназначался для съемки последовательных фаз движения. В нем светочувствительная бумажная лента перематывалась с барабана на барабан, проходя при этом позади объектива. Объективы, каждый из которых имел свой затвор, располагались в 4 ряда. Пренс смог проецировать снятое изображение на экран. Лента для аппаратов была негативной, сначала ее проявляли, затем печатали на другую ленту позитив. Проекционный аппарат также имел 16 объективов. Для удобства перематывания ленты по ее краю были прорезаны специальные отверстия – перфорации, в которые помещались зубцы лентопротяжного механизма.

Но бумага была неподходящим материалом для фотографии – она была непрозрачной и непрочной. В 1887 г. Г. Гудвин изобрел гибкую целлулоидную фотопленку на основе нитроцеллюлозы.

Для качественного воспроизведения движения еще был необходим скачковый механизм. Первое подобное устройство сконструировал англичанин У. Фризе-Грин. Но он был несовершенен и сложен.

В 1893 г. Эдисон создал кинетоскоп. Это был ящик с окуляром, в который смотрел зритель. В окуляр было видно матовое стекло, на которое снизу проецировалось снятое на пленку изображение.

В 1893 г. Марей создал хронофотографический аппарат, в котором целлулоидная пленка двигалась прерывисто с мгновенными остановками. Частота движения составляла 20 кадров в секунду. Механизм прерывания состоял из электромагнита и прижимных роликов. В момент срабатывания затвора валик притягивался и останавливал пленку.

В 1894 г. Ж. Демени создал киноаппарат, в котором скачковый аппарат представлял собой диск с пальцем, вращавшимся по часовой стрелке.

В 1895 г. свою конструкцию кинопроектора и киноаппарата запатентовал Луи Люмьер, который вместе с братом Огюстом разработал киноаппарат для съемки. Л. Люмьер назвал свое изобретение кинематографом.

В киносъемочном аппарате братьев Люмьер пленка сматывается с подающего ролика при помощи зубчатого барабана и подается в фильмовый канал, в котором спереди прорезано окно. Пленку продергивает лапка – грейфер. Зуб грейфера входит в перфорацию, затем идет вниз и тянет пленку за собой. Протянув ее на один кадр, он оттягивается назад и выходит из перфорации. После этого грейфер поднимается и вновь входит в зацепление с перфорацией.

Грейфер приводится в движение механизмом камеры. Этот же механизм передвигает обтюратор – диск с вырезанным сектором. Он работает синхронно с грейфером. Пока зуб грейфера сцеплен с пленкой, продергивая ее, обтюратор закрывает кадровое окно, и свет не попадает на пленку. Когда же зуб грейфера выходит из перфорации, поднимаясь в исходное положение, пленка стоит неподвижно. В это время перед кадровым окном проходит вырез обтюратора.

Отснятая пленка выходит из фильмового канала и подается зубчатым барабаном к приподнимающему ролику. Вращаясь, он наматывает пленку на себя. Сверху и снизу фильмового канала пленка образует петли. Верхняя петля нужна для того, чтобы грейфер не оборвал пленку, нижняя – чтобы зубчатый барабан не тянул ее через фильмовый канал в то время, когда делается снимок.

Опытная демонстрация фильма, снятого на кинопленке с помощью аппарата братьев Люмьер, состоялась в марте 1895 г., а в декабре этого же года в Париже на бульваре Капуцинов начал свою работу первый кинотеатр.

В 1896 г. был изобретен более совершенный, чем аппарат Люмьера, скачковый аппарат в виде мальтийского механизма. Его создали В. Контенсуза и Бюнцли. Он состоит из ведущего диска (кривошипа) с одним пальцем-эксцентриком и ведомого диска в форме мальтийского креста с 4 прорезями. При движении кривошипа его палец входит в прорезь креста и, скользя в ней, поворачивает крест на  $90^\circ$ . При этом поворачивается и зубчатый барабан, соединенный с крестом. За один оборот ведомый диск делает 4 остановки, продолжительность каждой из которых в 4 раза больше, чем время движения. При остановке кадра ведущий диск поворачивается на  $270^\circ$ , после чего палец снова входит в прорезь креста, поворачивая его на  $90^\circ$ .

В 1897 г. Ш. Пате и Л. Гомон организовали промышленный выпуск усовершенствованных киносъемочных и кинопроекторных аппаратов. Они же организовали выпуск первых кинокопировальных аппаратов.

Кинопленку для съемки и печатания копий выпускали фирмы «Люмьер» и «Истмен Кодак».

Несмотря на несовершенство первых киноаппаратов, кинематограф в начале XX в. приобрел большую популярность. Показ первых фильмов сопровождался аккомпанементом пианино или оркестра.

Одновременно с появлением кинематографа начались попытки соединить изображение со звуком: привлекались актеры, синхронно воспроизводившие речь персонажей фильма. Для воспроизведения звука были созданы кинетофон Эдисона и хронефон Гомона. Использовались также специальные грампластинки.

Русские ученые А. Ф. Виксцемский в 1889 г. и И. Л. Поляков в 1900 г. предложили метод фотографической записи звука посредством фотоэлемента и использования позитива фонограммы. В 1906 г. американец Ю. Лоост разработал систему фотографической записи звуковых колебаний на кинопленку.

Системы звукового кино были созданы практически одновременно в СССР, США и Германии. В СССР звуковое кино разрабатывалось в Москве под руководством П. Г. Тагера (система «Тагелефон») и в Ленинграде под руководством А. Ф. Шорина.

В системе Шорина фонограмма имела переменную ширину дорожки записи, в системе «Тагелефон» – переменную оптическую плотность. В 1931 г. был снят первый советский звуковой фильм «Путевка в жизнь».

При съемке звукового кино звуковые колебания воспринимаются микрофоном и после обработки поступают на аппарат записи, фиксирующий звук на отдельной магнитной ленте. Различные звуки (речь, музыка, шумы), записанные при производстве фильма, располагаются на отдельных лентах. После окончания монтажа фильма осуществляется перезапись звука: все сигналы с фонограмм сводятся на одну.

Затем производится тиражирование совмещенных позитивных копий фильма. В кинопроекторном аппарате фотографическая фонограмма переменной ширины или переменной плотности, полученная перезаписью с магнитной фонограммы, пересекает световой поток лампы просвечивания в месте равномерного движения киноленты и изменяет его в соответствии с записанными звуковыми колебаниями. Фотоэлемент превращает световой поток, падающий на него, в электрические колебания, которые после усиления поступают на громкоговоритель, установленный у экрана в зрительном зале. В том случае, если звуковая дорожка магнитная, воспроизведение звука вместо фотоэлемента осуществляется магнитной головкой.

В 1950-е годы получила распространение стереофоническая звукозапись.

В 1935 г. С. П. Иванов изобрел безочковое стереофоническое кино, основанное на использовании растрового кинопроекторного экрана. Первый кинотеатр, оборудованный таким экраном, открылся в Москве в 1941 году.

С 1939 г. применяются системы стереофонического кино с использованием поляроидных очков.

В 1940–1950-е годы создаются системы цветного кино. В их основе лежит метод трехцветного изображения на цветной пленке. В 1941 г. немецкая фирма «Агфа» разработала пленку «Агфа-Колор», а в 1951 г. американская фирма «Кодак» – пленку «Истмен-Колор».

В США и Великобритании применяется система цветного кино «Техниколор», основанная на гидротипном методе печати цветных изображений.

В 50-е годы появились новые виды кинематографа, использующие широкие экраны: панорамное кино с использованием 35-миллиметровых киноплёнок, широкоэкранное кино, широкоформатное кино с использованием пленки шириной 65–70 мм.

## Книгопечатание

Когда в середине XV в. правитель Флоренции Лоренцо Медичи решил украсить свой великолепный дворец библиотекой, он нанял сорок пять писцов.

Два года те работали день и ночь, переписывая рукописи и украшая их рисунками. Теперь Лоренцо Медичи мог похвастаться перед гостями огромной библиотекой: двести книг в прекрасных переплетах стояли на дубовых полках.

То был период, когда закладывались основы мировой торговли, когда ремесленничество уступало место мануфактурам и такой способ тиражирования книг, существовавший много веков, уже не мог удовлетворить растущих потребностей.

Изменил сложившуюся ситуацию немец Иоанн Гутенберг. Книги печатали и до Гутенберга. Самым первым способом, возникшим более двух тысяч лет назад, было печатание штемпелями, т. е. на кусочке глины, камня или металла наносились отдельные буквы, слова или изображения, покрывались краской и штамповались на бумаге.

Затем в Китае в VII в. была изобретена ксилография – печатание с досок. На доске вырезался текст или рисунок, рельефное изображение покрывалось краской, и на прижатом листе бумаги получали оттиск-гравюру.

В 1045 г. китаец-кузнец Пи Шэн перешел на печатание подвижными литерами (буквами). Он изготавливал их из обожженной глины, затем в железной рамке производил набор страницы. Китайцы продолжали совершенствовать технику наборной печати, в XIII в. у них появились оловянные и деревянные литеры, а у корейцев, перенявших этот способ, – более прочные медные литеры (1390 г.). В 1409 г. этим способом впервые была напечатана книга (а не отдельные страницы, как ранее).

Но, поскольку каждую литеру приходилось изготавливать вручную, а для создания книги их требовалось несколько сотен, книгопечатание не могло конкурировать с переписыванием книг от руки.

В XV в. в Европе производство книг осуществлялось при помощи ксилографии – оттиска с деревянной пластины, на которой вырезались рисунок или текст. После этого пластину намазывали краской и на эту поверхность накладывали листок, увлажненный для лучшего отпечатывания краски. После того, как на листе отпечатывался рисунок, его снимали и сушили. Потом доску снова мазали краской, и процесс повторялся. Сначала текст печатали лишь с одной стороны листа, позже стали использовать обе стороны.

Недостатками ксилографического метода были трудоемкость изготовления доски и невозможность ее использования для печатания другого текста.

Книгопечатание было изобретено в г. Майнце, на Рейне, где в 1397 г. в знатной семье родился Иоганн Гутенберг. Через двадцать лет из-за соперничества и распрей сословий семейство Гутенбергов было изгнано из города и поселилось в Страсбурге.

Иоганн много путешествовал, побывал в Швейцарии, Германии и, наконец, в Голландии. В голландском городе Гарлеме у него впервые зародилась мысль о новом способе книгопечатания – отлитыми из металла литерами.

Возвратясь в Страсбург, Гутенберг, начиная с 1430 г., работает над воплощением своей идеи книгопечатания. В поисках самого удобного способа отливки букв он проделал много экспериментов. Однако опыты требовали значительных расходов.

Чтобы заработать деньги, Гутенберг занимался различными ремеслами. Он гранил драгоценные камни, полировал венецианские стекла для окон и зеркал. Свои опыты он скрывал, опасаясь, что идею могут украсть.

Гутенберг сумел заинтересовать своими экспериментами двух зажиточных горожан – Андреаса Дритцена и Ганса Риффа, и те вложили деньги в его исследования.

Чтобы избежать любопытства и пересудов толпы, обвинявшей его в колдовстве, Гутенберг разместил свою мастерскую в развалинах старого заброшенного монастыря. После упорного десятилетнего труда Гутенберг сконструировал в 1440 г. примитивный печатный станок, представлявший собой ручной пресс, и нашел самый удобный способ отливки букв из сплава свинца и сурьмы.

За образец Гутенберг, скорее всего, взял производство металлических монет. Но для отливки шрифта следовало в первую очередь создать специальное, достаточно удобное приспособление.

Это приспособление – прямоугольная металлическая словолитная форма. Первоначально из твердого металла изготавливали штамп – пуансон, сделанный из стали. На нем рельефно в зеркальном изображении гравировался буквенный знак. Затем пуансон вдавливался в матрицу – пластинку, сделанную из мягкого металла, обычно из меди. Получалось вогнутое прямое изображение знака. Матрица вставлялась в словолитную форму и заливалась расплавленным металлом. Получалась литера с зеркальным рельефным выпуклым глазком буквы, с которой можно было печатать. Из одной матрицы можно было изготовить столько литер, сколько было нужно для печатания.

Металл для отливки литер должен был обладать редкими качествами: легко плавиться при сравнительно невысоких температурах, не быть вязким в расплавленном виде и мгновенно затвердевать при остывании. В результате опытов Гутенберг выбрал сплав, состоящий из 70 частей свинца, 25 частей олова и 5 частей сурьмы. Решение оказалось настолько удачным, что в дальнейшем потребовались лишь весьма незначительные коррективы.

Техническая трудность заключалась в том, что буквы алфавита отличаются одна от другой по ширине. Например, латинское М в три раза шире, чем I. Поэтому словолитная форма должна была быть приспособлена к ширине каждой матрицы. Это было достигнуто остроумным способом: словотворная форма состояла из двух частей в виде латинского L. Передвижением частей можно было изменять ширину формы.

Два других неизменных предмета оборудования типографии – печатный станок и наборная касса. Ни то ни другое не было новинкой. Прототипом печатного станка могли служить прессы, использовавшиеся как в бумажном и монетном производстве, так и в виноделии. На идею наборной кассы могло натолкнуть посещение любой конторы или банка, где такие кассы употреблялись для сортировки монет.

Наборная касса – это поставленный наклонно, открытый сверху плоский ящик с ячейками разного размера – в зависимости от частоты

употребляемости буквы. Для удобства наборная касса была разделена на две части – верхнюю с ячейками для прописных букв и знаков препинания и нижнюю для строчных букв. В верхней кассе литеры располагались в алфавитном порядке, в нижней – с таким расчетом, чтобы наиболее часто встречающиеся буквы были под рукой. Наборщик, читая укрепленный напротив лист с набираемым текстом, держал в одной руке верстатку – специальную линейку с бортиками, в которую набирались готовые литеры. Когда набиралась строка нужной длины, наборщик выравнивал строку при помощи закладки, уменьшал или увеличивал пробелы между словами при помощи шпаций – тонких кусочков металла определенной ширины. После заполнения верстатка устанавливалась на наборную доску. Наборная доска после окончания набора бралась в рамку, чтобы не рассыпались литеры.

Для смазывания металлических литер не годились обыкновенные чернила, употреблявшиеся для ксилографического печатания. Гутенберг изготовлял типографскую краску из сажи и льняного масла (олифы).

Перед началом печатания необходимо было подготовить бумагу. Сухая бумага плохо впитывала краску, поэтому ее предварительно увлажняли.

Когда печатная форма была подготовлена, переходили к печатному прессу – деревянному с металлическими деталями. Обычно этот станок был громоздким и тяжелым, к тому же надежно прикреплен к полу и к потолку. Печатание, особенно в две краски, требовало большой точности, и абсолютная неподвижность станка была обязательным условием.

Главной частью печатного станка был деревянный винт с нажимным рычагом – кукой. Снизу винт завершался четырехугольной прижимной плитой (тиглем, пианом). Поворотом рычага винт вместе с тиглем можно было поднять или опустить. Работа у станка была тяжелой и требовала незаурядной физической силы в сочетании с точностью и координированностью движений.

Другой составной частью печатного станка была прикрепленная к нему направляющая станина: подвижной стол с кареткой – талером, приводимым в движение с помощью шнура, который наматывали на вал, снабженный рукояткой. На талере располагали печатную форму с

набором – одной, двумя или больше страницами набранного текста. Набор обматывали суровой ниткой, чтобы он не рассыпался и вообще не разъезжался. Затем его смазывали тонким слоем краски: эту работу выполнял специальный работник. Краску он наносил при помощи мацы, которую очищали и вымачивали в воде 7–8 часов, чтобы размягчить и сделать эластичной. Мацы приходилось часто менять, поскольку качество печати в большой мере зависело от гладкости нанесения краски. Все это отнимало немало времени, поэтому, пока прессовщик отпечатывал один лист, его помощник готовил к печатанию другую форму. Увлажненный лист бумаги укладывали не прямо на форму, а на тимпан (декель) – обтянутую тканью или мягкой кожей раму, прикрепленную шарнирами к талеру. Чтобы при этом бумага не рассыпалась и не сдвигалась при печатании, ее накалывали на две иглы посреди тимпана и, кроме того, накладывали сверху фрашкет – деревянную или железную раму с натянутой на нее бумагой или картоном, в котором было вырезано место, куда должен попасть печатаемый текст, и оставлены поля. Фрашкет был прикреплен к тимпану шарнирами: они предохраняли поля бумаги, чтобы те не запачкались. Подготовив должным образом печатную форму и тимпан, его накладывали на форму, а талер задвигали под тигль пресса. Прессовщик поворачивал рычаг и с силой прижимал бумагу к печатной форме. На ней появлялся оттиск. Тогда винт с тиглем поднимали, поворачивая рычаг в противоположную сторону, вынимали из-под пресса талер, поднимали фрашкет, снимали с тимпана отпечатанный лист и вывешивали его на просушку. Вся эта последовательность операций повторялась раз за разом до конца рабочего дня. С одного набора получали сотни оттисков. Высушенные листы снова шли под пресс, чтобы получить оттиск на оборотной стороне. Затем их укладывали на доску, сверху накрывали другой доской и придавливали грузом в 40–50 фунтов, чтобы разгладить. Через 5–6 часов их вынимали, складывали в кипы, сортировали и отдавали в переплет.

Двухцветный текст получали так. Сначала печатали черный текст, накрывая фрашкетом те места, которые предстояло еще отпечатать красным. После просушки лист возвращали под пресс, накрывали фрашкетом уже готовый оттиск и печатали красной краской. Трудность

состояла в том, чтобы строки, выполненные разными красками, не накладывались одна на другую.

Гутенберг решил опробовать свое изобретение, печатая священные книги, но недостаток средств вынудил его открыть компаньонам секрет своего изобретения, чтобы получить от них денежную помощь. Компаньоны согласились ссудить его, но с условием – разделить с ним не только прибыль, но и славу изобретения. Желая обеспечить успех своего предприятия, Гутенберг согласился и на это.

Позднее наследники одного из его компаньонов начали против Гутенберга процесс, оспаривая у него первенство открытия и право пользования им. Положение Гутенберга перед судом было крайне затруднительным: он боялся раскрыть секрет своего изобретения, а между тем судьи засыпали его вопросами. Гутенберг предпочел осуждение отречению от своего изобретения. Порицаемый и разоренный, он отправился на родину, в Майнц, чтобы здесь попытаться восстановить свою репутацию.

Денег у Гутенберга не было. Поэтому ему пришлось вступить в компанию с богатым купцом Иоганном Фустом. Они построили типографию и начали печатать книги.

Первой книгой, которая вышла в 1455 г., стала двухтомная 42-строчная Библия (по количеству строк на полосе). Она содержала 1300 страниц и имела весьма внушительный тираж для того времени – 200 экземпляров.

Компаньоны заключили договор о следующем: Гутенберг вкладывает свое изобретение и свой труд, а Фуст – деньги, прибыль же они делят пополам. Но Фуст схитрил: ему мало было половины прибыли, он захотел забрать всю типографию.

Поэтому он поставил такое условие: деньги, которые идут на обустройство типографии, считаются долгом Гутенберга; если Гутенберг не отдаст их в срок, вся типография поступает в собственность ему, Фусту.

И день этот настал. Всю прибыль от типографии Гутенберг тратил на ее расширение, отливая новые шрифты, делая новые станки. Фуст прекрасно знал об этом, и когда Гутенберг истратил все деньги, потребовал вернуть долг. Гутенберг не мог вернуть долг, прежде чем не выпустит новые книги и продаст их. Фуст подал в суд, потребовав,

чтобы у Гутенберга отобрали типографию и передали ему. Типографию присудили Фусту.

Но у Гутенберга остался один комплект шрифтов, который принадлежал лично ему, прежде чем он вступил в компанию с Фустом. Не имея денег, живя впроголодь, он начал снова печатать книги. Снова нашел компаньона. И снова его одолевали кредиторы. Но Гутенберг не сдавался.

Дело, вероятно, кончилось бы так же, как и с Фустом, если бы не одно неожиданное обстоятельство. Печатное слово впервые сыграло роль в политической борьбе.

В Майнце, где находилась типография Гутенберга, боролись друг с другом два высших духовных лица – два архиепископа, которым принадлежала не только духовная, но и светская власть.

Они боролись друг с другом и словом, и оружием – у каждого была своя армия.

Гутенберг стал печатать листы, в которых хвалил одного из архиепископов, Адольфа фон Нассау, и старался расположить к нему население города. Фуст, владевший старой типографией Гутенберга, выступил в защиту второго.

Победил фон Нассау. Типографию Фуста разгромили, а Гутенберг получил награду: разрешение получать обед с архиепископского стола. И еще одну награду: каждый год новое платье, двести мер зерна и два воза сена.

Это, конечно, не так уж много, но все же больше, чем получили многие гении за свои изобретения.

Гутенбергу повезло – не тратя денег на еду и одежду, он смог в старости расплатиться с долгами.

Умер Иоганн Гутенберг в своем родном Майнце 3 февраля 1468 г.

Еще при жизни Гутенберга в его изобретение вносились усовершенствования. В 1457 г. П. Шеффер сделал типографское воспроизведение орнаментики на страницах Майнцской Псалтыри. В 1461 г. А. Пфистер в Бамберге выпустил книги с иллюстрациями, гравированными на дереве.

В XV в. вместе с гравюрой на дереве, ксилографией, стала развиваться гравюра на металле. Впервые такие гравюры в книгопечатании применил англичанин У. Кэкстон в Брюгге.

Иллюстрации, гравированные на металле, и текст с наборной формы на одном листе напечатал Н. ди Лоренцо во Флоренции в 1477 году.

К 1501 г. в Европе уже работало более 1500 типографий и было издано свыше 40 тыс. инкунабул – так назывались книги, выпущенные до 1501 года.

В Москве первая типография появилась примерно в 1553 г. В 1564 г. Иван Федоров и Петр Мстиславец выпустили в Москве первую точно датированную книгу «Апостол».

В XVI–XVIII вв. совершенствовались способы изготовления иллюстраций. В самом процессе печатания ничего не менялось, лишь некоторые процессы механизировались да деревянные части заменялись металлическими.

В конце XVIII – начале XIX в. появились новые способы книгопечатания, например литография. Литография была изобретена А. Зенефельдером в 1796–1798 гг. в Германии. При литографическом способе оттиски получаются в результате переноса краски под давлением с плоской (нерельефной) печатной формы непосредственно на бумагу. Этот способ широко применялся в первой половине XIX в. для воспроизведения картин, выполнения книжных и журнальных иллюстраций и т. п.

Развитие книгопечатания и особенно рост газетных тиражей требовали увеличения скорости печатания. Станок старой конструкции не мог обеспечить требуемых скоростей.

В 1815 г. немец Ф. Кениг, переехавший в Лондон, изобрел ротационную машину. В ней плоская плита для прижимания бумаги к форме была заменена металлическим цилиндром. Кроме того, Кениг механизировал и нанесение краски на форму. Эта машина позволила значительно поднять производительность печатного процесса. Если на ручном печатном станке можно было получить 100 оттисков в час, то печатная машина Кенига давала свыше 800 оттисков.

В середине XIX в. появились тигльные печатные машины. В 1863 г. американец У. Буллон построил первую ротационную машину, печатавшую на «бесконечном» бумажном полотне, свернутом в рулон.

В первой половине XIX в. были изобретены наборные машины различных конструкций, значительно повысившие производительность труда наборщика. Даже несовершенные наборные машины подняли производительность в 3–4 раза. Первые наборные

машины были созданы в Англии Б. Фостером в 1815 г. и У. Чергем в 1822 г. В этих машинах были механизированы операции извлечения литер из специального хранилища и установки их в ряд – строку.

Выдающуюся роль в развитии наборных машин сыграло изобретение русского механика П. П. Клягинского. В 1866–1867 гг. он создал оригинальный автомат-наборщик, состоящий из двух аппаратов. В одном из них изготавливалась «депеша» – бумажная лента, на которой набираемый текст фиксировался в виде комбинаций отверстий. Каждой букве или знаку соответствовала определенная комбинация отверстий. Второй аппарат представлял собственно наборную машину. Ее основой являлся «электроосязатель», автоматически расшифровывавший «депешу» и регулировавший поступление в набор нужных литер.

Важным этапом в развитии механизированного набора было создание матрицевыбивальной машины, рельефные штампы которой при нажатии специальных устройств (клавишей) выдавливали на специальном картоне углубленные изображения букв и знаков, после чего по матрицам отливали необходимые формы. В 70-х годах XIX в. большую роль в создании матрицевыбивальных машин сыграли работы русских изобретателей И. Н. Ливчака и Д. А. Тимирязева.

Идеи, положенные в основу матрицевыбивальных машин, были использованы при создании более совершенных наборно-отливных машин. Их применение определило развитие полиграфии конца XIX в. Были сделаны первые попытки создания наборно-печатной машины, сочетавшей в себе наборную и пишущую машины. Первые образцы ее были построены в 1870 г. русским изобретателем М. И. Алисовым. «Скоропечатник» Алисова работал со скоростью 80–120 знаков в минуту.

Для развития наборно-печатных машин имело большое значение создание работоспособной пишущей машинки, предназначенной для побуквенного печатания текста при помощи рельефных букв, приводимых в движение системой рычагов. Первая модель ее была изготовлена в 1867 г. в США К. Шолсом.

Технический прогресс в полиграфии позволил поднять производительность типографских процессов и улучшить качество издаваемых журналов и газет, а также увеличить их тиражи.

В 1884 г. немецкий изобретатель О. Мергенталлер изобрел линотип – наборную строкоотливную машину для набора текста и его отливки. Линотип состоит из трех аппаратов: наборного, отливного и разборочного. Наборщик, нажимая на клавиши наборного аппарата, перепечатывает текст рукописи. При этом из магазинов выпадают металлические матрицы, соответствующие отдельным буквам. В промежутках между словами устанавливаются раздвижные клинья – шпации. Так формируется строка текста, направляющаяся затем к отливному аппарату. Типографский сплав заполняет все углубления в матрицах, образуя после застывания монолитную строку с рельефной печатной поверхностью. Остывшая строка выталкивается из формы, обрезается и выставляется на приемный столик. После отливки строки матрицы передаются в разборочный аппарат, а клинья – в шпационную коробку. Разборочный аппарат осуществляет распределение матриц по соответствующим каналам магазинов.

В 1894 г. изобретатель Е. Порцельт выдвинул идею фотографического набора. В 1895 г. В. А. Гассиев построил первую фотонаборную машину. Фотонаборная машина не отливает строки из металла, а фотографирует текст на пленку. После этого пленку заправляют в печатные машины.

В 1905 г. в США была создана первая офсетная печатная машина. При офсетной печати участки печатной формы, на которых расположен текст, смазывается краской, а пробельные участки – водным раствором. Печатную форму попеременно смачивают водным раствором и покрывают краской. Затем она накладывается под давлением на резиновую пластину, а та, в свою очередь, на бумагу. Так получают отпечаток. Отсутствие непосредственного контакта между печатной формой и бумагой снижает давление при печатании и уменьшает износ формы. Увеличивается скорость печатания и улучшается качество воспроизведения.

В начале XX в. полиграфические машины перешли на электропривод. В 50–60-е годы XX в. в полиграфии стала применяться электроника. Электронно-вычислительные машины произвели революцию в книгопечатании. Фотоэлектроника упростила процессы изготовления иллюстраций.

Компьютерный набор и верстка текста максимально сократили промежуток между написанием книги и ее выходом в свет.

Значение изобретения Гутенберга для прогресса человечества трудно переоценить. В 2000 г. мировая общественность объявила его самым выдающимся событием тысячелетия.

# Колесо

Колесо – это одно из самых выдающихся изобретений человечества. Однажды люди обратили внимание на то, что катить груз намного легче, чем тянуть его. На языке современной механики это значит, что «коэффициент трения качения ниже, чем коэффициент трения скольжения».

Простейшее колесо представляло собой круг, отпиленный от ствола дерева. Подкладывая такие катки под груз, люди облегчали его передвижение.

Потом два таких круга соединили осью. Прикрепив их к повозке, избавились от необходимости постоянно перекладывать их под передвигаемый груз.

Скорость повозки возросла после того, как в повозки стали впрягать животных: ослов, быков, лошадей.

Позже колесо стали изготавливать сборным. Оно уже состояло из обода, спиц и ступицы, стянутых металлической шиной. Подобные колеса и сейчас применяются в гужевом транспорте.

Многие высокоразвитые цивилизации так и не пришли к изобретению колеса. Так, инки применяли своеобразные «санки», скользившие по камням.

В современных транспортных средствах обод заменен пневматической шиной, устраняющей тряску и шум при передвижении.

Для снижения трения появилось своеобразное «колесо в колесе» – шарикоподшипник.

Для вездеходов были созданы колеса, потерявшие круглую форму: они стали овальными, шестигранными, спиральными.

Вращение применялось не только в транспорте. Вращательное колесо явилось наиболее удобным способом передачи энергии в различных механизмах и машинах, поскольку вращательное движение может осуществляться равномерно и непрерывно без потери энергии на преодоление инерции движущихся деталей.

Одним из первых применений колеса для передачи движения стал гончарный круг, затем прялка. Позже появилось водяное колесо,

применявшееся в мельницах, на мануфактурных фабриках, рудниках, в устройствах для орошения и осушения.

В XIX в. вместо водяного колеса появилась турбина, основным элементом которой является колесо.

В машинах колесо служит для передачи усилия, изменения частоты и направления вращения. Известны зубчатые, ременные, фрикционные передачи.

Появление колеса ускорило развитие человеческой цивилизации и способствовало прогрессу технических средств, применявшихся людьми.

## Комбайн

На протяжении многих тысячелетий люди убирали и обрабатывали урожай сельскохозяйственных культур вручную. С этой целью они использовали серпы, косы, а также цепи для обмолота, ручные веялки. Для того, чтобы сжать вручную за один день гектар пшеницы или ржи, требовалось 30 жнецов, а чтобы обмолотить это зерно и отделить его от соломы – еще день труда 40 человек.

До тех пор, пока существовало натуральное хозяйство, крестьяне могли обеспечить себя пищей и излишки продать в городе. Но с началом промышленной революции многие крестьяне были вынуждены уйти в город, и для того чтобы прокормить растущее население, требовалось повышение производительности труда в сельском хозяйстве.

Для облегчения тяжелых и трудоемких работ были созданы первые машины: жатки для скашивания хлеба, молотилки, обмолачивавшие зерно, сноповязалки, сортировки, отделявшие качественное зерно от негодных семян и семян сорняков, а также очищавшие зерно от механических примесей.

В 1868 г. русский изобретатель и агроном А. Р. Власенко создал первую в России конструкцию зерноуборочной машины «Конная зерноуборка на корню», совмещавшую жатку и молотилку. Собственно комбайностроение возникло в конце XIX в. и получило распространение в США. Первый зерноуборочный комбайн был в 1879 г. испытан в Калифорнии. Такие комбайны, построенные практически полностью из дерева, были громоздкими и тяжелыми. Для их перевозки требовалась упряжка из 20–30 лошадей.

В первой четверти XX в. зерноуборочные комбайны значительно усовершенствовались: дерево, в основном, заменили металлом, конную тягу – сначала паровым локомотивом, затем трактором, привод рабочих органов осуществлялся от двигателя внутреннего сгорания.

Увеличение производства комбайнов произошло после Первой мировой войны благодаря развитию тракторостроения и расширяющемуся применению тракторов. Выпуск зерноуборочных

комбайнов возрастал: в 1914 г. было выпущено всего 30 комбайнов, а в 1929 г. – 37 000.

Постепенно прицепные комбайны были вытеснены самоходными. Такие комбайны состоят из жатки, молотилки, бункера для зерна, двигателя, кабины с органами управления и ходовой части.

Принцип работы зерноуборочного комбайна следующий. Вращающееся мотовило наклоняет стебли с колосьями к режущему аппарату жатки. Срезанные колосья перемещаются винтовым конвейером-шнеком от краев к центру жатки к пальчиковому механизму. Затем стебли попадают на наклонный транспортер, переносящий их к приемной камере молотилки. Приемный битек равномерно подает стебли в молотильный аппарат. Здесь в узком пространстве между вращающимся барабаном и неподвижным подбарабаньем происходит обмолот колосьев. Выделившееся зерно проваливается через решетку подбарабанья и поступает на решетки очистки. Солома с оставшимся зерном выбрасывается на решета очистки. Проходя через соломотряс, оставшееся зерно отделяется от соломы и половы и тоже поступает на решета очистки. Там оно продувается воздухом от вентилятора и очищается от примесей, после чего по транспортеру поднимается в бункер. Необмолоченные колосья по другому транспортеру снова попадают в молотильный аппарат. Солома и полова подаются в копнитель, который по мере наполнения выбрасывает их на поле в виде копен.

Управление комбайном и регулировка его рабочих органов осуществляется при помощи гидравлической системы, которая поднимает и опускает жатку, перемещает мотовило и изменяет скорость его вращения. Кроме того, она регулирует скорость комбайна. Дизельный двигатель комбайна соединен клиноременной передачей с приемным шкивом моста ведущих колес и контрприводным валом молотилки.

На базе зерноуборочного комбайна могут быть смонтированы устройства для уборки семенников трав, кукурузы на зерно, гречихи, проса, бобовых и других культур.

В картофелеуборочном комбайне пассивный лемех подрезает пласт почвы, а прутковый элеватор рыхлит этот пласт и отсеивает почву. В другом варианте лемех колеблется вместе с первым решетом грохота. На элеваторе или решетках грохота отсеивается большая часть

почвы. Затем масса поступает в пневматический комкодавитель. Измельченная почва просеивается на решетках грохота. Оставшаяся масса поступает на прутковый транспортер ботвоудаляющего устройства. Клубни и мелкие частицы земли просыпаются между прутками, а ботва с оставшимися клубнями и растительные примеси остаются на прутках. При проходе через прижимной транспортер отбойные клубни отрывают оставшиеся клубни, а ботва выбрасывается на поле позади комбайна. Клубни с примесями подаются барабанным транспортером на горку, а с нее на транспортер-переборщик, где очистка клубней ведется вручную. Загрузочный элеватор подает чистые клубни в бункер-копильник с подвижным дном. После заполнения бункер разгружают в кузов автомобиля.

Свеклоуборочный комбайн цепляется к трактору. Некоторые модели таких комбайнов могут обрезать ботву на корню, сбрасывая ее на тележку. После этого они выкапывают корнеплоды и грузят их в кузов автомобиля или прицепа.

Другие свеклоуборочные комбайны выкапывают свеклу целиком, затем обрезают ботву и очищают ворох корнеплодов от почвы и растительных остатков, после чего сбрасывают корнеплоды в кузов.

Льнокомбайн предназначен для уборки льна-долгунца. Он имеет теребильный аппарат для теребления стеблей льна, транспортер, подающий их к зажимному транспортеру. Последний вводит стебли в камеру очеса, где специальный барабан отрывает семенные коробочки, а воздушный поток перекидывает их на транспортер, сбрасывающий их в прицепленную к комбайну тележку. Очесанная солома поступает из зажимного транспортера на расстилочный лист и падает на поле в виде ленты. Некоторые льнокомбайны имеют аппарат для вязки соломы в снопы.

Применение комбайнов в сельском хозяйстве позволило расширить посевные площади, уменьшить количество потерь и, в конечном итоге, значительно увеличить собранный урожай.

# Компас

Слово «компас» происходит от итальянского *compassare* – измерять шагами. Компас предназначен для ориентирования на местности.

Считается, что первый компас был создан более двух тысяч лет тому назад в Китае. В китайских летописях повествуется и о магнитных путеуказательных повозках, в которых фигурка воина или жреца указывала рукой на юг. Это изобретение приписывается императору Чжеу Кунгу, жившему за 1100 лет до н. э. Ему же приписывают и изобретение компаса.

По другим данным, путеводную повозку смастерил в царствование императора Хуан Ди его подданный для поимки отряда железнолобых разбойников. На повозке был установлен маленький железный человечек, укрепленный с помощью иглы на колесике. Он показывал своей рукой не на север или юг, а в сторону этого отряда. Это, несомненно, легенда, поскольку даже современные миноискатели не могут обнаружить железо на расстоянии более 10 метров.

Реконструкция китайских компасов по их описаниям вызывает сомнения в их достоверности. Так, философу Фэй-цзы, жившему в III в. до н. э., приписывается изобретение компаса в виде разливательной ложки из магнетита с тонким черенком и шарообразной, хорошо отполированной выпуклой частью. Этой выпуклой частью ложка устанавливалась на отполированную медную или деревянную пластинку таким образом, чтобы черенок не касался пластинки, а свободно висел над ней. При этом ложка легко вращалась вокруг оси основания. Подтолкнув черенок ложки, ее начинали вращать. После остановки черенок указывал точно на юг.

Такой компас не мог дать нужной точности из-за силы трения, которая пропорциональна весу магнитоуказателя. Это касается и других конструкций китайских компасов, описанных в летописях.

Первые сведения о применении компаса в Европе относятся к XII веку. Первоначально европейские компасы представляли собой швейную иглу, намагниченную при помощи магнитного камня. Ее клали на соломинку или пробочку, последнюю – на воду в круглой

чаше. Иголка всей своей длиной становилась в плоскость меридиана. Поскольку железо быстро теряло свой магнетизм, иголку постоянно подмагничивали.

Позже был описан компас, в котором намагниченная иголка пропусклась через ось, оканчивавшуюся вверху и внизу остриями. Этими остриями она свободно поддерживалась в подпятниках, сделанных в дне и прозрачной крышке котелка. Через ту же ось перпендикулярно к первой стрелке пропусклась вторая, медная, стрелка – указатель востока и запада. Этот компас тоже требовал постоянного подмагничивания, которое, судя по описанию, проводилось без вынимания стрелки из котелка поднесением магнитного камня.

Петрус Перигринус в 1269 г. снабдил магнитную стрелку круглой градуированной шкалой и при ее помощи определял направление.

Создание компаса с бумажным кругом, снабженным для удобства ориентирования делениями – картушкой, стальной стрелкой и стойкой, которой картушка накладывается на шпильку, укрепленную в центре котелка, принадлежит, по мнению большинства ученых, итальянцу Флавио Джойя из Амильфи. Он сконструировал его в 1302 г. Компас Джойя представлял собой соединение магнитной иглы с розой ветров. Для обозначения главных точек компаса применялись различные названия ветров и Полярная звезда. Сначала круг делился на 16, а затем на 32 румба.

После появления компаса Джойи на морских картах в важнейших пунктах помещали центры розы ветров, соединяя их между собой лучами. Для прокладки курса от точки нахождения корабля строили направление до ближайшего луча, идущего из нужного центра.

Арабы использовали для обозначения компаса итальянские, а не китайские термины, что также является доводом в пользу европейского происхождения компаса. Склонение стрелки компаса было открыто Колумбом во время его первого плавания через Атлантический океан. Он также обратил внимание на изменение склонения в соответствии с местом. Склонение компаса связано с тем, что географический северный полюс не совпадает с магнитным. Последний находится юго-западнее и постоянно перемещается к югу. Координаты магнитного полюса вычислил в XVI в. фламандский ученый Герард Меркатор.

В 1544 г. пастор из Нюрнберга Гартман, исследуя свойства магнита, обнаружил, что тот не только стремится ориентироваться с севера на юг, но и северный конец его уклоняется книзу.

Один компас без остальных навигационных инструментов – лага, сектанта, точных часов не мог определить положение корабля в океане. В XVI в. для уменьшения воздействия на компас механических колебаний, например качки, его стали укреплять на кардановом подвесе. В XVII в. морской компас был снабжен пеленгатором – вращающейся диаметральной линейкой с визирами на концах. Это позволило точнее отсчитывать направления на объекты – пеленги. Внесенные в конструкцию компаса усовершенствования сделали компас основным навигационным прибором в судовождении. Точность показаний современных магнитных компасов в средних широтах при отсутствии качки составляет 0,3–0,5 градуса.

Авиационный магнитный компас схож по конструкции с судовым, но сделан с учетом условий работы: сильных вибраций и больших ускорений.

Среди недостатков магнитного компаса – необходимость внесения поправок с учетом магнитного склонения данной местности и девиации – отклонения стрелки от направления на магнитный полюс под влиянием намагниченных тел, например стального корпуса судна, а также электромагнитных полей электрических и радиоустановок. Точность магнитного компаса резко снижается вблизи магнитных полюсов и крупных магнитных аномалий, например крупных залежей железной руды.

В XIX в. возросли требования, предъявляемые к компасам. Появление кораблей с металлическими корпусами повлияло на их точность. Кроме того, стали осваиваться высокие широты, где магнитный компас, практически, бесполезен.

Поэтому, в добавление к магнитному, был создан гирокомпас. Его действие основано на использовании свойств гироскопа и суточного вращения Земли.

Принцип работы гироскопа такой же, как у детского волчка: быстро вращающееся твердое тело, ось вращения которого может менять направление в пространстве. Свойства гироскопа проявляются при выполнении двух условий: его ось вращения должна иметь возможность изменять свое направление в пространстве, а угловая

скорость вращения гироскопа должна быть намного выше, чем угловая скорость, с которой сама ось меняет свое направление. Основное свойство уравновешенного гироскопа с тремя степенями свободы, позволяющее применять его для определения направления, – стремление его оси сохранять приданное ей первоначальное направление, независимо от перемещения основания и толчков.

Идея гироскопа была предложена французским ученым Фуко. Его гироскоп представлял собой прибор с двумя степенями свободы, ось которого перемещается в плоскости горизонта благодаря возникающему из-за вращения Земли гироскопическому моменту стремиться к совмещению с плоскостью географического меридиана. Гироскоп Фуко не нашел применения на подвижных объектах из-за подверженности колебаниям. На подвижных объектах применяются гироскопы, в которых используются гироскопы с тремя степенями свободы.

Преимущества гироскопа по сравнению с магнитным состоят в том, что он показывает направление географического, а не магнитного меридиана, на его работу меньше влияют большие массы металла. Его точность в условиях колебаний намного выше.

Существуют также астрономические компасы, в которых применяются пеленгаторы, постоянно следящие за положением какого-либо небесного светила, например Солнца. Помимо пеленгатора астрономический компас состоит из вычислителя азимута светила и указателя курса. Его принцип – алгебраическое сложение курсового угла и вычисленного азимута светила. Такой компас позволяет определять курс в любом месте Земли, независимо от скорости и высоты.

Радиокомпасы автоматически фиксируют направление на радиомаяк.

Ни один из существующих типов компасов не может обеспечить точного измерения курса в любом месте Земли, независимо от погоды и других факторов. Поэтому компасы разных типов объединяют в единые курсовые системы.

# Конвейер

Конвейер (англ. *conveyor*, от *convey* — перевозить) – транспортер, машина непрерывного действия для перемещения сыпучих, пакетированных, комплексных или штучных грузов.

Конвейеры – это механические непрерывные транспортные средства для перемещения различных грузов на небольшие расстояния. Конвейеры разных типов применяются во всех отраслях промышленности для погрузки-выгрузки и транспортировки материалов в процессе производства.

Принято считать, что конвейер – изобретение XX века, вызванное к жизни требованиями массового производства. Однако почти все основные принципы конвейерной механизации были известны уже в XV в. Грузоподъемное оборудование существовало в древности: подъемные устройства использовались в Египте в XVI в. до н. э.

За несколько тысячелетий до н. э. в Древнем Китае и Индии для непрерывной подачи воды из водоемов в оросительные системы использовали цепные насосы, которые можно считать прототипами скребковых конвейеров. В Месопотамии и Древнем Египте применяли многоковшовые и винтовые водоподъемники – предшественники современных ковшовых элеваторов и винтовых конвейеров. Первые попытки применения скребковых и винтовых конвейеров для перемещения насыпных материалов (например, в мукомольном производстве) относятся к XVI–XVII векам. В конце XVIII в. конвейеры стали систематически использовать для транспортирования легких сыпучих материалов на небольшие расстояния.

В 30-е годы XIX в. с той же целью впервые были применены конвейеры с лентами из прочной ткани. Во второй половине XIX в. началось промышленное использование конвейеров для доставки тяжелых массовых и штучных грузов. Расширение областей применения конвейеров обусловило появление и эксплуатационное освоение новых типов конвейеров: ленточных с тканевыми прорезиненными лентами (1868 г., Великобритания), стационарных и передвижных пластинчатых (1870 г., Россия), винтовых со спиральными винтами для крупнокусовых материалов (1887 г.,

США), ковшовых с шарнирно закрепленными ковшами для доставки грузов по сложным трассам (1896 г., США), ленточных со стальными лентами (1905 г., Швеция), инерционных (1906 г., Великобритания, Германия) и т. д. В 1882 г. конвейер был использован для связи технологических агрегатов в поточно-массовом производстве (США).

Несколько позднее стали применяться напольные литейные (1890 г., США), подвесные (1894 г., Великобритания) и специальные сборочные конвейеры (1912–1914 гг., США).

С 80-х годов XIX в. изготовление конвейеров в промышленно развитых странах постепенно выделялось в отдельную область машиностроения. В современных типах конвейеров сохранились основные конструктивные элементы, которые совершенствовались в соответствии с достижениями науки и техники (замена ременного привода электрическим, использование вибрационной техники и т. д.).

Идея конвейера в массовом производстве в полной мере была воплощена автомобильным промышленником Генри Фордом в начале XX в. Стремясь сделать дешевый массовый автомобиль, доступный небогатому покупателю, он внедрил на своих сборочных предприятиях поточное производство. Сам Форд отнюдь не претендовал на авторство в отношении идеи конвейера. В биографической книге «Моя жизнь» он заметил: «Приблизительно 1 апреля 1913 года мы произвели наш первый опыт со сборочным путем. Это было при сборке магнето. Мне кажется, что это был первый подвижный сборочный путь, какой когда-либо был устроен. В принципе, он похож на передвижные пути, которыми пользуются чикагские мясники при разделке туш».

Конвейер действительно теснейшим образом связан с историей производства свежзамороженного мяса.

Впервые эта идея была применена на практике американцем Густавом Свифтом, создателем мощной мясной индустрии в США. Свифт в возрасте четырнадцати лет начал работать на своего брата, мясника на Кейп-Код.

Позже он завел собственное дело и стал торговать крупным рогатым скотом, постепенно продвигаясь со своим товаром на Запад – сперва в Олбани, потом в Буффало и наконец в 1875 году в Чикаго. Здесь он задумался над тем, как обеспечить круглогодичную торговлю мясом. И если транспортировать мясо в холодильниках, то каким образом забивать и разделывать скот перед перевозкой мяса? Свифт

нашел железнодорожную компанию, согласившуюся перевозить вагоны-холодильники, вложил деньги в их строительство и усовершенствование и стал возить разделанное в Чикаго мясо на Восток, в растущие промышленные города. Дело Свифта быстро пошло в гору.

Свифт тщательнейшим образом продумал всю технологическую цепочку от покупки скота до доставки свежзамороженного мяса потребителю. Важнейшим звеном этой цепочки стала разделка туши, для чего была изобретена «демонтажная линия». Свифт выдвинул гениально простую идею: туша должна двигаться к тем, кто ее разделывает. В свифтовском мясоразделочном цехе забой свиньи и разделка туши были рассечены на многочисленные единичные операции.

Вот как описал разделочную линию Свифта Эптон Синклер в романе «Джунгли» (1906 г.): «Затем кран ее (тушу свиньи) подхватывал и подавал на подвесную тележку, которая катилась между двумя рядами рабочих, сидевших на высокой платформе. Каждый рабочий, когда туша скользила мимо него, прodelывал над ней всего лишь одну операцию». В конце линии туша была уже полностью разделана.

Конвейер Форда был «демонтажной линией» Свифта наоборот: остов автомобиля по мере движения по конвейеру обрастал железным «мясом». В остальном же сходство было просто поразительное. Вот описание работы конвейера у Форда: «При сборке шасси производятся сорок пять различных движений и устроено соответствующее число остановок. Первая рабочая группа прикрепляет четыре предохранительных кожуха к остову шасси; двигатель появляется на десятой остановке и т. д. Некоторые рабочие делают только одно или два небольших движения рукой, другие – гораздо больше». Каждый из рабочих, сидевших вдоль конвейера, осуществлял одну операцию, состоящую из нескольких (а то и одного) трудовых движений, для выполнения которых не требовалось практически никакой квалификации. По свидетельству Форда, для 43 % рабочих требовалась однодневная подготовка, для 36 % – до недели, для 6 % – одна-две недели, для 4 % – от месяца до года.

Внедрение конвейерной сборки, наряду с некоторыми другими техническими новшествами, вызвало резкий рост производительности

труда и снижение себестоимости продукции, положило начало массовому производству. Но следствием этого стало увеличение интенсивности труда, автоматизм. Труд на конвейере требует от рабочих крайнего нервного и физического напряжения. Принудительный ритм труда, задаваемый конвейером, вызывал необходимость замены формы оплаты труда рабочих. Генри Форд отмечал: «...результатом следования этим основным правилам является сокращение требований, предъявляемых к мыслительной способности рабочего и сокращение его движений до минимального предела. По возможности ему приходится выполнять одно и то же одним и тем же движением».

Весь XX в. был временем триумфального шествия конвейерного принципа организации производства, который трансформировался, обогащался, но сохранял свое твердое ядро. Конвейер – это основа массового производства товаров.

Пионером применения конвейера Фордом был рассчитан и создан полный цикл производства, включая изготовление стали и стекла.

Эффективность использования конвейера в технологическом процессе любого производства зависит от того, насколько тип и параметры выбранного конвейера соответствуют свойствам груза и условиям, в которых протекает технологический процесс. К таким условиям относятся: производительность, длина транспортирования, форма трассы и направление перемещения (горизонтальное, наклонное, вертикальное, комбинированное; условия загрузки и разгрузки конвейера; размеры груза, его форма, удельная плотность, кусковатость, влажность, температура и прочее). Также имеет значение ритм и интенсивность подачи и различные местные факторы.

Высокая производительность, простота конструкции и сравнительно невысокая стоимость, возможность выполнения на конвейере различных технологических операций, невысокая трудоемкость работ, обеспечение безопасности труда, улучшение его условий – все это способствовало широкому применению конвейера. Он использовался во всех областях хозяйства: в черной и цветной металлургии, машиностроении, горной, химической, пищевой и других отраслях промышленности. В промышленном производстве конвейеры являются неотъемлемой составной частью технологического процесса. Конвейеры позволяют устанавливать и

регулировать темп производства, обеспечивают его ритмичность, являясь основным средством комплексной механизации транспортных и погрузочно-разгрузочных процессов и поточных технологических операций. Применение конвейера освобождает рабочих от тяжелых и трудоемких транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, делает их труд более производительным. Широкая конвейеризация – одна из характерных черт развитого промышленного производства.

Вместе с тем в автомобильной промышленности, которая в свое время первой стала применять конвейерную сборку, в конце XX в. наметился возврат к старым методам производства. Некоторые фирмы стали поручать полный цикл сборки автомобиля одной бригаде сборщиков. Это связано с тем, что при высоком темпе движения конвейера неизбежен брак, который не всегда замечают и исправляют в конце цикла сборки. Такие огрехи заметны только при эксплуатации автомобиля владельцем. Их обнаружение влечет за собой как денежные потери, так и нанесение ущерба престижу фирмы-производителя.

# Консервы

Еще в глубокой древности перед человечеством встал вопрос: что делать, чтобы пища не портилась как можно дольше? Сначала наши предки старались сохранить пищу для себя и для своего племени. Потом, по прошествии времени, стали делать запасы для снаряжения армий или экспедиций.

Самый древний способ сохранения продуктов – сушка. У североамериканских индейцев, например, существовало блюдо под названием «пеммикан». Его изготавливали из высушенного на солнце мяса, растертого между камнями, с добавлением различных приправ. Эту смесь прессовали и хранили в кожаных мешках.

Другой способ – охлаждение. На острове Крит найдены развалины древнего храма, построенного во втором тысячелетии до нашей эры. В глубоких и всегда холодных подземных галереях дворца были обнаружены большие глиняные кувшины, в которых хранили пищу.

Позднее люди заметили, что продукты лучше сохраняются, если хорошо просолены или прокопчены. Потом изобрели маринование и квашение. В тех местах, где позволял климат, пищу замораживали.

Сушение, копчение, квашение, маринование, соление продуктов применялось для предохранения от порчи и перевозок на большие расстояния. Но поиски способов сохранения продуктов продолжались. Это имело большое значение для путешественников, купцов, военных.

В начале XIX в. было сделано изобретение, в корне изменившее представление человечества о сроках хранения продуктов, значительно упростившее жизнь профессиональных поваров и обычных домохозяек всего мира. Речь идет об изобретении консервов.

Еще в конце XVIII в. в революционной Франции был объявлен конкурс на лучший способ хранения продуктов. Во время походов Наполеон Бонапарт столкнулся с проблемой обеспечения армии провиантом. Полностью решить этот вопрос за счет населения покоренных областей удавалось далеко не всегда, а везти припасы с собой не имело смысла: они бы испортились в пути.

Решил эту проблему поставщик двора Наполеона известный парижский кулинар Николя Франсуа Аппер. Однажды он представил на суд императора жареную баранью ногу, кашу с тушеной свининой и компот из персиков, запаянные в герметичные банки примерно три месяца назад.

Блюда не отличались отменным вкусом, но были вполне качественны и съедобны.

Аппер назвал свое изобретение консервами – от латинского *conservo* — сохранять. Говорят, что Аппера подвигнуло на изобретение интересное наблюдение: прокипяченные, плотно закрытые бутылки с соком долго не портятся. По другим данным, он воспользовался опытами некоего итальянца.

Бонапарт распорядился выделить Апперу солидные средства для продолжения опытов.

Изобретение консервов спасало наполеоновскую армию в многочисленных походах. Благодаря наполеоновским войнам, консервы Николя Аппера стали известны по всей Европе. Вскоре автор изобретения получил от французского правительства титул «Благодетель человечества» вместе с солидной денежной премией и красивой памятной медалью.

Позже предприимчивый француз открыл на одной из парижских улиц магазин «Разная снедь в бутылках и коробках», где продавались продукты в запаянных и герметично закрытых бутылках. При магазине действовала небольшая фабрика по производству консервированных продуктов.

Впоследствии Аппер продал свое дело в Париже и основал консервную империю «Аппер и сыновья». Дело его жизни ширилось и развивалось, народ все охотнее покупал мясные, рыбные и плодоовощные консервы, изготавливаемые сетью его фабрик по всей Европе.

Помимо предпринимательской деятельности, Аппер написал книгу «Искусство консервирования растительных и животных субстанций на долготный период».

На Лондонской выставке в 1857 году были опробованы консервы, изготовленные Аппером еще в 1812 году для Наполеона, и признаны вполне съедобными.

Консервирование, не получившее поначалу во Франции признания, было оценено в Англии. Английский механик Питер Дюран первым начал делать консервные банки из пищевой жести. Поначалу это были очень неуклюжие жестянки, сделанные вручную, с неудобной крышкой. Англичане взяли патент на производство консервов по методу Аппера и с 1826 года снабжали свою армию мясными консервами. Правда, для вскрытия таких банок солдатам были нужны молоток и долото.

Эстафету производства консервов подхватили американцы. Они усовершенствовали жестяные банки, и с 1819 года стали выпускать консервы из тунца, омаров и устриц. Позднее стали консервировать и фрукты. Дело у американских фабрикантов шло превосходно: покупатели приняли новинку с удовольствием. Появились заводы по производству консервных банок. Спустя почти 40 лет после начала производства консервов в США, в 1860 году, там была изобретена такая незаменимая в хозяйстве вещь, как консервный нож.

В России первый консервный завод появился в 1870 году. Основным заказчиком была армия. В Петербурге выпускали пять видов консервов: жареную говядину (или баранину), рагу, кашу, мясо с горохом и гороховую похлебку.

Помимо вышеперечисленных методов, в XIX в. консервирование стали осуществлять также при помощи сахара. Высокая концентрация сахара в растворе (не менее 60–65 %) из-за высокого осмотического давления делает невозможным поглощение микробами питательных веществ и подвергает микробные клетки сильному обезвоживанию. Такой способ применяют для консервирования фруктов (изготовление повидла, варенья, джема, желе).

Научное обоснование процессы консервирования по методу Аппера получили в 1857 г. Малоизвестный в то время французский ученый Луи Пастер выступил на конференции Общества естествоиспытателей с докладом о том, что в природе существуют невидимые глазу существа – микробы, которые вызывают процесс гниения, что и приводит к порче продуктов.

Жизнедеятельность микроорганизмов проявляется лишь при наличии определенного температурного режима, достаточной влажности, при отсутствии антибиотических веществ в продукте, наличии или отсутствии кислорода. Если эти условия нарушены,

микроорганизмы погибают. Это положение и является основным принципом, на котором базируются методы консервирования – пастеризация и стерилизация.

В настоящее время выпускают следующие виды консервов:

– мясные: натуральные (тушеная говядина, свинина, баранина, отварная птица); кулинарно обработанные птицепродукты и мясо; паштеты, гуляш, бефстроганов; консервированные колбасы, колбасные фарши, сосиски; субпродукты (почки, мозги, рубец);

– мясорастительные: мясо с горохом, фасолью, чечевицей, крупяными и макаронными изделиями;

– молочные консервы: сгущенные молочные продукты (молоко, сливки, снятое молоко), стерилизованное сгущенное молоко без сахара;

– рыбные консервы: натуральные (лососевые, осетровые, из морепродуктов – крабов, креветок, мидий, кальмаров в собственном соку), из рыбы, обжаренной в томатном соусе или масле, из копченой рыбы. Все виды рыбных консервов подвергают стерилизации. Помимо консервов из рыбы изготавливают пресервы – рыбные консервы, не подвергающиеся стерилизации из рыбыпряного посола в различных острых заливках;

– овощные консервы: натуральные (морковь, свекла, зеленый горошек, томаты, огурцы и др.), соки – морковный, томатный, свекольный, томатопродукты (паста, пюре, соусы), закусочные (фаршированные, нарезанные овощи, голубцы, овощная икра), готовые блюда (борщи, супы, солянки, рагу), маринованные и квашеные овощи, грибные консервы;

– фруктовые консервы: натуральные, компоты из свежих плодов с сахаром, стерилизованные пюре, соки, варенье, джемы, желе, сиропы.

Консервы расфасовывают и герметически упаковывают в металлическую (жестяную, алюминиевую), стеклянную и полимерную тару.

Благодаря различным видам консервирования стало возможным хранение продуктов в течение длительного времени, их перевозка на большие расстояния в места, где они востребованы.

## Космический корабль

Космический корабль – это летательный аппарат, предназначенный для полета людей или перевозки грузов в космическом пространстве.

О кораблях для перевозки грузов по околоземной орбите было рассказано в статье «Искусственный спутник Земли». В данной статье пойдет речь об аппаратах, предназначенных для полета людей в космос, а также об аппаратах для полетов за пределы земной орбиты к другим планетам Солнечной системы.

2 января 1959 г. на Луну была запущена советская автоматическая межпланетная станция «Луна-1». Впервые искусственному телу, созданному на Земле, была сообщена вторая космическая скорость, равная 11,2 км/с. Этой скорости достигла последняя ступень многоступенчатой ракеты, которая по заданной программе вышла на траекторию движения по направлению к Луне. Последняя ступень ракеты весила 1472 кг без топлива и была оборудована контейнером с научной аппаратурой общим весом 361,3 кг. На АМС размещалась радиоаппаратура, телеметрическая система, приборы для исследования межпланетного пространства. На последней ступени ракеты была установлена аппаратура для образования искусственной кометы.

Расчеты элементов траектории движения осуществлялись на электронно-вычислительных машинах по данным измерений, автоматически поступавшим в координационно-вычислительный центр. Ракета прошла на расстоянии 5 тыс. км от Луны и стала спутником Солнца – первой искусственной планетой солнечной системы. Ее максимальная удаленность от Солнца, афелий, составляла 197,2 млн км, минимальная, перигелий, 146,4 млн км.

Проведенные в ходе полета измерения дали новые сведения о радиационном поясе Земли и космическом пространстве. В мировой печати «Луна-1» получила название «Мечта».

Спустя два месяца, 3 марта, США после ряда попыток с помощью ракетной системы «Юнона-2» запустили космическую ракету «Пионер-4», которая прошла на расстоянии почти 60 тыс. км от Луны.

11 марта 1960 г. в США с помощью 3-ступенчатой ракеты типа «Тор-Эйбл» был запущен другой спутник Солнца – «Пионер-5» с полезным весом 42 кг.

12 сентября 1959 г. в СССР была запущена автоматическая межпланетная станция «Луна-2», которая впервые достигла поверхности Луны. Ставилась задача – исследование космического пространства при полете к Луне. Последняя ступень ракеты, двигаясь к Луне, превысила вторую космическую скорость. Последняя ступень ракеты представляла собой управляемую ракету весом 1511 кг (без топлива), которая несла контейнер с научной аппаратурой. 14 сентября 1959 г. в 0 ч 2 мин 24 с по московскому времени «Луна-2» вместе с последней ступенью ракеты – носителя достигли поверхности Луны восточнее моря Ясности вблизи кратеров Аристид, Архимед и Автолик.

Для такого полета потребовалось создание высокосовершенной многоступенчатой ракеты, мощных ракетных двигателей, работающих на высококалорийном топливе, высокоточной системы управления полетом ракеты, автоматического измерительного комплекса на Земле для прослеживания полета ракеты и т. п.

Производившиеся при полете исследования показали, например, что Луна не имеет сколько-нибудь заметного магнитного поля.

4 октября 1959 г. был произведен запуск советской космической ракеты, которая вывела на орбиту автоматическую межпланетную станцию «Луна-3». Ее вес достигал 278,5 кг. На борту АМС находились радиотехнические и телеметрические системы, фототелевизионная система с автоматической обработкой пленки на борту, комплекс научной аппаратуры, системы ориентации относительно Солнца и Луны, солнечные батареи, система терморегулирования.

Последняя ступень ракеты-носителя вывела АМС «Луна-3» на окололунную орбиту. Огибая Луну, станция прошла на расстоянии 6200 км от ее поверхности. 7 октября 1959 г. с ее борта была проведена съемка обратной поверхности Луны. После обработки пленки на борту полученные изображения были переданы телевизионной системой на Землю.

После облета Луны «Луна-3» перешла на орбиту искусственного спутника Земли и, совершив 11 оборотов вокруг Земли, прекратила

свое существование, сгорев в плотных слоях атмосферы.

12 февраля 1961 г. усовершенствованной многоступенчатой ракетой был выведен на орбиту тяжелый искусственный спутник Земли, и в тот же день с него стартовала управляемая космическая ракета, которая вывела автоматическую межпланетную станцию «Венера-1» на траекторию Венеры. Вес АМС составил 643,5 кг. На ее борту находилась научная аппаратура для проведения исследований космического излучения, магнитных полей, межпланетного вещества и регистрации соударений с микрометеоритами. Скорость полета АМС в начале выведения ее на траекторию к Венере превышала величину второй космической скорости.

19–20 мая 1961 г. «Венера-1» прошла на расстоянии около 100 000 км от Венеры и вышла на орбиту спутника Солнца.

Параллельно с полетами автоматических межпланетных станций шла подготовка к полету в космос человека. Еще в 1951 г. высотный полет в герметическом контейнере, размещенном в головной части геофизической ракеты В-1А, созданной в КБ Королева, поднялись собаки Дезик и Цыган. Они благополучно вернулись на Землю. После этого запускали мух-дрозофил, мышей, крыс, морских свинок. Эти полеты давали возможность проводить анализ состояния живого организма в условиях ракетного полета.

В ходе этих экспериментов опробовались различные способы возвращения животных на землю: вместе с герметичным контейнером, а также в высотном скафандре с прозрачным гермошлемом на парашюте отдельно от контейнера.

На втором искусственном спутнике Земли на околоземную орбиту отправилась собака Лайка. Во время полета велось наблюдение за состоянием животного.

11 января 1960 г. было принято решение о создании отряда космонавтов. Позже он стал называться Центром подготовки космонавтов. В первом составе отряда были Юрий Гагарин, Герман Титов, Павел Попович и другие летчики, впоследствии ставшие космонавтами. Первое занятие космонавтов состоялось 14 марта 1960 г. в Москве.

В том же году в Казахстане начались испытания парашютной системы космического корабля «Восток».

В мае 1960 г. состоялся первый запуск корабля «Восток» с системой ориентации и тормозной двигательной установкой. В результате отказа инфракрасной установки корабль вместо торможения стал разгоняться и перешел на более высокую орбиту.

19 августа 1960 г. на орбиту вышел второй корабль-спутник, на борту которого находились собаки Белка и Стрелка, а также крысы, мыши и дрозофилы. На следующий день корабль приземлился в заданном районе.

1 декабря 1960 г. был запущен третий корабль, на котором находились собаки Пчелка и Мушка. Спускаемый корабль, в котором они находились, сорвался на нерасчетную траекторию и погиб.

В это же время на мысе Канаверал во Флориде американцы проводили запуски капсул «Меркурий». Летом 1960 г. ракета взорвалась спустя 65 секунд после старта. В ноябре 1960 г. капсула не отделилась от ракеты и вместе с ней упала в океан. Спустя две недели произошел пожар ракеты на старте.

31 января 1961 г. была запущена капсула, в которой находился шимпанзе Хэм. Он был натренирован нажимать на кнопки и рычаги, реагируя на световые сигналы, в случае неудачи получая удары током. В ходе полета произошел аварийный разгон носителя, что привело к 18-кратным перегрузкам. Автоматика вышла из строя, и Хэм постоянно получал удары током. Капсула приводнилась в 130 милях от заданной точки.

9 марта 1961 г. был запущен 4-й корабль-спутник. В его пилотском кресле сидел манекен – усредненное чучело человека. Его называли «Иван Иванович». Вместе с ним полетела собака Чернушка. После 88 минут полета корабль благополучно приземлился.

Последней репетицией полета стал запуск 25 марта 5-го спутника с очередным «Иваном Ивановичем» и собакой Звездочкой.

После этого было принято решение о старте человека.

5 апреля на космодром Байконур в Казахстане прилетел начальник Центра подготовки космонавтов Н. П. Каманин и с ним 6 кандидатов. У трапа их встретил Королев и сообщил, что полет состоится 10–12 апреля.

На заседании Государственной комиссии рассматривались две кандидатуры – Гагарина и Титова. Был утвержден Гагарин. 11 апреля он приехал на старт для встречи с сотрудниками космического

комплекса. Вместе с Титовым и Каманиным Гагарин попробовал космическую пищу в тубиках. Затем он был вызван на инструктаж.

12 апреля 1961 г. Гагарин приехал на космодром и после доклада председателю Государственной комиссии занял место в кабине «Востока». В 9 ч 07 мин «Восток» с первым в мире космонавтом на борту поднялся в космос. Космический корабль вышел на орбиту с максимальным удалением от Земли 327 км. Период его обращения вокруг Земли составлял 89,1 мин, наибольшая скорость полета достигала 28 000 км/ч. Общая мощность двигателей ракеты-носителя была 20 млн л. с. После облета земного шара в 10 ч 25 мин была включена тормозная двигательная установка, и корабль стал снижаться с орбиты для приземления. В 10 ч 55 мин корабль совершил посадку в Саратовской области.

Космический корабль «Восток» состоял из двух основных отсеков: сферического спускаемого аппарата и приборного отсека.

Спускаемый аппарат с кабиной космонавта был выполнен в форме шара диаметром 2,3 м и массой 2,4 т.

В корпусе кабины космонавта имелись 3 иллюминатора с жаропрочными стеклами. Система жизнеобеспечения поддерживала в кабине нормальное давление, химический состав атмосферы, температуру и влажность. Запас воды, пищи и регенерационных веществ был рассчитан на 10 суток. Для дополнительной страховки в полете использовался специальный скафандр.

Кресло космонавта обеспечивало безопасность человека в полете и при воздействии перегрузок. В его корпусе были смонтированы система вентиляции скафандра, катапультные и пиротехнические устройства, парашютные системы, аварийный запас, включающий пищу и воду, спасательные и сигнальные устройства, которые могли использоваться после посадки.

На корабле также были аппаратура для контроля работы систем и управления кораблем, радиоаппаратура для связи с Землей, автоматическая регистрация данных о работе приборов, радиотелеметрическая система, аппаратура контроля состояния космонавта, система ориентации, радиосистема для измерения параметров орбиты, система приземления, оптическое устройство «Взор» для ручной ориентации, телевизионная аппаратура, тормозная двигательная установка.

Для управления кораблем в кабине был пульт с приборной доской и ручка с блоком управления. Космонавт мог определять проекцию своего местоположения на поверхности Земли при помощи миниатюрного глобуса Земли, расположенного на приборной доске.

Для схода корабля с орбиты и посадки использовались тормозная двигательная и парашютная системы. Первая использовалась для схода корабля с орбиты, вторая – для торможения на заключительном этапе спуска и посадки.

Это было началом эпохи пилотируемых космических полетов.

5 мая 1961 г. американский астронавт А. Шеппард совершил суборбитальный полет по баллистической траектории на высоте 195 км длительностью 15 мин. Он приземлился в 500 км от старта. 21 июля 1961 г. такой же полет совершил В. Гриссом.

6 августа 1961 г. в Советском Союзе был произведен запуск в космос космического корабля «Восток-2», который пилотировался Г. С. Титовым. Этот полет продолжался 25 ч 18 мин. Космический корабль пролетел свыше 700 тыс. км, совершив более 17 оборотов вокруг Земли. Полет Г. С. Титова доказал возможность длительного пребывания человека в космическом пространстве.

20 февраля 1962 г. американец Дж. Гленн на корабле «Меркурий» совершил орбитальный полет.

11 и 12 августа 1962 г. на орбиту были выведены корабли «Восток-3» (космонавт А. Г. Николаев) и «Восток-4» (космонавт П. Р. Попович). Они совершили первый групповой полет, в ходе которого минимальное расстояние между кораблями составляло около 5 км. Между ними была проведена радиосвязь. Впервые осуществлялась прямая телетрансляция из космоса.

16 июня 1963 г. в космос поднялся корабль «Восток-6», который пилотировала первая женщина – космонавт Валентина Терешкова. Она пробыла в космосе 3 суток и приземлилась 19 июня.

В этот же день, 19 июня, советская автоматическая межпланетная станция «Марс-1», запущенная 1 ноября 1962 г., пролетела возле Марса.

12 октября 1964 г. корабль «Восход» доставил на орбиту сразу троих космонавтов – В. М. Комарова, К. П. Феоктистова и Б. Б. Егорова. Они находились в корабле без скафандров, в обычной одежде.

Многоместный корабль «Восход» весил 5,32 т и состоял из кабины, приборного отсека и мог оснащаться шлюзовой камерой. Тормозные установки и система приземления были сдублированы. Управление кораблем и посадка могли осуществляться автоматически и вручную.

18 марта 1965 г. во время полета «Восхода-2» А. А. Леонов совершил первый выход в открытый космос, продолжавшийся 20 мин.

1967 год открыл счет погибшим космонавтам. 27 января во время пожара на стартовой площадке в корабле «Аполлон» сгорели В. Гриссом, Э. Уайт и Р. Чаффи. Всеми виной стала ватка, пропитанная спиртом, попавшая на открытую спираль обогревателя. Быстрому распространению огня способствовала атмосфера из чистого кислорода, применявшаяся на американских кораблях.

24 апреля при испытании нового корабля «Союз-1» во время посадки из-за сбоев в работе парашютной системы погиб В. М. Комаров.

В конце 1960-х годов начались пилотируемые полеты к Луне. 24 декабря 1968 г. на окололунную орбиту вышел американский «Аполлон-8». 20 июля 1969 г. первую посадку на Луну осуществил «Аполлон-11» с Н. Армстронгом и Э. Олдрином.

17 ноября 1970 г. на Луну был доставлен «Луноход-1», управлявшийся радиосигналом с Земли. За 11 лунных суток он прошел 10,5 км в районе Моря Дождей.

В 1971 г. на орбиту была выведена первая орбитальная станция «Салют». Через 4 дня после запуска станция состыковалась с кораблем «Союз-10».

«Салют» состоял из 3 отсеков: переходного, рабочего и агрегатного.

Переходной отсек являлся одним из жилых отсеков станции. Он предназначался для проведения научных экспериментов. В его состав входил стыковочный узел для соединения с транспортным космическим кораблем, перехода космонавтов и переноса грузов. Внутри отсека находились система терморегулирования и жизнеобеспечения, научная аппаратура, пульта управления. Снаружи были установлены солнечные батареи, антенны, баллоны со сжатым воздухом, звездный телескоп и другие приборы.

Рабочий отсек был самым большим на станции. Он располагался в ее средней части и служил для работы и отдыха космонавтов. В нем находились основные приборы и агрегаты системы управления станцией, системы жизнеобеспечения, аппаратура радиосвязи, запасы воды и пищи, научная аппаратура.

В нем космонавты управляли станцией, проводили исследования, отдыхали. В передней части этого отсека располагался центральный пост управления станцией с пультами пилота, пультом управления бортовой ЭВМ и другими системами управления.

В рабочем отсеке находились другие посты для наблюдения поверхности Земли, для проведения медико-биологических экспериментов и работы с навигационной аппаратурой. Всего в рабочем отсеке было 15 иллюминаторов для ориентации, фотографирования и визуальных наблюдений.

В рабочем отсеке поддерживалось нормальное атмосферное давление, влажность и температура. На его наружной части располагалась часть научной аппаратуры, антенны и датчики системы ориентации, панели радиаторов системы терморегулирования, антенны связи и телерадиометрии.

Корпус рабочего отсека состоял из двух цилиндрических оболочек: верхней, примыкающей к переходному отсеку, и нижней. Они соединялись друг с другом конической обечайкой.

Агрегатный отсек состоял из отсека двигательных установок, корректирующей двигательной установки, отсека двигателей ориентации, защитных экранов двигательной установки и системы исполнительных органов.

12 апреля 1981 г. был запущен первый корабль многоцелевого использования «Колумбия» по программе «Спейс Шаттл».

В рамках данной статьи можно лишь коротко рассказать об основных этапах исследования космоса при помощи космических аппаратов. Со времени запусков первых кораблей на Луну и полета Ю. Гагарина не прошло и полувека. И все же эта история насчитывает немало героических, драматических и трагических страниц.

## Крекинг. Переработка нефти

Нефть использовалась людьми очень давно. Археологи относят начало ее применения к VI тыс. до н. э. В III тыс. до н. э. в Египте и Двуречье использовали как связующее и водонепроницаемое вещество асфальт вместе с песком и известью. Из их смеси делали мастику, применявшуюся для сооружения плотин, стен зданий, дорог.

Нефть использовали для освещения, применяли как лекарство. Смешивая ее с серой, селитрой и смолой, получали так называемый «греческий огонь» – легендарное оружие древности.

В Средние века нефть стала предметом торговли. В Европу ее привозили из французского Лангедока, турецкой Смирны и сирийского Алеппо. Марко Поло в своих сочинениях описывал добычу нефти в районе Баку. Ее применяли для освещения и лечения кожных болезней. Она применялась в живописи как растворитель при изготовлении красок, а также в военном деле.

Еще в начале нашей эры проводились опыты по перегонке нефти с целью уменьшения неприятного запаха при ее медицинском использовании. В XVIII в. в связи с изучением нефти ее перегонке уделялось большое внимание.

Во второй половине XIX – начале XX века зародилась и получила широкое развитие нефтеперерабатывающая промышленность. В 1870 г. мировая добыча нефти составляла 0,7 млн тонн, в 1913 г. она достигла 52,3 млн тонн. Вначале из нефти получали керосин, затем – керосин и масла, позже – керосин, масла и бензин.

Еще в 1823 г. русским крепостным мастерам братьям Дубининым удалось осуществить перегонку нефти на довольно крупной заводской установке. Она представляла собой железный куб емкостью 40 ведер, вмазанный и кирпичную печь. Куб накрывался медной крышкой. От крышки куба отходила медная труба через деревянный резервуар, наполненный водой. Этот резервуар играл роль холодильника, из которого по трубе выводился продукт перегонки в деревянное ведро.

Процесс перегонки осуществлялся следующим образом: куб, наполненный нефтью, нагревался от печи. Образовавшиеся при этом пары нефти устремлялись по медной трубе. При прохождении трубы

через холодильник пары в ней конденсировались, в результате получался новый продукт – осветительное масло, нечто вроде современного керосина. В процессе перегонки использовалось свойство нефти разлагаться под влиянием нагревания на составляющие ее компоненты. При этом из 40 ведер нефти получалось 16 ведер керосина.

Способ Дубининых был крайне примитивен, однако в дальнейшем он развился в так называемый термофизический способ разделения нефти. Установка братьев Дубининых была первым нефтеперегонным «заводом», прототипом нефтеперегонных заводов, появившихся в России и в США в 60–70-х годах XIX века.

В 1837–1839 годах в пригороде Баку Балаханы Н. И. Воскобойниковым был построен завод для перегонки бакинской нефти.

В начале второй половины XIX в. быстро совершенствуется техника добычи нефти, что послужило мощным толчком к развитию техники нефтепереработки. В конце 50-х годов XIX в. в Европе и Америке уже работал ряд предприятий по производству керосина, предназначенного главным образом для освещения. В 1858 г. близ Баку был построен большой завод для получения керосина из нефти. Оборудование его мало чем отличалось от установки Дубининых. При строительстве новых перегонных заводов вводился ряд усовершенствований в перегонную систему, увеличивалась емкость перегонных кубов, однако в основе перегонки оставался тот же куб периодического действия с весьма низкой производительностью и с крайне неблагоприятным тепловым балансом.

В 1859 г. в Сураханах близ Баку промышленники В. А. Кокорев, Н. Е. Торнау и П. И. Губонин построили завод для получения фотогена (керосина) из кира – горной породы, представлявшей собой смесь загустевшей нефти или асфальта с песком или глиной. На заводе проводилась кислотно-щелочная очистка фотогена.

Конец XIX в. характеризовался возрастающим спросом на нефтяные продукты. Необыкновенно быстрый рост парка машин и станков, а также бурное развитие железнодорожного транспорта привели к резкому увеличению спроса на смазочные минеральные масла. Перед нефтеперерабатывающей промышленностью встала

проблема более глубокого разделения нефти с целью выделения технически ценных продуктов, в первую очередь масел.

Проблемой глубокого разделения нефти с конца 70-х годов XIX в. занимались во многих странах Европы и в США. В этот период были созданы самые разные аппараты, улучшающие работу нефтеперерабатывающих заводов. Однако первенство здесь принадлежит русским инженерам. Один из первых нефтеперегонных аппаратов создал русский инженер А. Тавризов в 1874 г.

В 1882 г. Д. И. Менделеев сконструировал и установил на Кусковском нефтеперегонном заводе под Москвой первый куб непрерывного действия, который отличался несложной конструкцией и поэтому быстро нашел заводское применение. Это был, в сущности, куб, оборудованный устройством для непрерывной подачи. В 1883 г. на заводе Нобеля в Баку вводится в действие первая кубовая батарея, состоявшая из ряда кубов непрерывного действия, работавших по принципу куба Менделеева. Вскоре эта кубовая батарея была значительно усовершенствована инженерами Шуховым, Инчиком, Хохловым, Кушелевским, в результате чего производительность батареи резко возросла.

Кубовая батарея под названием Нобелевская получила широкое распространение не только в России, но и во всем мире. К 1900 г. кубы непрерывного действия заняли господствующее положение в нефтепереработке, вытеснив кубы периодического действия. Это был технический переворот, позволивший не только резко повысить производительность нефтеперегонных заводов, но и более глубоко производить разделение нефти, тем самым намного повысив степень ее использования.

Кубовая батарея давала не только керосин превосходного качества, в ней утилизировались и нефтяные остатки. Мазут в батарее подвергался дальнейшей перегонке с целью выделения смазочных масел различных сортов. Из отходов керосинового производства в результате перегонки мазут превратился в ценное сырье для получения нового продукта – смазочных масел, которые были значительно ценнее керосина и употреблялись исключительно для технических целей: смазывания трущихся частей машин.

В XX в. перед нефтеперерабатывающей промышленностью встала новая проблема – получение бензина. С изобретением и

распространением двигателя внутреннего сгорания, работающего на жидком топливе, бензин, считавшийся до того времени отходом нефтепереработки, стал ценнейшим продуктом. С 1902-го по 1912 г. мировое потребление бензина возросло с 3276 тонн до 376,8 тыс. тонн, т. е. в 115 раз.

В период 1900–1913 годов бензин в основном производился путем простой перегонки нефти. При получении бензина применялся физический способ разделения – последовательное испарение с последующей конденсацией и отбором более легких фракций нефти, что позволило выделять содержащиеся в нефти продукты только в известных температурных пределах (от 780 до 300 °С). Бензин при этом получался низкого качества и в небольших количествах. Поэтому по мере роста потребности в нефтяных продуктах возникла необходимость в новом химическом способе переработки нефти, который позволил бы значительно повысить выход бензина.

Над этой проблемой в течение последней четверти XIX в. и вплоть до Первой мировой войны работали ученые многих стран. Соединенными усилиями ученых-химиков и инженеров Европы и Америки к началу Первой мировой войны был разработан крекинг-процесс, то есть процесс глубокой переработки нефти.

Крекинг-процессом называется процесс получения бензина и легких моторных топлив из нефти путем разложения (расщепления) молекул тяжелых углеводородов под действием высоких температур и давления. При крекинге выделяется значительное количество газообразных продуктов, которые в настоящее время являются ценнейшим сырьем как для органического синтеза вообще, так и для синтеза компонентов высокооктанового топлива.

Изобретение крекинг-процесса связано с именами русских ученых и инженеров. Еще в 1876 г. высокотемпературный крекинг некоторых фракций кавказских нефтей осуществили русские инженеры А. А. Летний и А. А. Курбатов. В 1887 г. К. М. Лысенко и П. П. Алексеев построили в Баку заводскую установку для получения керосина путем термической переработки масляного гудрона.

Знаменитый русский инженер и изобретатель В. Г. Шухов совместно с Гавриловым в 1890–1891 гг. сконструировал оригинальную аппаратуру для крекинг-процесса и запатентовал его. В

этом аппарате нагревание нефти проходило не в цилиндрических кубах, а в трубах при ее вынужденном движении.

Это изобретение легло в основу современной схемы так называемого термического крекинга. Лишь спустя 20 лет американец Вильям Бартон, используя по существу открытие Шухова, сделал аналогичное изобретение (крекинг при высоком давлении и температуре). В промышленных масштабах крекинг-процесс был освоен лишь в 1916 г. в США.

Термический крекинг явился первым методом химической переработки нефти. Первые установки термического крекинга под давлением подвергались затем значительным усовершенствованиям. Помимо того в нефтепереработке большую роль играет каталитический крекинг с использованием специальных катализаторов.

Разработка каталитического крекинг-процесса стала важным этапом в развитии химической технологии вообще и в нефтепереработке в частности. Каталитический крекинг обеспечил более рациональные способы получения высококачественного авиационного бензина, что сыграло большую роль в годы Второй мировой войны. Первые промышленные установки каталитического крекинга появились к концу 30-х годов XX в. в результате исследований французского инженера Э. Гудри, которые он проводил в США. Уже в 1937–1938 гг. по методу Гудри были получены первые 20 тыс. т авиационного бензина.

Внедрение промышленного крекинга заложило в 30-х годах основы глубокой химизации нефтепромышленности. В переработке нефти было создано новое направление – нефтехимический синтез. Затем в химическую переработку начали вовлекаться и некоторые жидкие углеводороды, входящие в состав различных нефтяных фракций, среди которых особо ценными являются бензол, толуол и др.

На современной нефтеперерабатывающей установке получают большое число различных ценных продуктов, а также сырье для химической промышленности. По существу промышленность нефтехимического синтеза в настоящее время стала основой органического синтеза, обеспечивая исходным сырьем и полупродуктами производство многих важнейших материалов и, в частности, специальных добавок к моторному топливу.

Основными химическими элементами, из которых состоит нефть, являются углерод (82–87 %) и водород (11–14 %). Количество серы колеблется от 0,1 до 5 %. Содержание азота и кислорода не превышает десятых долей процента. Наиболее важными компонентами нефти являются углеводороды: насыщенные углеводороды метанового ряда, алициклические соединения – нафтены, ароматические углеводороды.

Сырая нефть перед переработкой проходит определенную подготовку. Ее обезвоживают, разрушают образовавшиеся в процессе добычи водонефтяные эмульсии, применяя для этого нагрев до 50–160 °С при давлении 5–10 атмосфер, а также используя поверхностно-активные вещества и деэмульгаторы – разрушители эмульсий.

При обезвоживании из нефти уходят не все хлористые соли, растворенные в воде и нефти. Если их не удалить до конца, при дальнейшей переработке будет необходимо применять коррозионно-устойчивые материалы. Поэтому выгоднее полностью удалить хлориды на подготовительной стадии. Для этого нефть пропускают через обессоливающие установки. Легкие нефти после обезвоживания и обессоливания подвергают стабилизации, отгоняя легкую пропанобутановую и, частично, пентановую фракции, иначе при транспортировке будут большие потери ценных легких углеводородов. Кроме того, нестабилизированные легкие нефти более опасны при обращении, чем стабилизированные.

Легкими называют нефти с плотностью до 0,9 г/см<sup>3</sup>, тяжелыми – выше 0,9 г/см<sup>3</sup>.

Переработка нефти начинается с ее перегонки – процесса термического разделения нефти на основные фракции: бензин, лигроин, керосин, реактивное и дизельное топлива, топочный мазут. Мазут используется не только как горючее, но и как сырье для производства парафина, смазочных масел, гудрона и других нефтепродуктов. Перегонка нефти осуществляется в непрерывно действующих трубчатых установках. Остатком перегонки является мазут или гудрон. Мазут перегоняется в вакууме, в результате отбираются масляные фракции и остается гудрон.

После перегонки проводятся вторичные процессы переработки: крекинг, риформинг, гидроформинг и др. Результатом этих процессов является распад тяжелых углеводородов на более легкие.

Крекинг может проходить как чисто термический процесс – термический крекинг, так и в присутствии катализаторов – каталитический крекинг.

Продукты термического крекинга, проводящегося при температуре 470–540 °С и под давлением 40–60 атмосфер, нестабильны при хранении, бензины из этих продуктов требуют последующего риформинга.

Риформинг – процесс дальнейшей переработки продуктов термического крекинга для получения высокооктановых бензинов и ароматических углеродов. До 30-х годов XX в. он представлял собой разновидность термического крекинга и проводился при температуре 540 °С и давлении 50–70 атмосфер. Сейчас это разновидность каталитического крекинга. Он происходит при температуре 350–520 °С и давлении 15–40 атмосфер в присутствии катализаторов, содержащих металлы платиновой группы и другие металлы. Риформинг осуществляется под высоким давлением водорода во избежание деактивации катализатора коксом. Продуктами риформинга являются бензины с октановым числом 90–95, водород и углеводороды.

Термический крекинг низкого давления проводится при температуре 500–600 °С под давлением в несколько атмосфер. Он также называется коксованием и применяется для переработки тяжелых фракций нефти, например гудронов, в более легкие. Наряду с ними получают кокс.

Высокотемпературный крекинг происходит при температуре 650–750 °С и под давлением, близким к атмосферному.

При каталитическом крекинге присутствуют катализаторы – алюмосиликаты. Его осуществляют при температуре 450–520 °С под давлением 2–3 атмосферы в реакционных колоннах с неподвижным или циркулирующим катализатором. Распад при этом виде крекинга проходит гораздо быстрее, чем при термическом, а качество бензина выше.

Средние и тяжелые нефтяные дистилляты с большим содержанием сернистых и смолистых соединений перерабатывают каталитическим крекингом в присутствии водорода – так называемый гидрокрекинг. Он осуществляется при температурах 350–450 °С, давлении водорода 30–140 атмосфер. Катализаторами здесь служат

соединения молибдена, никеля и кобальта. Получаемые моторные топлива отличаются высоким качеством.

Газы крекинга разделяются на отдельные фракции, одна из которых называется бутан-бутилен. При этом из легкого газообразного углеводорода бутана химическим путем в присутствии некоторых катализаторов получается другой углеводород той же химической формулы, но другой химической структуры – изобутан (из которого можно получить технически чистый изобутилен). Эти основные компоненты являются важным сырьем для современного химического синтеза.

Для использования в тех же целях других фракций крекинг газов применяется химический процесс, в результате которого получается другой вид высокооктанового топлива – неогексан. Для получения его используется промышленный процесс алкилирования – взаимодействие углеводорода этилена с парафиновым углеводородом изобутаном. В этом процессе требуемая фракция крекинг-газа подвергается прежде всего термическому разложению при температуре 750 °С. Полученный газ, богатый непредельным углеводородом – этиленом, сжимается в компрессоре до 60 атмосфер и подается в специальную стальную башню, орошаемую сжиженным изобутаном. В жидком изобутане этилен растворяется, насыщенный этиленом жидкий изобутан сжимается до 320 атмосфер и направляется в печь для проведения химической реакции.

В результате химической реакции при температуре 500 °С получается неогексан, загрязненный примесями, от которых очищается в специальных ректификационных колоннах.

В современной технике из нефти получают не только топливо, но и ряд важных веществ. На долю нефтехимии приходится около четверти всей химической продукции мира. Это спирты, синтетический каучук, пластмассы, ароматические соединения, биотехнологические производства.

Здесь нельзя не вспомнить слова Д. И. Менделеева: «Жечь нефть – все равно, что топить ассигнациями».

# Лазер

В основе работы всех лазеров лежит один и тот же физический принцип: вынужденное испускание атомами вещества порций – квантов электромагнитного излучения. Этот принцип и определил название прибора. Слово «лазер» образовано из начальных букв английской фразы: Light Amplification by Stimulated of Radiation, т. е. «усиление света посредством вынужденного излучения». Другое его название – квантовый генератор оптического излучения.

Благодаря работам Максвелла и Герца в конце XIX в. в науке утвердилась волновая теория электромагнитного излучения, в частности светового. Но в рамках этой теории нельзя было объяснить некоторых явлений, например фотоэффекта и экспериментально полученного частотного распределения энергии излучений абсолютно черного тела.

В 1900 г. немецкий физик М. Планк предположил, что излучение испускается небольшими порциями, которые он назвал квантами. С помощью квантовой теории Н. Бор построил новую модель атома с устойчивыми орбитами. Пока электроны находятся на этих орбитах, излучаемая ими энергия равна нулю. Излучение происходит в том случае, если электрон перейдет на орбиту с более низким энергетическим уровнем. В 1905 г. А. Эйнштейн, исследуя фотоэффект, распространил квантовую теорию Планка на световые лучи. Квант света получил название «фотон».

Ученые давно обращали внимание на явление самопроизвольного испускания света атомами, происходящее потому, что возбужденный каким-либо способом электрон вновь возвращается с верхних электронных оболочек атома на нижние. Такими переходами вызваны явления химической, биологической и световой люминесценции. Но люминесцентный свет слишком слаб и рассеян, поскольку каждый атом при люминесценции испускает свой свет в разное время, не согласованное с атомами-соседями. В результате возникает хаотичное вспышечное излучение.

В 1916 году А. Эйнштейн установил, что согласовать вспышки излучения отдельных атомов между собой позволило бы внешнее

электромагнитное излучение, например свет. Оно может заставить электроны разных атомов одновременно взлететь на одинаково высокие возбужденные уровни. Это же излучение может произвести «световой выстрел»: направленное на кристалл, оно может вызвать одновременное возвращение на исходные орбиты сразу нескольких десятков тысяч возбужденных электронов. Это приведет к испусканию огромного количества квантов электромагнитной энергии. Направление и фаза колебаний квантов будет совпадать с направлением и фазой падающей волны. В результате энергия выходной волны будет многократно превосходить энергию волны, которая была на входе. Внешне это будет выглядеть как ослепительно яркая вспышка света практически одной длины волны или монохроматического света.

В 1917 г. Эйнштейн описал это в своей статье, но она прошла незамеченной, поскольку в то время больше внимания уделяли исследованиям по изучению строения атома. В 1939 году советский физик В. А. Фабрикант вернулся к введенному Эйнштейном понятию вынужденного излучения и обосновал возможность получения интенсивности излученного света, превышающей интенсивность падающих лучей. Его исследования заложили прочный фундамент для создания лазера. В 1951 г. В. А. Фабрикант, Ф. Бутаев и М. Вудынская получили авторское свидетельство на «Способ усиления электромагнитных излучений (ультрафиолетовых, видимых, инфракрасных и радиоволн)».

Особенностями лазерного излучения являются монохроматичность, параллельность и когерентность. Монохроматичность, или одноцветность, означает, что лазер испускает свет, имеющий одну длину волны. Это позволяет фокусировать его в одну точку сверхмалых размеров с большой удельной мощностью. Этого нельзя сделать, например, с солнечным светом, поскольку он состоит из лучей разного цвета, которые при попытке собрать их в точку аналогичных размеров будут фокусироваться на различном расстоянии от линзы. Лучше всего фокусируются параллельные лучи, имеющие малую расходимость светового потока. Как правило, такие лучи имеют малую энергию, но в лазере удалось преодолеть это противоречие. Высокая мощность лазерных лучей обусловлена еще и

когерентностью. Это означает, что световые колебания в них находятся в строго одинаковой фазе.

Примером простейшего лазера может служить оптический резонатор, состоящий из двух параллельных полупрозрачных зеркал, расположенных на определенном расстоянии друг от друга. Между ними помещается активная среда, электроны которой находятся на одинаково высоких уровнях возбуждения. При дополнительном возбуждении фотоны, испускаемые активной средой, попадают на зеркало и при этом частично проходят через него, частично отражаются и летят в противоположном направлении. При этом волна, распространяющаяся вдоль оси интерферометра, попадает в наиболее благоприятные условия и усиливается.

В том случае, если усиление превышает потери волны при отражении, волна будет усиливаться до тех пор, пока не достигнет некоторого предельного значения. После этого между зеркалами устанавливается стоячая волна и сквозь полупрозрачные стекла наружу выходит поток когерентного излучения.

В 1940-е годы советские ученые А. М. Прохоров и Н. Г. Басов изучали поглощение радиоволн газами. Выяснилось, что любой газ поглощает волны определенной длины. Это натолкнуло на мысль использовать газы в роли генератора, в котором источниками излучения служили бы молекулы возбужденного газа.

В качестве активной среды Прохоров и Басов выбрали аммиак  $\text{NH}_3$ . Для того чтобы генератор начал работать, следовало отделить возбужденные молекулы от тех, которые пребывали в невозбужденном состоянии и поглощали фотоны. Для этого в сосуд, в котором был создан вакуум, впускался тонкий поток молекул. Они пролетали через конденсатор высокого напряжения, при этом молекулы, обладающие большой энергией, проходили через его поле, а молекулы с малой энергией уходили в сторону. Далее молекулы с высокой энергией попадали в оптический резонатор, в котором возникала генерация излучения со стабильной частотой, совпадающей с частотой излучения молекул аммиака.

В 1954 г. Басов и Прохоров создали в СССР первый квантовый генератор. Почти одновременно такой прибор, названный мазером, был создан в США Ч. Таунсом, Дж. Гордоном, Г. Зейгером. Эти приборы генерировали не световые, а радиоволны длиной 1,27 см.

В 1964 г. Басов, Прохоров и Таунс за фундаментальные исследования в области квантовой электроники, приведшие к созданию квантовых генераторов и усилителей, были удостоены Нобелевской премии по физике.

Для создания лазера, генерирующего излучение в видимом диапазоне спектра, было необходимо: найти активное вещество, способное переходить в возбужденное состояние; создать источник возбуждения, способный сообщать активному веществу дополнительную энергию и переводить его в возбужденное состояние; найти источник энергии для подпитки источника возбуждения.

Первым лазером, работавшим в оптическом диапазоне, стал аппарат, созданный в 1960 г. американцем Т. Мейманом. В качестве рабочего вещества в нем использовался монокристалл искусственного рубина. В качестве отражающих зеркал резонатора служили отполированные и посеребренные торцы этого кристалла. Источником накачки служили две газоразрядные лампы-вспышки. На их электроды поступал импульс высокого напряжения с основного и вспомогательного конденсаторов блока запуска. Это напряжение составляло примерно 40 000 вольт. Импульс вызывал кратковременную (примерно  $10^{-3}$  с) и мощную вспышку ламп. Благодаря такой накачке кристалл рубина может дать в импульсе энергию до 1000 Дж и мощность до  $10^6$  Вт.

Позже были созданы твердотельные лазеры в которых в качестве активного вещества применяются стекло с примесью неодима, флюорит кальция  $\text{CaF}_2$  с примесью диспрозия и др. Рубиновые лазеры и лазеры на стеклянной основе дают рекордные энергии и мощности. Их недостатком является трудность выращивания больших монокристаллов и варка больших образцов однородного и прозрачного стекла.

Вскоре после рубинового лазера в 1960 г. американскими учеными А. Джаваном, У. Беннеттом, Д. Гарриотом был разработан первый газовый лазер. Он представлял собой газоразрядную трубку, заполненную смесью неона и гелия, заключенную в оптический резонатор. Он генерировал излучение в красной области спектра. Возбуждение достигалось за счет сильного электрического поля и газовых разрядов. Этот лазер имел низкий КПД (0,01 %). Его

преимуществами были простота и надежность конструкции, высокая монохроматичность и направленность излучения.

В 1964 г. был создан лазер, работавший на углекислом газе. Он обладал высокой мощностью (до 9 кВт) и КПД (15–20 %).

В начале 1960-х годов появились полупроводниковые лазеры. В них в качестве рабочего вещества применяется полупроводниковый кристалл. В этих лазерах используются излучательные квантовые переходы не между изолированными уровнями атомов, молекул и ионов, а между разрешенными энергетическими зонами кристалла. Если на полупроводники воздействовать электрическим или световым импульсом, часть электронов покинет свои орбиты и образуются дырки с положительными зарядами. При одновременном возвращении электронов на первоначальные орбиты произойдет излучение фотонов. Особенностью такого лазера являются малые размеры. КПД полупроводникового лазера достигает 30–50 %.

Практическое применение лазеров началось с их появлением. Благодаря им стали возможными исследования простейших бактерий. Возможность формировать импульсы света продолжительностью  $10^{-11}$ – $10^{-12}$  с применяется в скоростной фотографии. На основе гелий-неонового лазера с высокой стабильностью частоты созданы стандарты длины и времени.

Благодаря высокой эффективной температуре излучения и возможности концентрировать энергию в очень малом объеме появились уникальные возможности испарения и нагрева вещества.

С помощью лазеров производится сварка, резка и сверление материалов. Она отличается высокой точностью и отсутствием механических напряжений. Большое значение приобрели лазерная хирургия и терапия.

Рубиновые лазеры применялись для локации Луны, что позволило измерить расстояние до спутника Земли с точностью до нескольких миллиметров.

Полупроводниковые лазеры применяются в оптической связи, оптоэлектронике, голографии.

# Ледокол

Люди издавна стремились проникнуть в полярные моря и освоить их. Русские поморы и норвежские китобои плавали в Арктике летом, добираясь при благоприятных условиях до сравнительно высоких широт.

В 1733 г. в России была организована Великая северная экспедиция, перед которой стояла задача нанести на карту все побережье Северного Ледовитого океана и собрать разнообразные сведения о северных морях. Позже мореплаватели прилагали немало усилий, чтобы найти Северо-западный и Северо-восточный проходы в южные моря или достичь Северного полюса. Но все эти экспедиции терпели неудачу.

Одной из причин неудач было отсутствие кораблей, способных противостоять разрушающей силе льдов. При движении ледяных полей на судно наступает огромный ледяной вал, достигающий огромной высоты. Он может превратить корабль в груды смятого железа.

Активная борьба со льдом стала возможной, когда появились корабли со стальным корпусом и паровым двигателем.

В 1864 г. сообщение между Кронштадтом и Ораниенбаумом поддерживалось небольшими пароходами. Их владелец, промышленник Бритнев, изменил форму носа у одного из них, «Пайлота», как бы подрезав его. В результате пароход стал налезать на льдины и расталкивать их. Это позволило продлить на несколько недель сообщение, обычно прерывавшееся с началом ледостава.

Бритнев не преследовал цель создать специальное судно для плавания во льдах и продал чертежи своего изобретения немцам.

Немецкие инженеры построили суда с ложкообразной формой носа. Самое крупное из них имело водоизмещение около 900 тонн, самое маленькое – 90 тонн. Впоследствии все они получили название «гамбургских ледоколов». Они расчищали заторы на реке Эльба и восстанавливали сообщение с портом Гамбург. Они хорошо работали в ровном льду без торосистых нагромождений. Но для ледовых условий на морях и океанах такая форма носа оказалась малоподходящей:

ложкообразные обводы носа способствовали скоплению снега и льда перед форштевнем, ледокол сильно рыскал на ходу, а иногда застревал во льдах.

В 1893 г. норвежский ученый Ф. Нансен построил специальное судно «Фрам». Корпус этого судна имел округлую яйцеобразную форму, поэтому льды не могли разрушить его, выжимая вверх. Нансен преследовал цель достичь Северного полюса, дрейфуя вместе со льдом. Это ему не удалось, но в течение всего путешествия, длившегося три года, «Фрам» оставался невредимым.

К концу XIX в. было построено немало ледоколов, но все они могли работать лишь в слабых ледяных полях и были бессильны против мощных льдов и торосистых нагромождений.

Русский адмирал и ученый С. О. Макаров решил создать новый мощный ледокол, способный плавать в арктических льдах. Для этого Макаров изучил опыт «Фрама», ознакомился с работой ледяных паромов на американских озерах Гурон, Мичиган и Эри, изучал летние условия плавания в Карском море. Благодаря этому он понял, каким должен быть будущий ледокол.

Детище Макарова было построено в Ньюкасле на верфях фирмы «Армстронг и Витворт». Ледокол получил название «Ермак».

В марте 1899 г. «Ермак» подошел к Кронштадту. В это время льды в Финском заливе достигают наибольшей толщины. Несмотря на это, «Ермак» пробил канал во льдах, сковавших Большой Кронштадтский рейд, и вошел в гавань. До него ни одно судно в это время года не могло войти в Кронштадт.

Летом того же года «Ермак» совершил первое арктическое плавание. Во время плавания возникла течь, и ледокол вернулся на ремонт в Ньюкасл. Летом того же года «Ермак» вновь вернулся в Арктику, но испытания завершились пробоиной в носу.

В 1901 г. ледокол исследовал район севернее Шпицбергена. Спустя несколько дней после выхода из порта Тромсе он попал в сплошной лед и остановился у побережья Новой Земли. Около месяца «Ермак» был зажат льдами. В конце июля ледовая обстановка улучшилась, и «Ермак» весь август работал в Арктике. За время плавания он прошел свыше 200 миль в условиях, где любой другой корабль погиб бы. Расчеты адмирала Макарова оказались правильными.

Долгие годы «Ермак» плавал на Балтике. За первые 12 лет он провел в Финском заливе свыше 1000 судов. В феврале 1918 г. в порту Ревеля (ныне Таллинн) были скованы льдом корабли Балтийского флота. Портовые ледоколы не могли разбить лед, а в это время на Ревель надвигались немецкие войска. На помощь эскадре пришел «Ермак». Он взломал лед и вывел большую часть кораблей из гавани. 25 февраля они ушли в Гельсингфорс (Хельсинки). Но и из Гельсингфорса вскоре пришлось уйти. 12 марта эскадра направилась в Кронштадт. Ей предстояло пройти 200 миль. Дорогу кораблям прокладывали «Ермак» и вспомогательный ледокол «Волынец».

Несмотря на торосистый лед, туманы и обстрел, корабли тремя отрядами пришли в Кронштадт. Решающий вклад в успех этого беспрецедентного похода внес «Ермак».

С началом освоения Северного морского пути «Ермак» был направлен в Арктику. Он выводил замерзшие во льдах пароходы, доставлял им продукты и топливо.

В феврале 1938 г. «Ермак» участвовал в снятии с льдины экипажа станции «Северный полюс», которую возглавлял И. Д. Папанин.

В 1938 г. за пять месяцев плавания «Ермак» освободил из ледового плена 17 и провел в Карское море и море Лаптевых 10 пароходов. В том же году он достиг 83-го градуса северной широты. До этого ни одно судно, самостоятельно передвигаясь во льдах, не достигало таких высоких широт.

Во время Великой Отечественной войны ветеран проводил на буксире в Кронштадт и обратно баржи с углем, продуктами и оборудованием, госпитальные суда.

В 1949 г. ледокол был награжден орденом Ленина. «Ермак» был в строю до 1963 г.

В 1917 г. в Англии был построен ледокол «Святогор», в 1927 г. переименованный в «Красин». В 1928 г. «Красин» участвовал в спасении участников экспедиции У. Нобиле, которые потерпели катастрофу на дирижабле «Италия».

В 1932 г. «Красин» совершил первое зимнее плавание в Арктике, а в 1933 г. впервые достиг зимой северной оконечности Новой Земли.

В 1932 г. советский ледокольный пароход «Сибиряков» впервые прошел Северный морской путь за одну навигацию. Он вышел из Архангельска в июле. Проходя льды у побережья Чукотки, судно

повредило винт, но экипажу удалось отремонтировать повреждение. Затем от удара о ледяную глыбу обломился конец гребного вала и пошел ко дну вместе с винтом. Моряки взрывали лед аммоналом, а когда судно вышло на чистую воду, подняли на мачтах брезентовые полотнища. 1 октября 1932 г. «Сибиряков» вышел в Берингов пролив.

Конструкция ледоколов рассчитана на очень большую нагрузку. Ледокол редко двигается непрерывно, чаще он останавливается, отходит назад и насккивает на льдину с разбега. Иногда ему приходится ударять в лед и кормой. Чтобы вползти на льдину, форштевень и ахтерштевень (носовая и кормовая части судна) имеют уклон 23–25°. Весь ледокол, особенно его нос и корма, должны быть прочными, а их штевни – массивными. Так, форштевень советского ледокола «Сибирь», построенного в начале 40-х гг., весил 26 тонн, а ахтерштевень – 36 тонн. У обычных судов вес этих частей не превышает 6–7 тонн.

Один квадратный метр борта «Ермака» выдерживал нагрузку в 55 тонн, а «Сибири» – 75 тонн. Шпангоуты на ледоколах, особенно в носовой и кормовой части, установлены чаще, чем на других судах.

Стремление к повышенной прочности корпуса усложнило его конструкцию. Повышенная жесткость достигается применением многочисленных палуб и платформ. К поперечным водонепроницаемым переборкам, которые есть на каждом судне, добавлены продольные, отделяющие машинные и котельные помещения. Двойное дно судна переходит во второй борт.

Вдоль ватерлинии судна обшивка утолщена и образует так называемый ледовый пояс в том месте, где корпус ледокола наиболее часто соприкасается со льдом. На «Ермаке» высота ледового пояса достигала 5,4 м, на «Сибири» – 6,1 м.

Непрерывным ходом ледоколы могут сокрушать сравнительно тонкий лед. «Ермак» и «Красин» ломали ходом лед толщиной 50–60 см. Особенно тяжелые льды ледоколы бьют «звездочкой», ударяя в одно и то же место, но в разных направлениях.

Если ледокол, ударив в лед, не расколол его и застрял, в действие приводится креново-дифференциальная система. Электрические помпы начинают качать воду в носовую дифференциальную цистерну, нос судна становится тяжелее и сильнее давит на лед. Вода поочередно

перекачивается из цистерн правого борта в левый и наоборот. Ледокол начинает бортами давить на лед.

Если не удастся выйти из ледового плена, с кормы на лед подают так называемый ледовой якорь, лапу которого вставляют в пробитую лунку. Машины работают назад, лебедка выбирает трос, и ледокол сам стаскивает себя с льдины. В крайних случаях лед взрывают.

Машины ледоколов работают в очень жестком режиме. Они дают то передний ход, то задний. Число реверсов машины может достигать 15–20 в минуту. На первых ледоколах стояли паровые поршневые машины. Они оказались простыми и надежными для эксплуатации во льдах: быстро меняли режим работы, долго и безаварийно действовали на переменных ходах, легко меняли направление вращения. Но при движении ледокола во льду из-за возрастающего сопротивления скорость хода значительно уменьшалась, паровая машина снижала количество оборотов. В результате снижалась мощность в тот момент, когда она была нужна судну.

Позже на ледоколах в качестве главных двигателей стали устанавливать дизели. Они неустойчиво работают при малых нагрузках и не выносят длительных перегрузок, возникающих при движении ледокола во льдах. Этот недостаток был преодолен с помощью электрической передачи. Дизель равномерно вращает электрогенератор, подающий энергию на моторы, вращающие гребные винты. Гребные двигатели работают в переменном режиме, потребляя нужное в данный момент количество электроэнергии. Число их оборотов легко регулируется, что позволяет подобрать наиболее выгодный для работы режим и использовать полную мощность для работы на заднем ходу. Каждый гребной двигатель обслуживается 2–3 генераторами.

Уязвимым местом ледоколов являются гребные винты: их лопасти часто гнутся и ломаются под ударами льдин. Чтобы защитить лопасти и руль от ударов, ледоколы имеют максимально возможную осадку. Но кормовым винтам грозят также и льдины, скользящие по корпусу судна. Для их защиты на корпусе сделаны своеобразные «ножи», отводящие льдины от винтов.

Гребные винты ледоколов не отливаются целиком как обычно, а имеют съемные лопасти, которые в случае повреждения можно заменить запасными. Винты делаются из специальных ванадиево-

никелевых сплавов. Винты обычно имеют 4 лопасти: при меньшем количестве куски льда, застревающие между ними, ломают винт.

В 1957 г. в СССР был спущен на воду первый в мире атомный ледокол «Ленин». Он имел водоизмещение 16 000 тонн и мощность главных турбин 44 000 л. с. «Ленин» мог работать целый год, не заходя в порт.

В 1977 г. другой советский ледокол, «Арктика», дошел до Северного полюса, осуществив мечту Ф. Нансена.

Ледоколы сыграли важную роль в освоении Арктики, расширив возможности доставки людей и грузов в ранее недоступные районы.

## Литье стали

В середине XIX в. в связи с быстрым ростом производства резко выросла потребность в стали. Существовавшие в то время кричный передел, тигельная выплавка стали и пудлингование не могли удовлетворить эту потребность.

В конце 1854 г., в разгар Крымской войны, на Венсенском полигоне во Франции испытывался мощный артиллерийский снаряд конструкции англичанина Генри Бессемера. Глава экспертной комиссии капитан Минье отметил, что дело за малым: создать еще и пушку для стрельбы такими снарядами. Это побудило Бессемера начать разработку новой пушки.

Первое – материал, способный выдержать значительные напряжения при стрельбе снарядами крупного калибра. Используемые в то время бронза и чугун его не устраивали, и он решил получить чугун более высокого качества. Свои опыты Бессемер сначала проводил в небольшом горне, затем в пламенной (пудлинговой) печи. Во время очередного эксперимента он обратил внимание на несколько кусков чугуна, которые, несмотря на сильный жар, не расплавились. Изобретатель пустил сильную струю воздуха, чтобы усилить сгорание. Спустя полчаса Бессемер увидел, что от кусков чугуна остались лишь тонкие пленки обезуглероженного железа. Итак, атмосферный воздух может обезуглероживать чугун, превращая его в ковкое железо без пудлингования и других операций. То, что происходит в металле, когда на него воздействуют воздухом, сам Бессемер объяснял так: содержащийся в чугуне «углерод не может в условиях белокалильного жара находиться в присутствии кислорода, не соединяясь с ним и, таким образом, не производя горения... Следовательно, достаточно привести в соприкосновение кислород и углерод так, чтобы значительные их количества подвергались взаимному действию, чтобы получить температуру, не достигнутую до сих пор в крупнейших печах». Хотя на самом деле больше тепла выделяется при реакции с кислородом не углерода, а кремния, суть идеи от этого не менялась: для обезуглероживания расплавленного чугуна его следует продувать воздухом.

Эта гениальная идея, вскоре совершившая переворот в металлургии, сначала казалась многим, по меньшей мере, нелепой. Так, когда Бессемер сказал литейщику, нанятому для проведения практических плавок, что хочет продуть холодный воздух через жидкий металл, тот без сомнения заявил: «Металл весь скоро превратится в глыбу». И мастер очень удивился, когда после продувки в изложницу по желобу полилась ослепительная струя металла. Бессемер писал: «Я не в состоянии передать, что я чувствовал, когда увидел эту раскаленную массу, медленно поднимающуюся из формы. Это был первый большой слиток литого железа, который когда-либо видел человеческий глаз».

В 1856 г. Бессемер взял патент на продувку раскаленного чугуна воздухом. Сначала он проводил опыты в небольшом лабораторном сосуде. Попытка перейти к экспериментам в более крупных масштабах едва не закончилась катастрофой. Для опытов Бессемер решил использовать сосуд-конвертер (от латинского слова *convertere* — превращать) высотой чуть более метра, изготовленный из листового железа и выложенный внутри огнеупорным кирпичом. Не прошло и десяти минут после начала продувки, как из отверстия в крышке внезапно вылетел сноп искр, который с каждым мигом все ширился и ширился, пока не превратился в столб пламени. Раздались громкие хлопки, и высоко в воздух начали извергаться расплавленный металл и шлак. Конвертер напоминал вулкан во время извержения. Бессемер мог только наблюдать, понимая, что в любой момент мог начаться пожар или произойти взрыв. К счастью, спустя несколько минут «извержение» прекратилось. Полученный металл оказался ковким железом.

Взволнованный изобретатель повторил эксперимент, приняв, как он полагал, надлежащие меры против огненного фонтана: над отверстием конвертера он подвесил на цепи чугунную крышку. Но при новой продувке вновь началось извержение. Крышка быстро раскалилась, стала плавиться и через несколько минут о ней напоминал лишь обрывок цепи.

Новый способ получения стали многими был встречен скептически. И когда Бессемер решил взять патент на свое изобретение в Германии, прусское патентное ведомство отказало ему,

мотивировав свое решение тем, что «никому нельзя запретить продувать воздух через жидкое железо».

В течение нескольких лет английский изобретатель усовершенствовал свой процесс. Бессемерование чугуна – это процесс превращения жидкого чугуна в литую сталь путем продувки сжатым воздухом. Продувка проводится в специальном резервуаре – конвертере. Превращение чугуна в сталь в конвертере происходит благодаря окислению углерода и примесей (кремния, марганца), содержащихся в чугуне, кислородом воздуха. Процесс бессемерования происходит без подвода тепла извне и без применения какого-либо горючего материала: тепло, необходимое для процесса, образуется благодаря окислению железа и его примесей.

Практически бессемерование происходит следующим образом. Чугун в том виде, в каком он изливается из доменной печи, заливается в конвертер – резервуар, похожий на грушу с отверстиями на дне для подвода воздуха. Он укреплен на двух подвижных опорах, по одной с каждой стороны, что позволяет переводить его из горизонтального в вертикальное положение и наоборот.

Наполнив конвертер, его поворачивают в вертикальное положение и через отверстия начинают вдуть воздух, который пузырьками проходит через расплавленный металл. Кислород воздуха при этом приходит в соприкосновение с каждой частицей чугуна и в результате соединяется с углеродом, находящимся в чугуне. Когда процесс закончен, конвертер переводят в горизонтальное положение и прекращают вдуть воздух. После окончания процесса в конвертере образуется железо, в которое затем добавляют строго определенную дозу примеси, содержащей углерод, поддерживающий дальнейший процесс окисления железа. В результате в конвертере образуется сталь, содержащая требуемый процент углерода.

Процесс бессемерования протекает чрезвычайно быстро, продолжительность его не превышает 15 минут. Количество перерабатываемого чугуна и пропускная способность конвертера весьма велики: в конвертере 10–15 тонн чугуна превращается в железо или сталь в течение 10 минут. В пудлинговой печи на это уходило несколько дней. По качеству бессемеровская сталь во многом превосходила пудлинговое железо.

Признание пришло к Бессемеру в 1862 г.: на Всемирной выставке в Лондоне с успехом демонстрировалась разнообразная продукция из бессемеровской стали. В 1867 г. на Всемирной выставке в Париже изобретатель был удостоен Большой золотой медали. В 1871 г. Бессемер был избран президентом вновь созданного британского Института железа и стали, а в 1879 г. стал членом Лондонского королевского общества.

Следует отметить, что наряду с очевидными достоинствами бессемеровский конвертер имел и недостатки. Основной из них заключался в том, что далеко не любой чугуном можно было в конвертере переделывать в сталь. Если для выплавки чугуна использовались железные руды, богатые фосфором, то последний переходил в чугун, а затем и в сталь. В результате сталь становилась хрупкой и не находила применения. В конвертере нельзя переплавлять железный лом или твердый чугун, т. к. не хватает тепла, чтобы расплавить твердые куски металла. К тому же в конвертере можно получать лишь сталь, идущую на обычные нужды.

Один из недостатков конвертера исправил соотечественник Бессемера Сидни Томас. Он подошел к конвертерной плавке с точки зрения химика. На миниатюрном конвертере, вмещавшем около 2,5 кг чугуна, Томас вместе с двоюродным братом начал производить опыты по удалению фосфора из расплавленного металла. Для этого необходимо, чтобы шлаки были не кислыми, а основными, т. е. состоящими из основных окислов. Это требовало, чтобы и огнеупорная футеровка конвертера была основной, иначе она разъедалась бы шлаком и выходила бы из строя. После многочисленных опытов Томас остановился на огнеупорной футеровке, состоящей из извести, смешанной с жидким стеклом. Первые опыты были успешными, и Томас уговорил владельцев завода в Бленавоне, где работал его двоюродный брат, провести опытные плавки. После нескольких десятков плавок Томасу удалось снизить содержание фосфора в стали до сотых долей процента.

Одна из причин его успеха заключалась в следующем: примеси в чугуне выгорали в строгой очередности, зависящей от химических свойств кислорода. Первым выгорал кремний, затем марганец, частично железо. Потом доходит очередь до углерода. Как только запасы углерода иссекают, конвертерный костер начинает угасать. В

этот момент металлурги прекращали продувку, считая, что больше гореть нечему, кроме железа. При бессемеровском процессе действительно не стоило продолжать продувку, но если требовалось очистить металл от фосфора, то торопиться не следовало. К этому времени фосфор в металле оставался практически в том же количестве. Томас решил продолжать продувку. И выяснилось, что фосфор сгорает с большим тепловым эффектом, почти не уступая кремнию. В 1877 г. Томас взял патент на один из вариантов технологии, связанной с удалением фосфора, и продал его, чтобы продолжать опыты. Он искал наиболее удачный материал для футеровки и постепенно пришел к выводу, что лучше всего подходит хорошо обожженный доломит. Стенки из него выдерживали воздействие извести, необходимой для создания основного шлака, поглощавшего выделяющийся из металла фосфор.

В 1878 г. Томас берет патент на свое изобретение. Спустя несколько дней после этого на сессии британского Института железа Томасу даже не дали слова, чтобы он мог рассказать о своем изобретении. Среди участников собрания был и Бессемер. Несмотря ни на что, Томас шлифовал свою технологию в промышленных условиях, и вскоре его ждал триумф. Уже после его смерти в конце XIX в. томасовский конвертер по масштабам выплавки стали уступал лишь «старшему брату» – бессемеровскому конвертеру.

Но постепенно роль конвертеров в выплавке стали начала понижаться. До середины XX в. основная нагрузка приходилась на мартеновские печи. Но конвертеры восстановили утраченные было позиции благодаря применению кислородного дутья. Эту идею выдвинул еще в 1875 г. Д. К. Чернов. По его мнению, это должно было повысить температуру металла и сократить время процесса, а также затраты на воздуходувную машину. Но реализовать эту идею стало возможным лишь тогда, когда удалось создать установки для сжижения атмосферного воздуха и получения из него кислорода. В 1933 г. советский ученый Н. И. Мозговой приступил к экспериментам по продувке жидкого чугуна чистым техническим кислородом. В 1950-е годы во многих странах были построены кислородные конвертеры. Кислородное дутье имеет серьезные преимущества: при сохранившейся высокой производительности постройка кислородно-конвертерных цехов обходится дешевле. Кислородное дутье повысило

температуру в конвертере, что позволило перерабатывать большие объемы металлолома. Теперь в конвертерах можно было выплавлять легированную сталь многих марок, что раньше считалось привилегией электропечей. Сегодня кислородно-конвертерным способом выплавляется более половины всей производимой в мире стали.

Несмотря на громадное значение бессемеровской стали, проблема улучшения качества металла осталась не решенной. А специальное машиностроение требовало массового производства именно высококачественной стали. Кроме того, дешевая бессемеровская сталь вытеснила старый пудлинговый металл, и появились крупные нереализованные запасы последнего. Требовалось найти пути передела его в сталь.

Проводились опыты, в ходе которых пытались сплавить в пламенных печах чугун и железо, но в них не удавалось достичь необходимой температуры.

В 1856 г. немецкие инженеры братья Вильгельм и Фридрих Сименс сконструировали для нужд стекольной промышленности регенеративную газовую печь. Смешиваясь с воздухом, газ горел, развивая высокую температуру, достаточную для плавки даже тугоплавких металлов. Регенератор представлял собой сдвоенную камеру, заполненную решетчатой кирпичной кладкой, через которую пропускались печные газы, отдававшие кладке значительную часть своего тепла. Затем по этой же кладке в обратном направлении пропускали воздух и горючий газ, предназначенные для горения. Подогрев предотвращал охлаждение печи воздухом или газом и повышал температуру в печи примерно на 1000 градусов.

Но именно высокая температура, как ни странно, вначале тормозила внедрение регенеративных печей в металлургическое производство. Поначалу металл загружали в печь в огнеупорных тиглях, и в ходе плавки расплавлялся не только металл, но и тигль. В ряде опытов оплавливались даже стенки печи, а однажды рухнул ее свод.

Принцип регенерации тепла и отопления печи газом использовал в своей печи французский металлург Пьер Мартен. По предоставленным В. Сименсом чертежам он построил регенеративную сталеплавильную печь, использовав для кладки ее стен и свода огнеупорный кирпич, способный выдерживать высокие температуры. Она была запущена в 1864 г. Сущность мартеновского процесса

заключается в том, что сталь производится на поду регенеративных пламенных печей путем переработки в них чугуна и стального лома (скрапа). В мартеновской печи происходит не просто плавка загруженных материалов: до самого конца процесса в печи идет химическое взаимодействие между металлом, шлаком и газом.

Мартеновская печь относится к типу отражательных печей. Ванна, где идет плавка, выложена огнеупорным кирпичом. Над ванной – сферический свод. Продукты горения топлива, а вместе с ними и тепло отражаются от него и направляются в ванну, где расплавляют металл. Такая конструкция обеспечивает равномерное распределение тепла по всей площади ванны. Сначала в качестве топлива в мартене применяли смесь доменного и коксового газов, сейчас все шире используется природный газ. Нагретые в регенераторах воздух и газ подаются в верхнюю часть мартена, где смешиваются и сгорают, давая температуру до 1800–2000 °С.

Для загрузки сырья в передней стенке печи имеются завалочные окна, закрываемые стальными задвижками. В задней стене – выпускное отверстие, через которое готовую сталь сливают в ковш. Когда идет плавка, выпускное отверстие забито пробкой из огнеупорной глины.

Работа в мартеновской печи происходит в несколько этапов, сначала в печь загружают холодные материалы (шихту) – железный лом, руду, известь. Их насыпают в стальные ящики – мульды. Завалочная машина захватывает мульду, вносит через завалочное окно в печь, переворачивает, высыпая содержимое. После окончания загрузки заслонки опускают и в печь вводят максимальное количество газа и воздуха, чтобы шихта быстрее прогрелась и расплавилась. После этого к печам подвозят ковши с доменным чугуном. Его доставляют из миксера, где чугун хранится в жидком виде. Мостовой кран поочередно поднимает ковши, наклоняет их, и чугун по специальному желобу льется в печь. Выплавка стали в мартене продолжается много часов. За это время пробы металла несколько раз отправляют в лабораторию, где исследуется их химический состав. В случае необходимости в печь вводятся недостающие вещества. На последнем этапе плавки происходит очищение стали от вредных примесей и раскисление – удаление из металла кислорода. Для этого в

ванну добавляют раскислители: ферросилиций, ферромарганец, алюминий.

Во второй половине XX в. были созданы двухванные печи. В них применяют не воздух, а чистый кислород. Это дает такое количество тепла, что позволяет печам обходиться без регенераторов. Их производительность в 2–4 раза выше, чем однованных, а расход топлива – в 10–15 раз меньше.

Самые большие в мире мартеновские печи построены на Мариупольском металлургическом комбинате. Объем ванны в этих печах 900 м<sup>3</sup>.

Но даже кислород не помог мартеновским печам выдержать конкуренцию с электрическим конвертером.

Электросталеплавильный процесс ведет свое начало от электрической дуги, которую получил, экспериментируя с гальваническим элементом, профессор физики Санкт-Петербургской медико-хирургической академии В. В. Петров в 1802 г. Спустя год он опубликовал книгу «Известие о Гальвани-Вольтовских опытах», в одной из глав которой описал превращение некоторых оксидов в металлы посредством электрического тока.

В 1853 г. во Франции был взят патент на конструкцию электропечи для плавки стали. В 1879 г. Вильгельм Сименс сконструировал электропечь, в которой впервые сумел выплавить железо из руды. Однако эта печь была далека от совершенства и полученное железо содержало много примесей.

В 1891 г. создатель дуговой электросварки Н. Г. Славянов осуществил плавку стали и других металлов в небольших тигельных печах с электродами. Большой вклад в развитие электропечей внес французский ученый Анри Муассан. В 1892 г. он представил во Французской академии наук свою конструкцию, позволявшую получать температуры до 4000 °С.

Широкому применению электрического тока мешала его относительно высокая стоимость. Но эта проблема была решена после появления первых гидроэлектростанций. На стыке XIX–XX вв. Поль Эру во Франции и Эрнесто Стассано в Италии практически одновременно построили дуговые плавильные печи.

Благодаря особым условиям в плавильном пространстве, прежде всего восстановительной атмосфере и температуре до 5000 °С,

металлурги получили возможность не только полнее очищать металл от нежелательных примесей, но и выплавлять легированную сталь. Спрос на электросталь резко возрос в годы Первой мировой войны, когда металл высокого качества понадобился для производства пушек, брони и других видов вооружения.

За несколько десятилетий с момента возникновения электрического способа выплавки электропечи прибавили в объеме, их конструкции стали более совершенными. Поскольку в них можно плавить даже такие тугоплавкие металлы, как вольфрам и молибден, металлурги могут плавить сталь, легированную любыми металлами. В 1940–1950-е годы в электропечах стало применяться кислородное дутье. Оно позволило увеличить производительность электропечей, сократить расход электроэнергии, электродов, дорогих легирующих добавок. Повысилось и качество металла.

В индукционных электропечах нет электродов, что позволяет получать практически безуглеродную высоколегированную сталь.

Следующим шагом в развитии электропечей стали вакуумные индукционные и дуговые печи. Создаваемое в вакуумной камере разрежение заставляет пузырьки газа выходить из жидкого металла.

Современные методы литья позволяют производить качественную сталь без дефектов. Это помогает сократить дальнейшую механическую обработку и получить высокие эксплуатационные свойства материала.

## Лодка. Гребные суда

Появление плавательных средств было вызвано необходимостью передвижения по водоемам: рекам и озерам. Из-за отсутствия дорог путешествие по воде было быстрее и легче. Помимо того, плавательные средства требовались для рыбной ловли.

Первым средством передвижения по воде были стволы деревьев. Их очищали от веток и плыли, лежа на бревне и работая ногами. Затем стали делать плоты, связывая вместе несколько стволов или связок камыша. Они управлялись шестом, а на глубоких местах использовали гребную доску. Плот позволял перевозить грузы.

Для быстрого плавания по воде больше подходила лодка, выдолбленная из ствола. Ее делали, выдалбливая или выжигая в стволе углубление для гребца. Один конец ствола заостряли для увеличения скорости передвижения. На мелководье лодка, как и плот, управлялась шестом, а на более глубоких местах гребли веслом, в которое постепенно превратилась гребная доска.

Часто лодки делали из выскобленной коры деревьев. Куски коры сшивались и связывались, а швы заливались смолой. Жители Севера делали каркас лодки из китового уса, натягивая на него шкуры животных.

Самое раннее изображение весла было обнаружено на древнеегипетской вазе, датированной III тысячелетием до н. э. Первые лодки для плавания по Нилу изготавливались из папируса. Его стебли собирали в крепкие связки, сплетавшиеся затем в толстый изогнутый мат с поднятыми концами. Их удерживал в таком положении трос из папируса.

Деревянные суда начали строить в Египте в конце IV–III тысячелетия до н. э. Они, как и папирусные суда, имели лунообразную форму с поднятыми концами, плоское днище, большую ширину и малую осадку. Для плавания по реке в воде должно было находиться не менее 40 % высоты корпуса. Сам корпус представлял собой набор коротких и толстых (до 10 см толщиной) досок из кедра, акации, сикоморы, скрепленных между собой деревянными гвоздями. Доски располагались встык и прощпаклевывались папирусом или смолой.

Изнутри они поддерживались поперечными гнутыми брусьями. Снаружи корпус стягивался несколькими канатами. На верхних досках располагались лавки для гребцов.

На таких судах в качестве дополнительного движителя применялся парус. Его ставили, когда судно плыло вверх по Нилу. При плавании вниз по течению парус убирали, освобождая борта для гребцов. Весла опирались на планширь – брус, проходивший по краю бортов. На нем были укреплены колышки или ременные петли, заменявшие ключины. В зависимости от ветра и волны гребцы могли работать сидя или стоя. При максимальном темпе гребли 26 тактов в минуту они вставали почти в полный рост, при каждом толчке с силой бросаясь на сиденье.

Постепенно для постройки судов стали применять балки из длинных стволов кедровых деревьев, привозившихся из Ливана.

Это повысило прочность корпуса. Появился внутренний киль, исчез обвязывающий пояс. Весла стали вставляться в ключины.

Постепенно лидерство в судостроении перешло к финикийцам – народу, жившему в Передней Азии на территории современного Ливана. Они основали колонии по всему побережью Средиземного моря. Финикийцы строили суда с килем и обшивкой на специальном каркасе из шпангоутов. Под палубой размещались помещения для грузов.

В Древней Греции постепенно стали возникать различия между военными и торговыми судами. Военные суда имели одну мачту или несколько мачт с парусом и по 25 весел на каждом борту, которые поддерживались вынесенными балками. На торговых использовались только весла.

Существовало несколько типов весельных судов. Считается, что для увеличения скорости и маневренности еще финикийцы стали строить корабли с двумя рядами весел, расположенных друг над другом в шахматном порядке – по-гречески они назывались диеры. Позже греки строили триеры, расположив весла в 3 ряда по диагонали. Гребцы назывались (в порядке рядов снизу вверх): таламиты, зевгиты и траниты. Весла верхнего ряда направлялись только колками, остальные продевались через круглые или прямоугольные отверстия в бортах – скалмы. Скалмы защищались от попадания воды специальными кожаными манжетами.

Карфагенским судостроителям приписывают строительство квинквирем – судов с 5 ярусами весел.

Однако в последнее время стали высказываться сомнения в возможности постройки судов с числом ярусов весел больше одного. Не было найдено ни одного такого судна. Расчеты показывают, что постройка таких судов невозможна даже при современном уровне развития материалов и технологий. Дело в том, что с увеличением длины весел требовалось бы значительно увеличить их диаметр и, как следствие, массу настолько, что с ними не могли бы справиться и несколько гребцов. Это же касается и массы всего корабля.

Помимо того, на многоярусных судах была невозможна синхронная работа всех гребцов, что отрицательно сказалось бы на скорости и управляемости судна.

Поэтому триремы и другие подобные суда, скорее всего, назывались не по количеству ярусов, а по количеству гребцов на одно весло.

В Средние века наиболее распространенным гребным морским судном была галера. В зависимости от величины она могла быть узкой и быстроходной ординарной, называвшейся еще галера-зензиль или более округлой грузовой.

Ординарная могла иметь до 30 гребных скамеек по одному борту. На одной такой скамье сидели по три гребца, каждый из которых имел свое весло, длина и вес которого увеличивалась по мере удаления гребца от борта. На этих галерах были весла трех разных размеров. Такая система называлась терцаруоло.

На грузовой галере все весла имели одинаковую длину до 12 метров и массу до 300 кг. На каждое весло приходилось по пять гребцов.

Позже были созданы галеры, на которых одно весло обслуживали 8 гребцов, а общее число гребцов достигало 240.

Палуба галеры делилась поперечными досками-мужлуками на нос, среднюю часть и корму. На них могли устанавливаться две мачты. В XV–XVII вв. в качестве гребцов на галерах стали использовать рабов или осужденных преступников. Такие галеры назывались каторгами.

В XV–XVI вв. хозяевами Средиземного моря стали пираты – мусульмане, базировавшиеся в Северной Африке. Их поддерживали

турецкие единоверцы. Они грабили корабли и города Испании и Италии. Испанцы и итальянцы, в свою очередь, отвечали тем же. Долгое время в этой борьбе одерживали верх сторонники Магомета.

В 1571 г. вблизи города Лепанто в западной Греции состоялось грандиозное сражение между объединенным флотом Испании, Австрии и итальянских государств и турецким флотом под командованием Али-паши, на стороне которого выступали алжирские пираты. С каждой стороны в сражении участвовали до 250 кораблей, большинство из которых были галеры. Сражение закончилось победой европейцев. В бою погиб Али-паша.

Сражение при Лепанто стало последним в истории крупным сражением гребных флотов. Постепенно гребные суда уступили место парусным.

Сейчас гребные суда применяются в основном как спортивные, мелкие промысловые, транспортные и спасательные.

Они могут быть как с уключинами, так и без.

У шлюпок и различных лодок уключины располагаются на бортах. Шлюпки применяются на военных кораблях, гражданских морских судах. У шлюпок нет палубы. Одноместная шлюпка называется тузик и имеет длину до 3 м. Самая большая шлюпка – баркас – может иметь до 22 весел при длине до 11 м.

У академических судов уключины находятся на кронштейнах за бортом. Это наиболее совершенные гребные суда, особо легкие. Академические суда, предназначенные для гонок называются скифы. Они имеют удлиненную сигарообразную форму. Эти суда бывают парные и распашные. В парных гребет гребет двумя веслами, в распашных – одним. Этот тип судов предназначен для гребли на тихой воде.

Гондолы – прогулочные суда, распространенные главным образом в Венеции, – имеют уключину, расположенную в корме. Единственное весло применяется как для передвижения, так и для управления гондолой.

Не имеют уключин каноэ и байдарки.

Каноэ появилось у индейцев Северной Америки. Первоначально это была лодка, выдолбленная из целого ствола дерева, или каркас, обтянутый корой. Каноэ предназначалось для перевозки людей и грузов. Современные каноэ также изготавливают либо из дерева, либо

каркас обтягивают непромокаемым материалом. Они имеют челночно-образную форму корпуса. Гребцы располагаются либо на дне лодки, либо на специальных банках. В спортивном каноэ гребцы стоят на одном колене. Весло для каноэ однолопастное лопатообразное. Управление каноэ производится путем поворота весла в воде и изменения его траектории в конце гребка.

Байдарки, или каяки, появились у северных народов: эскимосов, коряков и чукчей. Они состояли из деревянного каркаса, обтянутого шкурой моржа. Современные байдарки изготавливаются из дерева, металла или пластмассы и обтягиваются водонепроницаемым материалом. Гребцы сидят у самого днища байдарки, чтобы снизить центр тяжести. Сверху байдарка закрыта декой (палубой), в которой прорезаны люки для гребцов. Весла для байдарок двухлопастные, управление осуществляется рулем, который поворачивается ногами.

# Лук

Лук стал первым оружием, позволявшим аккумулировать энергию мышц человека и затем мгновенно ее высвободить, отправляя стрелу на большое расстояние. Первые луки представляли собой согнутую палку, к концам которой была привязана веревка – тетива. Применение луков позволило увеличить дистанцию, с которой можно поразить дичь на охоте. Простой лук применялся римлянами, германцами, англосаксами, африканскими и южно-американскими племенами, обитателями островов Тихого океана.

Со временем стали изготавливать сложные луки. При их изготовлении на деревянную основу наклеивали сухожилия, а с внутренней стороны лук покрывали роговыми пластинками. Такой лук был на вооружении народов Востока, скифов, сарматов, гуннов. Его использовали в Древней Руси.

Наконечники стрелы первоначально изготавливались из кости или из твердого дерева. Позже, с развитием кузнечного искусства, их стали делать из бронзы или стали. Сначала наконечники были плоскими или листовидными, повторяющими форму кремневых наконечников. Затем скифы изобрели более совершенный граненый наконечник, получивший распространение в Азии, а потом и в Европе.

Стрелы могли быть оперенными и неоперенными. Англичане еще в XIV в. использовали как те, так и другие. В целом, хорошая стрела, пригодная для дальней и точной стрельбы, была довольно сложным технологичным изделием, ее изготовление было достаточно трудоемким.

Постепенно лук стал применяться не только на охоте, но и на войне. Была разработана тактика, при которой лучники становились перед войсками, выстраивались в несколько рядов и выпускали стрелы в противника. Пока одни ряды вели стрельбу, другие перезаряжали луки. Стрелы пускались по навесной траектории, огибая фронтальную защиту обороняющихся. Обычно лучники начинали бой до того, как воюющие стороны сходились в рукопашном бою.

При стрельбе из лука тетиву натягивали на длину вытянутой руки, а выше плеча. Это исключало прицеливание, в том значении, как мы

это понимаем. Для того чтобы научиться не просто стрелять, а попадать в цель, необходимо было регулярно и долго тренироваться с самого детства. При соблюдении этого условия к совершеннолетию лучник мог выпускать до десяти стрел в минуту на расстояние 200 шагов. Услуги таких профессиональных стрелков были очень дороги.

В Средние века хорошие стрелки, имея мощные луки, пробивали рыцарские латы на расстоянии 80–100 шагов. Так, в 1346 г. во время Столетней войны в битве при Креси английские лучники, вооруженные луками, стрелявшими на расстояние до 300 шагов, решили успех сражения.

В IX в. на основе лука был создан арбалет. Он представлял собой ложе из крепкого дерева (обычно тиса), на одном конце которого укреплялась дуга лука, сделанная из стали. Тетиву из крученого сухожилия или пенькового шнура натягивали при помощи специального устройства, вращая зубчатое колесо. Арбалет стрелял короткими железными стрелами или свинцовыми и каменными пулями (болтами) на расстояние 150 шагов.

Широкое распространение арбалет получил в XII в. С его появлением любой человек, обладавший элементарными навыками стрельбы, мог соревноваться с профессиональным лучником в меткости, даже превосходил его по поражающему действию. По некоторым данным, арбалетный болт поражал латника на расстоянии 150 метров и сбивал всадника с коня на расстоянии 200 метров.

Теперь лучники перестали быть отдельной высокооплачиваемой кастой. Их стали серьезно теснить отряды арбалетчиков. Из-за своей доступности арбалет долго считался «низким» оружием, недостойным благородного рыцаря. В 1139 г.

Второй Латеранский собор запретил использование арбалетов как смертоносного оружия против христиан и разрешил применять их исключительно против неверных. Однако в 1190 г. арбалеты были приняты на вооружении в армии Ричарда I Английского и Филиппа Августа Французского. Папа Иннокентий III вспомнил о запрете собора, но это не дало особых результатов.

Началось бурное развитие арбалетов. Их расцвет пришелся на XV–XVI века. Они применялись наряду с еще несовершенным ручным огнестрельным оружием.

Вместе с улучшением самой конструкции арбалета появлялись и новые типы конструкций. В XIV в. изобрели натяжной крюк, крепившийся к поясу арбалетчика. Для натяжения нога упиралась в стремя, стрелок приседал, зацеплял тетиву за крюк и, выпрямляясь, натягивал тетиву.

В 1500 г. по приказу императора Священной Римской империи Максимилиана было разработано устройство, предотвращавшее случайный выстрел. Причиной этого стал неожиданный спуск стрелы, едва не убившей императора.

Примерно в 1530 г. в Италии появились арбалеты, которые помещались под одеждой. Несмотря на все запреты и штрафы за их ношение, они получили широкую популярность, особенно среди горожан. Позже появились модификации для стрельбы глиняными или металлическими пулями.

В конце XVI в. появились арбалеты, комбинированные с огнестрельным оружием. Но постепенно арбалет перестал использоваться в военном деле.

После снятия с вооружения арбалет долго применяли охотники, ценя его за бесшумность. Но с совершенствованием огнестрельного оружия, повышением дальности боя бесшумность отошла на второй план, и от арбалета отказались. Хотя еще в начале XX в. сибирские охотники-промысловики натягивали на звериных тропах тросики с подведенным к ним подобием арбалета.

Во второй половине XX в. арбалеты возродились вновь. С появлением новых композитных материалов, позволивших уменьшить их массу, мощное и бесшумное оружие взяли на вооружение войска специального назначения.

Старший брат арбалета – лук – применялся дольше младшего собрата. Более легкий и простой в обращении лук любили кавалеристы. Луками были вооружены башкирские кавалеристы еще во время Отечественной войны 1812 г., за что получили у наполеоновских солдат прозвище «амуры».

В XV в. в Швейцарии, на родине легендарного Вильгельма Телля, зародилась спортивная стрельба из лука. В конце XIX в. были оформлены современные правила этого вида спорта. Стрельба из лука входила в программу Олимпийских игр начиная с 1900 до 1920 года. И была включена вновь в олимпийскую программу в 1972 году.

Звонящая тетива лука натолкнула людей на создание струнных инструментов – кифары, лютни, скрипки, гитары и многих других.

Лук послужил основой для создания лучкового токарного станка – прародителя всех современных станков. В нем гибкая жердь, соединенная веревкой с педалью, на которую нажимал рабочий, служила накопителем энергии. Затем она отдавала эту энергию на вращение обрабатываемой детали, делая процесс обработки непрерывным.

# Магнитофон

Попытки записи звука делались еще в XIX веке.

В 1857 г. Л. Скотт создал фоноавтограф. Принцип его действия заключался в том, что колебания звуковой диафрагмы передавались игле, и та, в свою очередь, вычерчивала на поверхности цилиндра, покрытого сажей, кривую. Фоноавтограф позволял создать видимый образ звука, но не более.

В 1877 г. Эдисон, работая над усовершенствованием телефонного аппарата, создал фонограф, позволявший осуществлять запись и воспроизведение звука.

В фонографе звуковые волны при помощи трубы подводились к мембране из тонкого стекла или слюды, соединенной с иглой – резцом. Игла вычерчивала на быстро вращающемся вале, обернутом оловянной фольгой или бумажной лентой, покрытой слоем воска, винтовую канавку переменной глубины. При воспроизведении звука двигавшаяся по канавке игла совершала механические колебания, и связанная с ней мембрана издавала звук.

Позже Эдисон усовершенствовал свое изобретение, создав специальный сплав из воска и некоторых смол. Но ему не удалось исправить всех недостатков. Валик мог вести запись в течение нескольких минут, после нескольких прослушиваний копия разрушалась, а делать с нее отпечатки было невозможно.

В 1887 г. Э. Берлинер запатентовал граммофон. Он использовал тот же принцип, что и фонограф, но игла в записывающем аппарате располагалась параллельно плоскости мембраны и чертила не бороздки, а извилистые линии. Вместо громоздкого валика использовалась круглая пластинка.

С диска, записанного по способу Берлинера, можно было получать копии. Сначала граммофонные пластинки изготавливались из целлулоида, затем из эбонита. В 1896 г. Берлинер изобрел шеллак, который стал основным материалом для производства грампластинок.

Воспроизведение звука осуществлялось при помощи слюдяной пластинки, соединенной при помощи рычага с зажимом, в который помещались сменные стальные, а затем корундовые или алмазные иглы.

Сначала скорость вращения пластинки составляла 90–100 об/мин, затем был принят стандарт 78 об/мин.

Граммофон и его портативный вариант патефон были распространены до 40-х годов XX века. Затем им на смену пришли электрические проигрыватели и электрофоны.

Появление магнитной записи звука тесно связано с возникновением фонографа и зарождением радиоэлектроники. Через 11 лет после появления фонографа, в 1888 г., в журнале «The Electrical World» появилась статья американского инженера О. Смита, посвященная усовершенствованию конструкции фонографа Эдисона. В ней были предложены прогрессивные идеи, касающиеся записи звука. Смит изложил новый принцип записи звука – магнитный. В качестве носителя он предложил хлопчатобумажную нить, пронизанную стальными опилками. По замыслу Смита, стальные опилки должны были намагнититься возле проводов микрофонной цепи. Отдельные частички должны были запечатлеть отдельную фазу электрического волнообразного процесса.

Смит не указал способа воспроизведения магнитной фонограммы и не создал действующей конструкции аппарата для магнитной записи звука.

Через десять лет идеей магнитной записи звука увлекся датчанин В. Паульсен. В отличие от О. Смита, он попытался ее реализовать и для этого разработал конструкцию аппарата для магнитной записи звука. 1 декабря 1898 г. Паульсен запатентовал свое изобретение. Его аппарат получил название «телеграфон». Телеграфон представлял собой электромагнитный фонограф. Конструкция телеграфона действительно несколько напоминала аппарат Эдисона: такой же вращающийся цилиндр, но вместо слоя воска, была навита тонкая стальная струна диаметром 0,5 мм. В первых моделях использовалась фортепианная струна, на которую записывался звук. Цилиндр вращался с помощью часового механизма. Записывающая головка, представлявшая собой электромагнит, двигалась вдоль витков со скоростью 2,1 м/с.

Для 40-минутной записи необходимо было 6000 м проволоки. Телеграфон воспроизводил записи в диапазоне частот от 150 до 2500 Гц.

Стирание записи производилось сильным постоянным магнитом. Для этого было достаточно провести им по проволоке.

На Всемирной выставке в Париже в 1900 г. В. Паульсен за конструкцию телеграфона получил Гран-при. В 1901 г. Паульсен создал новый аппарат, значительно отличавшийся от предшественника. Он имел основные черты современных магнитофонов. Запись велась на стальную ленту шириной 3 и толщиной 0,05 мм. Лента сматывалась с одной бобины, наматываясь на другую. При этом она проходила рядом с записывающей и воспроизводящей головками. Запись можно было прослушивать через телефонные трубки.

Воодушевленный успехом Паульсен решил приступить к производству магнитофонов. В 1903 г. он, совместно с американскими бизнесменами, создал Американскую телеграфонную компанию, которая стала производить диктофоны.

Вначале продукция пользовалась успехом. Но конкуренция между первыми магнитофонами и граммофонами закончилась победой последних. Несколько фирм, созданных Паульсеном, обанкротились и прекратили свое существование.

Покупатели отдавали предпочтение граммофонам, поскольку те давали более громкий звук. Усиление слабого электрического сигнала, воспроизводимого телефонным наушником, было невозможно: еще не было изобретена усилительная лампа.

Несмотря на свое несовершенство, магнитофоны продолжали применяться. Так, на международном конгрессе в Копенгагене в 1916 г. доклады записывались на магнитофон. В качестве носителя информации в нем использовался стальной провод. Для записи докладов, общей продолжительностью 14 часов, понадобилось 2500 км провода весом в 100 кг.

Некоторое время в радиовещании применялась записывающая аппаратура, использовавшая ленту из нержавеющей стали.

Поиски оптимального носителя звуков продолжались много лет. Были опробованы биметаллические звуконосители. В них на немагнитную основу из латуни или бронзы гальваническим способом наносился ферромагнитный слой. Эти ленты вышли из употребления, т. к. не обладали хорошими магнитными свойствами.

Магнитофоны имели большие габариты и вес. Так, магнитофон фирмы «Маркони» весил несколько сот килограммов. Стальная лента в

нем наматывалась на бобины диаметром 0,5 м. При обрыве ее приходилось соединять электросваркой.

Интерес к магнитофону возобновился с появлением мощных усилителей на электронных лампах. В 1920-х гг. магнитофон уже применялся на американском флоте для ускорения передачи и приема радиотелеграфных сообщений.

Позже магнитофоны начали изготавливать в Германии и Англии. Запись по-прежнему велась на стальную ленту.

Дальнейшее развитие магнитофонов шло по пути создания новых магнитных лент, воспроизводящих, записывающих и стирающих головок; лентопротяжных механизмов.

В 1925 г. для записи звука стали использовать малогабаритные электрические микрофоны.

В том же году советский инженер И. И. Крейчман запатентовал гибкую ленту, сделанную из пластмассы и покрытую магнитным порошком. Но это изобретение осталось незамеченным.

Немец Ф. Пфлеумер, изучая патент В. Паульсена, нашел указание на то, что запись можно вести не только на провод и ленту, но и на диски, покрытые намагниченным порошком. Пфлеумер провел поиск приемлемых магнитных носителей звука. Сначала он применил вместо стальной ленты бумажную, покрытую магнитным материалом. Затем он использовал более удобные пластмассовые ленты.

В 1935 г. на радиовыставке в Берлине были продемонстрированы разработанные совместно фирмами АЕГ и БАСФ промышленные образцы магнитных пластмассовых лент. Такая лента стоила в 5 раз дешевле металлической и обладала отличными магнитными свойствами, ее можно было легко склеивать, у нее был небольшой вес. Там же был показан первый магнитофон «К-1». После этого началось постепенное вытеснение металлических звуконосителей пластмассовыми.

Успехами в магнитной записи звука заинтересовалась военная разведка. Ее сотрудники хотели использовать магнитофон для записи радиоперехватов и прослушивания телефонных разговоров.

В 1938 г. немецкий инженер Е. Шюллер разработал и внедрил в производство новый тип функциональных кольцеобразных головок. Теперь на каждом этапе создания магнитной записи использовалась отдельная головка: записывающая, воспроизводящая и стирающая.

В США конструированием магнитофонов долгое время практически не занимались. Ситуация изменилась после того, как в 1940 г. инженер Кармас разработал новые покрытия для магнитофонных пленок. Они позволили снизить скорость движения пленок в магнитофоне с 76 см/с до 19 и 9,6 см/с. В СССР первый ленточный магнитофон «СМ-45» был создан в 1942 г. Он работал на ферромагнитной ленте. После войны производились модели для радиовещания серии «МЭЗ» и студийные «РМС-16». В 1949 г. в Киеве был выпущен первый советский бытовой магнитофон «Днепр».

Сразу после окончания Второй мировой войны Германия продолжила исследования по совершенствованию принципа магнитной записи звука. На немецком радио применялся магнитофон, работавший на пластмассовой ленте, на которую наносился слой оксида железа. Скорость движения ленты составляла 80 см/с. Это позволяло записывать звук частотой до 10 000 Гц. Лента имела толщину около 0,05 мм и ширину 5 мм.

Разрабатывались также перспективные механизмы протяжки ленты. В 1947 г. появился магнитофон, в котором механизм протяжки ленты имел три электродвигателя. Один служил для подачи ленты, другой для вращения ведущего вала с постоянной скоростью и протягивания ленты, третий – для подмотки ленты. Скорость перемещения ленты была примерно 76 см/с. Это обеспечивало воспроизведение частот в диапазоне от 32 до 9600 Гц.

В начале 50-х годов появились малогабаритные бытовые магнитофоны с магнитной лентой на пластмассовой основе. Металлическая лента и провод были окончательно вытеснены.

В это время шло повышение качества воспроизведения звука. Появились двухканальные усилители с разделением частот на высокие и низкие.

В 1950–1960-е годы выпускались различные магнитофонные приставки с простым лентопротяжным механизмом и упрощенным узлом записи. Для громкого прослушивания записи приставки подключались к радиоприемникам, имеющим усилители звуковой частоты.

В 1968 г. были произведены первые кассетные магнитофоны. В них магнитная лента помещалась в закрытую плоскую коробочку – кассету. Кассета вставлялась в магнитофон и приводилась в движение

его лентопротяжным механизмом. Лента двигалась со скоростью 4,75 см/с. Поначалу качество записи и воспроизведения звука было низким, что было связано с медленным движением ленты и малой шириной дорожек.

Несмотря на недостатки, кассетные магнитофоны стали пользоваться популярностью. Они выгодно отличались от бобинных магнитофонов удобством обращения и небольшими размерами.

Проблему низкого качества звука в кассетном магнитофоне решил в 1969 г. американец Р. Долби. Он разработал систему, получившую его имя. Она представляла собой динамический экспандер и компрессор для определенного частотного диапазона. При записи повышался уровень высоких частот (1–2 кГц и выше). При воспроизведении уровень этих сигналов восстанавливался. Применение этой системы позволяло снизить собственные шумы лент и усилителей и устранить некоторые паразитные эффекты, например копирэффект.

Улучшению качества работы кассетных магнитофонов способствовало также создание высококачественных лент на хромоксидной и кобальтовой основах.

В 1979 году произошел очередной технологический прорыв: японская корпорация «Сони», производившая портативные магнитофоны, выпустила в продажу первый кассетный плеер «Walkman». Он позволял прослушивать запись через наушники. Для упрощения конструкции в плеере не было функции записи.

Его можно было носить в кармане или на поясе, оставляя руки свободными.

Основными деталями магнитофона являются головки стирания, записи и воспроизведения. Для упрощения в большинстве магнитофонов сейчас применяется универсальная головка, совмещающая запись и воспроизведение.

Головка представляет собой магнитный сердечник для концентрации магнитного потока и обмотки для подвода или снятия электрических сигналов. Со стороны, обращенной к ленте, сердечник имеет рабочий зазор – промежуток, заполненный немагнитным материалом, например бериллиевой бронзой. Он обеспечивает магнитную связь головки с лентой.

Ток, проходя через обмотку записывающей головки, образует вокруг сердечника магнитное поле. Поле намагничивает проходящую через него ленту. Если через обмотку проходит электрический ток, возникший вследствие воздействия звука на микрофон, то магнитное поле изменяется в зависимости от силы тока микрофона. Кроме тока записывающего сигнала магнитное поле записывающей головки образуется также током дополнительного смещения, поступающим из высокочастотного генератора. Дополнительное питание током высокой частоты называется подмагничиванием. Оно позволяет нейтрализовать искажения, производимые электрическими приборами магнитофона. Во время работы вокруг них образовывается сильное магнитное поле, оказывающее влияние на ленту и снижающее качество фонограммы. Подмагничивание повышает качество магнитной записи.

Разные участки ленты получают намагниченность различную по силе и направлению. При воспроизведении записи лента движется вдоль воспроизводящей головки с той же скоростью, что и при записи. При этом в обмотках головки возбуждается электрический ток, изменяющийся в зависимости от силы магнитного поля ленты. Воспроизведенный при этом сигнал поступает в усилитель, а от него – к динамику.

Стирание записи производится головкой стирания, соединенной с генератором высокой частоты. Ток, который создает этот генератор, пропускается через обмотки головки. Проходя через магнитное поле стирающей головки, лента многократно перемагничивается, в результате чего переходит в размагниченное состояние.

Движение ленты обеспечивается лентопротяжным механизмом. Его основными частями являются электродвигатель, ведущий вал и прижимной ролик. Лентопротяжный механизм магнитофона также обеспечивает ускоренную перемотку ленты в обоих направлениях и ее кратковременную остановку.

Несмотря на постоянное развитие звуковоспроизводящих устройств, магнитофоны остаются популярными во всем мире.

## Мельница

Мельница является первым устройством, использовавшим не мышечную энергию человека или животных, а энергию природных сил – воды и ветра.

Первыми были водяные мельницы, где происходило преобразование энергии водяного потока в энергию вращения. Это простейшее устройство состояло из основного колеса, двух цевочных колес и рабочего органа – двух жерновов: подвижного и неподвижного. Первые мельницы появились на горных речках и быстро распространились повсюду, где можно создать перепад воды.

Изобретение мельниц было встречено с восторгом: о мельницах слагали песни, поэты посвящали им оды.

В зависимости от высоты напора воды различаются три типа водяных колес: нижнебойные, среднебойные и наливные, или верхнебойные колеса. Постепенно, с развитием техники осуществлялся переход от нижнебойных колес к верхнебойным как более производительным.

Обычно мощность водяного колеса не превышала нескольких десятков киловатт, число оборотов водяного колеса было так же незначительно, примерно от 1 до 10 об/мин. В зависимости от конструкции водяного колеса коэффициент полезного действия его колебался в пределах от 0,3 до 0,75.

В XI–XII веках помол на ручных мельницах был повсеместно прекращен. Водяные мельницы в то время ставились не только на реках: на территории современного Ирака в Басре были построены мельницы в устьях каналов, питавшихся водой за счет приливов. Они приводились в движение водой, отступавшей во время прилива. В Месопотамии на Тигре действовали плавучие мельницы. Мельницы Мосула висели на железных цепях посреди реки.

Вначале основным назначением мельниц был помол зерна. Но в XII в. жернова были заменены так называемыми кулаками, предназначенными для выполнения совсем другой работы. В простейшем варианте на главном валу мельницы вместо цевочного колеса был жестко закреплен кулак, управлявший рабочим органом. В

XII–XIII веках появились сукновальные, железо– и бумагоделательные мельницы.

Постепенно начинали применять металл для валов и других деталей колеса; увеличивался его диаметр.

Стремление повысить мощность двигателя заставляло строить гидравлические установки больших размеров. Во Франции мастер Р. Салем под руководством А. де Виля соорудил в 1682 г. крупнейшую гидросиловую установку из 13 колес, диаметр которых достигал 8 м. Колеса, установленные на реке Сене, приводили в действие 235 насосов, поднимавших воду на высоту 163 м. Эта система, снабжавшая водой фонтаны королевских парков в Версале и Марли, получила у современников название «чудо Марли».

Больших успехов в области строительства гидротехнических сооружений добился русский изобретатель К. Д. Фролов на Колывано-Воскресенских рудниках Алтая. В 70-х годах XVIII в. на Алтае начали разработку серебряных руд, залегавших на более глубоких горизонтах. Используя ранее водоотливные подъемные машины, приводимые в движение вручную или конной тягой, не могли обеспечить откачку воды и подъем руды на поверхность. Для увеличения количества добываемой руды Фролов разработал проект строительства комплекса вододействующих установок. После длительной борьбы с чиновниками Горного ведомства К. Д. Фролову удалось добиться утверждения своих предложений. В течение 1783–1789 гг. он внедрил свой проект. Это было самое крупное гидротехническое сооружение XVIII века.

К. Д. Фролов построил плотину высотой 17,5 м, шириной по верху 14,5 м, в основании – 92 м, длиной 128 м, создававшую необходимый напор воды. По специальной штольне в 443 м и каналу длиной 96 м вода поступала на первое гидравлическое колесо диаметром 4,3 м, приводившее в движение пилу для распиловки древесины. Затем вода, разделялась на два потока: один шел к Преображенскому руднику, а другой по подземной выработке длиной 128 м подавался к рудоподъемному колесу Екатерининского рудника. Это колесо обеспечивало подъем руды с горизонтов 45 м, 77 м и 102 м. В течение одного часа с глубины 102 м поднимались 12 бадей весом 30 пудов каждая. Подъемная машина обслуживалась 12 рабочими.

В Афганистане ветряные мельницы впервые появились в IX в. Лопасты ветряного колеса располагались в вертикальной плоскости и были прикреплены к валу, который и приводил в действие верхний жернов. Почти одновременно с ветряными мельницами были изобретены и регулирующие устройства. Они были необходимы, поскольку крылья мельницы были связаны с жерновом практически напрямую и, следовательно, скорость его вращения очень зависела от капризов ветра. В Афганистане все мельницы и водочерпальные колеса приводились в движение господствующим северным ветром, поэтому ориентировались только по нему. На мельницах были устроены люки, которые открывались и закрывались, чтобы регулировать силу ветра.

В Европе ветряные мельницы появились в XII в., в основном в тех местах, где было недостаточно рек. По своей конструкции они отличались от водяных мельниц лишь положением движителя и главного вала.

Различают два вида ветряных мельниц. В первом при смене направления ветра поворачивается весь корпус мельницы, во втором – лишь головная часть.

Следует отметить, что ветряные мельницы, которые являются неотъемлемой частью пейзажа Голландии, предназначены не для помола зерна, а для откачки воды. Поэтому можно отметить, что изобретение, сделанное в Афганистане, помогло сохранить европейскую страну.

# Метрополитен

В середине XIX в. в крупных городах мира остро встала транспортная проблема. Население некоторых городов составляло 1 млн человек и более. Основным средством передвижения был транспорт на конной тяге. Кареты и омнибусы не справлялись с возросшим объемом перевозок. Улицы городов, построенные еще в XVI–XVIII вв., были узкими и не позволяли осуществлять оживленное движение.

Единственным выходом из данной ситуации было строительство дорог под улицами городов. Строительство первого метрополитена началось в Лондоне. Оно стало возможным благодаря изобретенному в 1814 г. английским инженером М. Брюнелем туннелепроходческому щиту. Образцом для его создания послужил морской моллюск-древоточец, пробуравивший отверстия в затонувших кораблях при помощи раковины.

В 1818 г. Брюнель получил патент на изобретение, представлявшее собой механическую копию древоточца, предназначенного для бурения туннелей. В дальнейшем по образцу этого изобретения были построены механизированные проходческие щиты.

В 1846 г. Ч. Пирсон создал свой проект подземной железной дороги и представил его Королевской комиссии по делам столичных железных дорог. Для его осуществления в 1853 г. создается компания North Metropolitan Railway. Именно она дала название новому виду транспорта. Слово «метрополитен» в переводе означает «столичный».

Строительство метрополитена началось в 1860 г. 10 января 1863 г. состоялось открытие первой линии лондонской подземки. Она соединяла станции Фаррингдон-Стрит и Паддингтон, между которыми находилось 5 промежуточных станций. Ее длина составляла 3,6 км. Общее время поездки – 33 минуты. Составы двигались при помощи паровозов. В вагонах было газовое освещение. 6 составов, состоящих из 4 вагонов, двигались с интервалом 15 минут. В первый день работы было перевезено 30 000 пассажиров.

Несмотря на то что поездка в метро проходила в туннелях, заполненных паровозным дымом, новый вид транспорта оправдал возложенные на него ожидания. В 1863 г. было принято решение о строительстве кольцевой линии лондонского метрополитена протяженностью 30 км. Она была открыта в 1884 г., на одной станции соединялась с первой линией.

В 1868 г. в Нью-Йорке была пущена первая линия надземной железной дороги, расположенной на металлических эстакадах. Сначала использовалась канатная тяга. В 1871 г. ее заменили на паровую, а в 1890 г. – на электрическую.

В 1890 г. первая электрифицированная линия появилась и в Лондоне. Оплата поездки не зависела от дальности и равнялась двум пенсам.

В 1896 г. первая линия метрополитена была запущена в Будапеште. Открытие парижского метрополитена было приурочено к началу промышленной выставки 1900 г. Впоследствии метрополитены появились в Мадриде, Афинах, Буэнос-Айресе, Токио и других городах. Нередко в одном и том же городе проектирование, строительство и эксплуатацию отдельных линий вели разные фирмы. Поэтому метро не представляло единой сети. Различные линии отличались шириной колеи и напряжением в электрической контактной сети.

Первые проекты московского метрополитена появились еще до Октябрьской революции, но они не были осуществлены из-за недостатка средств. В 1931 г. пленум ЦК ВКП (б) принял решение о начале его строительства. Для этого была создана организация «Метрострой». В 1932 г. началось строительство, в 1935 г. были пущены первые линии общей протяженностью 11,6 км с 13 станциями. Строительство московского метро не прекращалось даже в годы Великой Отечественной войны.

В 1960 г. была пущена первая линия Киевского метро. В Украине, кроме киевского, метрополитен есть еще в Харькове и Днепропетровске.

В современных городах на долю метрополитена приходится значительная часть пассажирских перевозок, превышающая долю остальных видов городского транспорта.

Кроме подземных и надземных линий существуют наземные линии метро, построенные в районах с небольшой плотностью застройки. На отдельных линиях метрополитена в Париже, Монреале, Мехико и Саппоро (Япония) построена специальная колея с бетонными дорожками для поездов на пневматических шинах.

Сети метрополитена могут быть: с независимым движением поездов по отдельным линиям (как в Советском Союзе), с переходом части поездов с одной линии на другую (Лондон, Нью-Йорк) и комбинированные. Расстояние между станциями может составлять 500–800 м (Берлин, Мадрид, Милан и др.) или 1–2 км в городах бывшего СССР. Кроме того, в ряде городов мира (Нью-Йорк, Париж, Сан-Франциско) есть линии скоростного метрополитена, где станции располагаются на расстоянии 3–6 км. Они соединяются переходами со станциями обычного метро.

Современные линии метрополитена проектируются и строятся с учетом расположения жилых районов и предприятий, созданием взаимосвязи с другими видами городского, пригородного и междугородного транспорта. На расположение туннелей метрополитена оказывают влияние инженерно-геологические условия данной местности. В зависимости от этого, а также от плотности застройки данного района, наличия подземных коммуникаций, бывают туннели мелкого (10–15 м) и глубокого (30–50 м) заложения.

Станции метро, расположенные на большой глубине, оборудованы эскалаторами для спуска и подъема пассажиров. Иногда вместо них применяются подъемники лифтового типа.

Строительство линии метрополитена начинается с геодезическо-маркшейдерских работ. В зависимости от глубины залегания и условий строительства применяют открытый и закрытый методы строительства.

Открытый метод применяется при сооружении туннелей мелкого заложения. При этом осуществляется вскрытие поверхности улицы, и туннельные конструкции возводятся в котловане. Движение наземного транспорта либо отводится в сторону, либо проходит по временному мосту через котлован. Подземные сооружения перекладываются или подвешиваются к крепям. Здания, расположенные в зоне строительства, укрепляют. Для перекрытия туннелей применяются стоечно-балочные или сводчатые конструкции, рассчитанные на

нагрузки от массы земли и движущегося по поверхности наземного транспорта. Стыки между бетонными звеньями туннеля изолируют и герметизируют, после чего туннели засыпают землей.

Закрытым методом могут сооружаться туннели как глубокого, так и мелкого заложения. Их сооружение начинается со строительства вертикальной шахты, идущей с поверхности земли до нужной глубины. В ней устанавливаются лифты-подъемники, применяющиеся для поднятия наверх выбранной породы и спуска необходимого оборудования и материалов. При достижении требуемой глубины от шахты в нужном направлении начинают прокладывать транспортный туннель. Его строительство ведется при помощи проходческого щита – металлического цилиндра, диаметр которого равен диаметру будущего туннеля. В головной части щита находится кольцевой нож из литой стали. Его продвижение вперед осуществляется при помощи гидравлических домкратов-толкателей. Твердые породы предварительно разрыхляются врубовыми машинами, отбойными молотками или взрывами. В хвостовой части проходческого щита монтируются тубинги – металлические или железобетонные цилиндрические звенья, свинчивающиеся вместе. Они принимают на себя давление горных пород и предохраняют туннели от обвалов.

Если туннели проходят через водоносные слои, строители применяют специальные методы. Это применение кессонов – специальных камер, в которые для предотвращения поступления воды нагнетают сжатый воздух, замораживание грунтов с последующим бетонированием, водопонижение, химическое закрепление грунтов.

После установки тубингов начинается прокладка железнодорожных путей, состоящих из двух ходовых и одного контактного рельса, монтаж вентиляционной системы, автоматических устройств сигнализации. На последнем этапе происходит благоустройство вестибюлей станций и отладка всех систем метрополитена.

Метрополитен помог разрешить кризис, связанный с увеличением пассажирских перевозок в больших городах. Сейчас их трудно представить без сияющих букв М или S.

# Микроскоп

Глаз человека устроен так, что не может разглядеть предмет, размеры которого не превышают 0,1 мм. В природе же существуют объекты, чьи размеры намного меньше. Это микроорганизмы, клетки живых тканей, элементы структуры веществ и многое другое.

Еще в античные времена для улучшения зрения применялись шлифованные природные кристаллы. С развитием стеклоделия стали изготавливать стеклянные чечевицы – линзы. Р. Бекон в XIII в. советовал людям со слабым зрением класть на предметы выпуклые стекла для того, чтобы их лучше рассмотреть. В это же время в Италии появились очки, состоявшие из двух соединенных линз.

В XVI в. мастера в Италии и Нидерландах, изготавливавшие очковые стекла, знали о свойстве системы из двух линз давать увеличенное изображение. Одно из первых таких устройств изготовил в 1590 г. голландец З. Янсен.

Несмотря на то что увеличительная способность сферических поверхностей и линз была известна еще в XIII в., до начала XVII в. никто из естествоиспытателей даже не пытался применить их для наблюдения мельчайших предметов, недоступных невооруженному человеческому глазу.

Слово «микроскоп», произошедшее от двух греческих слов – «маленький» и «смотрю», ввел в научный обиход член академии «Dei Lincei» (рысеглазых) Десмикиан в начале XVII века.

В 1609 г. Галилео Галилей, изучая сконструированную им зрительную трубу, использовал ее и в качестве микроскопа. Для этого он изменял расстояние между объективом и окуляром. Галилей первым пришел к выводу, что качество изготовления линз для очков и для зрительных труб должно быть различным. Он создал микроскоп, подбирая такое расстояние между линзами, при котором увеличивались не удаленные, а близко расположенные предметы. В 1614 г. Галилей рассматривал при помощи микроскопа насекомых.

Ученик Галилея Э. Торричелли перенял у своего учителя искусство шлифовки линз. Кроме изготовления зрительных труб Торричелли конструировал простые микроскопы, состоявшие из одной

крошечной линзы, которую он получал из одной капли стекла, расплавляя над огнем стеклянную палочку.

В XVII в. были популярны простейшие микроскопы, состоявшие из лупы – двояковыпуклой линзы, закрепленной на подставке. На подставке укреплялся и предметный столик, на котором размещался рассматриваемый объект. Внизу под столиком находилось зеркало плоской или выпуклой формы, которое отражало солнечные лучи на предмет и подсвечивало его снизу. Для улучшения изображения лупа перемещалась относительно предметного столика при помощи винта.

В 1665 г. англичанин Р. Гук при помощи микроскопа, в котором использовались маленькие стеклянные шарики, открыл клеточное строение животных и растительных тканей.

Современник Гука голландец А. ван Левенгук изготавливал микроскопы, состоявшие из небольших двояковыпуклых линз. Они давали 150–300-кратное увеличение. При помощи своих микроскопов Левенгук исследовал строение живых организмов. В частности, он открыл движение крови в кровеносных сосудах и красные кровяные тельца, сперматозоиды, описал строение мышц, чешуйки кожи и многое другое.

Левенгук открыл новый мир – мир микроорганизмов. Он описал множество видов инфузорий и бактерий.

Много открытий в области микроскопической анатомии сделал голландский биолог Я. Сваммердам. Наиболее подробно он исследовал анатомию насекомых. В 30-е гг. XVIII в. он выпустил богато иллюстрированный труд под названием «Библия природы».

Методы расчета оптических узлов микроскопа разработал швейцарец Л. Эйлер, работавший в России.

Наиболее распространенная схема микроскопа следующая: исследуемый предмет помещается на предметном столике. Над ним располагается устройство, в котором смонтированы линзы объектива и тубус – трубка с окуляром. Наблюдаемый предмет освещается с помощью лампы или солнечного света, наклонного зеркала и линзы. Диафрагмы, установленные между источником света и предметом, ограничивают световой поток и уменьшают в нем долю рассеянного света. Между диафрагмами установлено зеркало, изменяющее направление светового потока на  $90^\circ$ . Конденсор концентрирует на предмете пучок света. Объектив собирает лучи, рассеянные предметом

и образует увеличенное изображение предмета, рассматриваемое при помощи окуляра. Окуляр работает как лупа, давая дополнительное увеличение. Пределы увеличения микроскопа от 44 до 1500 раз.

В 1827 г. Дж. Амичи применил в микроскопе иммерсионный объектив. В нем пространство между предметом и объективом заполнено иммерсионной жидкостью. В качестве такой жидкости применяются различные масла (кедровое или минеральное), вода или водный раствор глицерина и др. Такие объективы позволяют увеличить разрешающую способность микроскопа, улучшить контрастность изображения.

В 1850 г. английский оптик Г. Сорби создал первый микроскоп для наблюдения объектов в поляризованном свете. Такие аппараты применяются для изучения кристаллов, образцов металлов, животных и растительных тканей.

Начало интерференционной микроскопии было положено в 1893 г. англичанином Дж. Сирксом. Ее суть в том, что каждый луч, входя в микроскоп, раздваивается. Один из полученных лучей направляется на наблюдаемую частицу, второй – мимо нее. В окулярной части оба луча вновь соединяются, и между ними возникает интерференция. Интерференционная микроскопия позволяет изучать живые ткани и клетки.

В XX в. появились различные виды микроскопов, имеющие разное назначение, конструкцию, позволяющие изучать объекты в широких диапазонах спектра.

Так, в инвертированных микроскопах объектив располагается под наблюдаемым объектом, а конденсор – сверху. Направление хода лучей изменяется при помощи системы зеркал, и в глаз наблюдателя они попадают, как обычно – снизу вверх. Эти микроскопы предназначены для изучения громоздких предметов, которые трудно расположить на предметных столиках обычных микроскопов. С их помощью исследуют культуры тканей, химические реакции, определяют точки плавления материалов. Наиболее широко такие микроскопы применяются в металлографии для наблюдения за поверхностями металлов, сплавов и минералов. Инвертированные микроскопы могут оснащаться специальными устройствами для микрофотографирования и микрокиносъемки.

На люминесцентных микроскопах устанавливаются сменные светофильтры, позволяющие выделить в излучении осветителя ту часть спектра, которая вызывает люминесценцию исследуемого объекта. Специальные фильтры пропускают от объекта только свет люминесценции. Источниками света в таких микроскопах служат ртутные лампы сверхвысокого давления, излучающие ультрафиолетовые лучи и лучи коротковолнового диапазона видимого спектра.

Ультрафиолетовые и инфракрасные микроскопы служат для исследования областей спектра, недоступного человеческому глазу. Оптические схемы аналогичны схемам обычных микроскопов. Линзы этих микроскопов изготовлены из материалов, прозрачных для ультрафиолетовых (кварц, флюорит) и инфракрасных (кремний, германий) лучей. Они снабжены фотокамерами, фиксирующими невидимое изображение и электронно-оптическими преобразователями, превращающими невидимое изображение в видимое.

Стереомикроскоп обеспечивает объемное изображение объекта. Это собственно два микроскопа, выполненные в единой конструкции таким образом, что правый и левый глаза наблюдают объект под разными углами. Они нашли применение в микрохирургии и сборке миниатюрных устройств.

Микроскопы сравнения представляют собой два обычных объединенных микроскопа с единой окулярной системой. В такие микроскопы можно наблюдать сразу два объекта, сравнивая их визуальные характеристики.

В телевизионных микроскопах изображение препарата преобразуется в электрические сигналы, воспроизводящие это изображение на экране электронно-лучевой трубки. В этих микроскопах можно изменять яркость и контраст изображения. С их помощью можно изучать на безопасном расстоянии объекты, опасные для рассмотрения с близкого расстояния, например радиоактивные вещества.

Лучшие оптические микроскопы позволяют увеличить наблюдаемые объекты примерно в 2000 раз. Дальнейшее увеличение невозможно, поскольку свет огибает освещаемый объект, и если его размеры меньше, чем длина волны, такой объект становится

невидимым. Минимальный размер предмета, который можно разглядеть в оптический микроскоп – 0,2–0,3 микрометра.

В 1834 г. У. Гамильтон установил, что существует аналогия между прохождением световых лучей в оптически неоднородных средах и траекториями частиц в силовых полях. Возможность создания электронного микроскопа появилась в 1924 г. после того, как Л. Де Бройль выдвинул гипотезу, что всем без исключения видам материи – электронам, протонам, атомам и др. присущ корпускулярно-волновой дуализм, то есть они обладают свойствами как частицы, так и волны. Технические предпосылки для создания такого микроскопа появились благодаря исследованиям немецкого физика Х. Буша. Он исследовал фокусирующие свойства осесимметричных полей и в 1928 г. разработал магнитную электронную линзу.

В 1928 г. М. Кнолль и М. Руска приступили к созданию первого магнитного просвечивающего микроскопа. Три года спустя они получили изображение объекта, сформированного при помощи пучков электронов. В 1938 г. М. фон Арденне в Германии и в 1942 г. В. К. Зворыкин в США построили первые растровые электронные микроскопы, работающие по принципу сканирования. В них тонкий электронный пучок (зонд) последовательно перемещался по объекту от точки к точке.

В электронном микроскопе, в отличие от оптического, вместо световых лучей используются электроны, а вместо стеклянных линз – электромагнитные катушки или электронные линзы. Источником электронов для освещения объекта является электронная «пушка». В ней источником электронов является металлический катод. Затем электроны собираются в пучок с помощью фокусирующего электрода и под действием сильного электрического поля, действующего между катодом и анодом, набирают энергию. Для создания поля к электродам прикладывается напряжение до 100 киловольт и более. Напряжение регулируется ступенеобразно и отличается большой стабильностью – за 1–3 минуты оно изменяется не более чем на 1–2 миллионные доли от исходного значения.

Выходя из электронной «пушки», пучок электронов с помощью конденсорной линзы направляется на объект, рассеивается на нем и фокусируется объектной линзой, которая создает промежуточное изображение объекта. Проекционная линза вновь собирает электроны

и создает второе, еще более увеличенное изображение на люминесцентном экране. На нем под действием ударяющихся в него электронов возникает светящаяся картина объекта. Если поместить под экраном фотопластинку, то можно сфотографировать это изображение.

Все вышеперечисленные узлы электронного микроскопа объединяются в общую конструкцию – колонну. Внутри колонны на всем пути электронов поддерживается вакуум с давлением до  $10^{-7}$  Па. Это необходимо для того, чтобы электроны не рассеивались на постороннем веществе – атомах и молекулах газа – во избежание искажения изображения. В основании микроскопа размещаются стабильные источники электрического тока. Здесь же размещается пульт управления микроскопом.

Полное увеличение электронного микроскопа равняется произведению увеличений объективной и проекционной линз. Наблюдаемый объект увеличивается в 20 000–40 000 раз. Электронные микроскопы позволяют получать изображение объектов размером до  $2-3 \cdot 10^{-8}$  м.

# Музыкальные инструменты

Музыка является важнейшей частью человеческой культуры. Она сопровождает человека от рождения и до смерти.

Наиболее ранними считаются ударные инструменты. Они возникли у первобытных народов, сопровождавших свои пляски ударами камней или кусков дерева друг о друга. Подобным образом происходит извлечение звуков у современных кастаньет, которые напоминают по форме раковины и соединяются попарно шнурками или деревянными рукоятками. Первые кастаньеты изготавливались из каштана, отсюда и название. Сейчас кастаньеты изготавливаются из твердых пород дерева: черного, самшита, кокосовой пальмы.

Было замечено, что звук можно сделать более гулким и сильным, натянув кожу на полый деревянный или глиняный предмет. Так появились предки современных барабанов и литавр.

Современный барабан представляет собой полый корпус или раму, на которые с одного или обеих сторон натянута кожа. Звук извлекается ударом по мембране или трением. В современных оркестрах применяют большой и малый барабаны. На большом играют колотушкой с мягким наконечником. Малый имеет более низкий корпус, поверх нижней мембраны натянуты струны, делающие звук сухим и трескучим. На нем играют двумя деревянными палочками с утолщениями на концах.

Первые литавры представляли собой полый сосуд, отверстие которого затянуто кожей. Они были распространены в Индии, Африке, у славянских народов. От них произошли современные литавры, ставшие еще в XVII в. первыми ударными инструментами в оркестре. Сейчас литавры представляют собой большие медные котлы, верх которых затянут кожей. Высоту звука можно регулировать, изменяя натяжение кожи при помощи винтов. На литаврах играют палочками, обтянутыми войлоком.

Бубен представляет собой обруч с погремушками, с одной стороны на него натянута кожа, с другой могут быть прикреплены струны с бубенчиками. На нем играют, потряхивая или ударя по коже и обручу.

Одним из самых древних инструментов являются тарелки. Это плоские металлические пластинки, звук из которых извлекаются ударом друг о друга, палочкой от барабана, металлической метелкой.

Треугольник сделан из стального прута. Он подвешивается к пульту, и по нему ударяют металлической палочкой.

Если вышеперечисленные ударные инструменты обычно имеют одну высоту звука, то ксилофоны и колокольчики могут издавать различный по высоте звук. Ксилофон представляет собой набор деревянных брусков. На них играют при помощи деревянных палочек. Ксилофон издает сухой звонкий щелкающий звук. Его диапазон – от «до» первой до «до» четвертой октавы.

Колокольчики – набор металлических пластин разной формы, закрепленных на деревянных брусках. На них можно играть палочками или молоточками. Иногда в них используется клавиатура.

Струнные инструменты произошли от охотничьего лука. Постепенно к одной струне-тетиве стали добавлять другие разной длины и толщины, натягивавшиеся с различной силой. Это позволяло извлекать звуки разной высоты.

Примером такого музыкального инструмента является лира, которая была известна еще в Древнем Египте и Греции. Она состояла из фигурной изогнутой рамы, скрепленной сверху переключиной, к которой тянулись струны. Лиру держали левой рукой, в правой держали плектр, которым извлекались звуки. Родственным лире инструментом была кифара.

Современным представителем этой линии струнных инструментов является арфа. Она появилась еще в древности, была популярна в Древнем Египте, Финикии, Греции, Риме. В Средние века она получила огромное распространение в Европе. Под аккомпанемент переносной арфы исполняли свои сказания ирландские сказители. Неслучайно ее изображение вошло в герб Ирландии.

Постепенно арфа стала инструментом аристократов. Ее богато украшали. Играли на ней, как правило, женщины. Сейчас арфа используется как солирующий инструмент и как один из инструментов в оркестре. Она имеет 45–47 струн, натянутых на треугольную металлическую раму. Укорачивая струны при помощи 7 педалей, на арфе можно извлечь все звуки от «ре» контроктавы до «фа» четвертой октавы.

Позже было замечено, что струны, натянутые на полый ящик, издают более красивый звук. Ящики стали делать различной формы, применяя разные способы крепления к нему струн. Так возникли инструменты, каждый из которых имел свой неповторимый тембр. Эти инструменты издавали короткий звук. Затем для получения протяжного звука стали использовать смычок – палочку с натянутым на нее пучком конского волоса, которым вели по струне. Звучание струны длилось, пока по ней водили смычком.

Первым музыкальным инструментом с ящиком-резонатором был ныне забытый монохорд, что в переводе с древнегреческого означает «однострун». Его создал Пифагор для опытов со струнами. Это был не музыкальный инструмент, а прибор. Монохорд имел простую конструкцию: вдоль длинной коробки была натянута струна, под которой была подвижная подставка. Пифагор, проводя опыты, двигал подставку, останавливая ее под струнами в разных местах. Струна при этом как бы делилась на две части – равные или неравные. Если подставка стояла точно посередине, то части получались одинаковые и звучали одинаково. А если подставка сдвигалась, то отрезки струны получались разные и звучали – один выше, а другой ниже.

Позже появились полихорды, имевшие несколько струн. Различные способы извлечения звуков дали начало различным струнным инструментам.

Одним из наиболее распространенных раньше струнных щипковых инструментов была лютня. Она появилась еще в античности, затем была очень популярна у арабов, благодаря которым она и попала в средневековую Европу.

Лютня состояла из большого полукруглого корпуса и широкого грифа с колками для натяжения струн. Нижняя дека – выпуклая часть корпуса – для красоты украшалась кусочками черного дерева или слоновой кости. В центре верхней деки был вырез в виде звезды или розы. Некоторые большие лютни – архилютни – имели три таких выреза. Количество струн у лютни было в пределах от 6 до 16. Все они, кроме двух самых высоких, были удвоенными в унисон или октаву.

Играли на лютне сидя, положив ее на левое колено. Правой рукой щипывали струны, одновременно фиксируя их на грифе левой рукой, удлиняя их или укорачивая.

Лютня использовалась как сольный инструмент и для сопровождения. Лютни больших размеров звучали в ансамблях и оркестрах.

Еще одним распространенным щипковым инструментом является гитара.

Ее история уходит в глубокую древность. На египетских памятниках встречаются изображения музыкального инструмента, наблы, внешним видом напоминающего гитару. С течением времени этот инструмент эволюционировал и видоизменялся. В XIII в. существовало два вида гитар: мавританская и латинская гитары. Мавританская имела овальную форму, и играли на ней преимущественно плектром, что придавало ее звучанию резкость. Латинская гитара имела более сложную форму. Мягкое звучание сделало ее популярной у любителей утонченной музыки. Именно латинская гитара стала близкой предшественницей современной классической гитары.

В XVI в. широкое распространение получил инструмент, по внешнему виду и приемам игры близкий к гитаре – виуэла. Она обладала более узким и выпуклым корпусом и была популярной в высших слоях испанского общества. На виуэлах аккомпанировали пению, играли соло и дуэтом, исполняли вариации, фантазии, танцы, пьесы.

Вплоть до середины XVIII в. гитара сохраняла свои первоначальные черты. Она имела 9 струн, составлявших 5 рядов. С 1770 г. европейские мастера постепенно изменяли этот инструмент. Появились гитары с одинарными струнами, строй стал фиксированным и сохранился вплоть до нашего времени.

Испания не сразу приняла эти новшества. Там мастера стали создавать инструменты с шестью двойными струнами. Затем самобытное испанское направление влилось в русло европейской традиции. Форму современной классической гитары создал испанский мастер Торрес, живший в середине XIX века.

В Испании была наиболее распространена шестиструнная гитара, которая стала и сольным инструментом. В России большей популярностью пользовалась семиструнная гитара, наиболее удобная для вокального аккомпанемента.

Еще одна разновидность гитары – гавайская – имеет 6 струн, под которыми натянута кожа. На ней играют плектром. Гавайская гитара имеет мягкий тянущийся звук.

Развитие смычковых струнных инструментов привело к появлению целого семейства виол. В зависимости от размера различали дискантовую, альтовую, теноровую, большую басовую, контрабасовую виолы. С увеличением размера понижалась высота звука, издаваемого виолами. Он отличался нежностью, мягким матовым тембром, но слабой силой. Все виолы имели корпус с ярко выраженной «талией» и покатыми «плечами». При игре их держали вертикально на коленях или между коленями.

В конце XV в. появилась скрипка. Она обладала более сильным звуком и большими исполнительскими возможностями, чем ее предшественницы, и вскоре вытеснила их. В конце XVI в. наиболее известные скрипичные мастера жили в итальянском городе Кремона. Они принадлежали к семействам Амати, Страдивари и Гварнери. Качество их инструментов до сих пор не превзойдено.

Корпус скрипки плавно заокруглен и имеет тонкую «талию». На верхней деке находятся вырезы, имеющие форму латинской буквы f – эфы. На звук скрипки влияют размер корпуса, его форма и даже лак, которым он покрыт. К корпусу прикреплен гриф, заканчивающийся завитком. Перед завитком в желобке находятся отверстия, в которые вставлены колки. Они натягивают струны, которые с другой стороны плотно закреплены у подгрифка. В середине корпуса между эфами закреплена подставка, через которую проходят 4 струны. Они настроены на ноты «ми», «ля», «ре» и «соль».

Диапазон скрипки находится в пределах от «соль» малой до «соль» четвертой октавы. Скрипач изменяет высоту звука, прижимая пальцами левой руки струну к грифу. Для удобства игры он кладет скрипку на левое плечо, придерживая ее подбородком. Звук извлекается при помощи смычка, находящегося в правой руке музыканта.

Смычок состоит из трости или древка, на нижнем конце которого закреплена колодочка. Она служит для натягивания волоса.

Скрипка звучит до тех пор, пока смычок скользит по струне. Это позволяет исполнять на скрипке длинные плавные мелодии. Одновременно можно играть только на двух струнах скрипки,

поскольку струны расположены на полукруглой подставке. Для того чтобы взять аккорд одновременно на трех или четырех струнах, применяют прием арпеджиато, беря звуки один за другим, скользя по струнам смычком. Кроме этого иногда защипывают струны скрипки пальцами. Такой прием называется пиццикато.

Кроме скрипки смычковыми инструментами являются альт, виолончель и контрабас. Они отличаются лишь размерами, а форму, в основном, унаследовали от виолы. Во время игры альт держат горизонтально, а виолончель и контрабас – вертикально, упирая в пол специальной подставкой. Самым низким звуком среди смычковых обладает контрабас. Он может брать «ми» контроктавы.

В Средние века появились струнные инструменты, в которых звук извлекался при помощи клавиш.

Первым таким инструментом был клавикорд, появившийся в XII в. Он представлял собой прямоугольный ящик, на одной стороне которого размещалась клавиатура. Играющий нажимал на клавиши, приводившие в движение металлические пластинки – тангеты. Те, в свою очередь, касались струн, которые при прикосновении начинали звучать.

Другой струнный клавишный инструмент – клавесин – был изобретен в Италии в XV в. В нем при нажатии на клавишу двигались деревянные рычажки, на конце одного из которых был укреплен черенок вороньего пера. Перо зацепляло струну, и раздавался звук. Такой механизм был присоединен к каждой струне. Струны клавесина располагались параллельно клавишам, а не перпендикулярно, как у клавикорда. Его звучание было суховатым, стеклянным. Главный недостаток клавесина заключался в том, что сила звука у него всегда оставалась одинаковой и не зависела от силы удара по клавише.

Поворотным моментом в истории европейской культуры стало изобретение в начале XVIII в. фортепиано. Оно полностью изменило характер музыкальной культуры западной цивилизации.

На рубеже XVII–XVIII вв. появилась потребность в новом клавишном инструменте, не уступавшему по выразительности скрипке.

В 1709 г. итальянец Б. Кристофори, смотритель музыкального музея семейства Медичи, изобрел первое фортепиано. Он назвал его «gravicembalo col piano e forte», что означает «клавишный инструмент,

играющий нежно и громко». Затем название сократилось до «фортепиано». На первый взгляд он мало чем отличался от клавесина. Но в этом инструменте было одно новшество. Кристофори так изменил механику, что от силы удара по клавише зависела и сила звука. Фортепиано Кристофори состояло из клавиши, войлочного молоточка и специального возвращателя. У него не было ни демпферов, ни педалей. Удар по клавише заставлял молоток ударять по струне, вызывая ее вибрацию, совсем не похожую на вибрацию струн у клавесина или клавикорда. Возвращатель позволял молоточку идти назад, а не оставаться прижатым к струне, что заглушало бы вибрацию струны. Позднее был изобретена двойная репетиция, позволившая молоточку опускаться наполовину, что очень помогало в исполнении трелей и быстро повторяющихся нот. Рама у фортепиано Кристофори была деревянной.

Самое замечательное в фортепиано – это способность резонировать и динамический диапазон. Деревянный корпус и стальная рама, изобретенная в XIX в., позволяют инструменту достигать почти колокольного звучания на форте.

Другое отличие фортепиано от его предшественников – это способность звучать не только тихо и громко, но и менять силу звука внезапно или постепенно.

Славу одного из самых совершенных музыкальных инструментов рояль завоевал далеко не сразу. Его соперником долго оставался клавесин, давно получивший признание. Композиторы создали множество прекрасных сочинений для клавесина. К его изящному звучанию уже был приучен и слух музыкантов, и слух публики. А удары молоточка по струнам фортепиано казались непривычными и грубоватыми.

Для того чтобы перестроить слух музыкантов и любителей музыки с клавесинного звучания на фортепианное, понадобилось около ста лет.

В XIX в. сложились два основных вида фортепиано: горизонтальный – рояль с корпусом в виде крыла и вертикальный – пианино. Рояль стал концертным инструментом и применяется там, где нужна полная громкость. Пианино ставят там, где большой рояль не поместится и можно обойтись меньшей силой звука.

Третий вид музыкальных инструментов – духовые – ведут свое происхождение от раковин, рога, тростника. Звук возникает в них благодаря колебанию воздуха в полой трубке. Первыми духовыми инструментами были зурна, дудка, свирель, рожок, флейта.

Современные духовые инструменты делятся на деревянные и медные. Они могут быть прямыми и сравнительно короткими, другие – длинные и «свернутые» для удобства. И форма инструмента, и материал, из которого он сделан, определяют его тембр. В отличие от клавишных и струнных, духовые инструменты одноголосны.

К деревянным духовым инструментам относятся флейта, гобой, кларнет, фагот. Они делятся на флейтовые (все виды флейт) и язычковые.

Флейта возникла из тростниковой дудки с отверстиями. Сначала она была продольной, и ее держали вертикально. Позже появилась поперечная флейта, которую держат горизонтально. Этот вид флейты, усовершенствованный немцем Т. Бемом, постепенно вытеснил продольную. Диапазон флейты: от «до» первой до «до» четвертой октавы. Нижний регистр глуховатый и мягкий, средний и часть верхнего имеют нежный и певучий тембр, самые высокие звуки – пронзительные и свистящие.

Предшественниками медных духовых инструментов были сигнальные трубы, применявшиеся в бою, на охоте, во время торжественных церемоний. Валторна, труба, туба, тромбон, корнет издают резкие, сильные звуки. Наиболее низкий звук имеет туба. Появление в начале XIX в. вентильной механики расширило возможности медных духовых инструментов, позволило воспроизводить на них любую музыку.

Новую разновидность деревянных духовых инструментов создал в 1842 г. бельгиец А. Сакс. Этот инструмент он назвал саксофоном. Саксофон, названный так по имени изобретателя, представляет собой духовой инструмент, снабженный девятнадцатью клапанами. На нем играют не как на других медных мундштучных инструментах, а с помощью мундштука, подобного мундштуку бас-кларнета. Саксофон делается из серебра или особого сплава, но относится к деревянным инструментам.

Самым большим музыкальным инструментом является орган. Это духовой инструмент, на котором играют при помощи клавишей. Он

обязан своим происхождением флейте Пана – нескольким тростниковым дудочкам разной длины, связанным вместе. Позже воздух стали нагнетать при помощи мехов. Затем для этого стали применять водяной пресс. Трубы стали делать сначала из дерева, а затем из металла. Над клавиатурой органа находятся регистровые ручки. Каждой клавише соответствуют несколько десятков или сотен труб, издающих звук одной высоты, но разного тембра. Переключая регистровые ручки, можно изменять звук органа, делая его похожим на звуки различных инструментов.

Органы долгое время устанавливали в католических соборах. Лучшие органисты, например И.-С. Бах, служили в церкви. Позднее органы стали размещать в специальных органных залах.

В XX в. появились электронные музыкальные инструменты. Первый из них – терменвокс – был изобретен в 1920 г. советским инженером Л. Терменом. В нем звук создавался при помощи электронного генератора звуковых частот, усиленных усилителем и преобразованных громкоговорителем. Высота и сила звука изменялись при помощи вертикального металлического стержня, скрепленного с металлической дугой. Исполнитель управлял инструментом, изменяя положение ладоней: одной – вблизи стержня менялась высота звука, другой – вблизи дуги – громкость. Тембр звука определялся режимом работы генератора.

Электрические инструменты делятся на собственно электроинструменты и адаптированные, т. е. обычные инструменты, снабженные усилителем звука (например электрогитара).

# Наркоз

Слово «наркоз» произошло от греческого слова, означающего «оцепенение», «онемение».

Наркоз необходим для блокирования болевых сигналов, идущих от пораженных органов в мозг. Слишком мощный сигнал может настолько перевозбудить один участок мозга, что разладится работа остальных. В результате может произойти остановка сердца или дыхания.

Наркоз ведет свою историю от обезболивания, применявшегося при хирургических операциях в Ассирии, Египте, Индии, Китае и других странах Древнего мира. Первые обезболивающие вещества изготавливались из растений и применялись в виде настоев, отваров и «сонных губок», пропитанных соком белены, конопли, опиума, цикуты. Губку смачивали в настойке или поджигали, в результате чего образовывались пары, усыплявшие больных. Кроме того, обезболивание вызывали, сдавливая сосуды шеи и конечностей, выпуская большое количество крови, давая пациенту вино или спирт, применяя холод.

В XII в. в Болонском университете было собрано около 150 рецептов обезболивающих средств. Примерно в 1200 г. Р. Луллий открыл эфир, обезболивающие средства которого описал в 1540 г. Парацельс.

Несмотря на эти исследования, при проведении операций, для того чтобы вызвать потерю сознания, зачастую применяли деревянный молоток-киянку, которым пациента били по голове.

В начале XIX в. английский ученый Г. Деви случайно вдохнул большую дозу закиси азота  $N_2O$ . При этом он ощутил чрезвычайное возбуждение и опьянение, затанцевал, словно сумасшедший. Узнав о свойствах «веселящего газа», в лабораторию Деви стали приходиться респектабельные леди и джентльмены, чтобы подышать удивительным веществом. Веселящий газ действовал по-разному: одни прыгали по столам и стульям, другие говорили без умолку, третьи лезли в драку.

В 1844 г. американский зубной врач Х. Уэллс использовал наркотическое действие закиси азота для обезболивания. Сначала он

попросил своих ассистентов вырвать у него зуб, используя в качестве наркоза этот газ. При этом он совсем не ощутил боли. В дальнейшем он испробовал этот наркоз на своих пациентах, но публичная демонстрация удаления зуба закончилась провалом: пациент громко закричал то ли от боли, то ли при виде медицинских инструментов. Неудача и насмешки довели стоматолога-новатора до самоубийства.

16 октября 1846 г. Н. И. Пироговым впервые была произведена полостная хирургическая операция под полным эфирным наркозом. В ходе ее было осуществлено полное обезболивание, расслаблены мышцы, исчезли рефлексы. Больной был погружен в глубокий сон, потеряв чувствительность.

14 февраля 1847 г. Н. И. Пирогов сделал первую операцию под эфирным наркозом во 2-м военно-сухопутном госпитале.

Испытав эфиризацию (эфирный наркоз) на здоровых людях, повторно на самом себе, и располагая материалом после 50 операций под эфирным наркозом (используя его в госпитальной и частной практике), Пирогов решил применить эфирный наркоз непосредственно при оказании хирургической помощи на поле сражения.

В этом же году Пирогов осуществил интрахеальный наркоз – введение обезболивающего непосредственно в дыхательное горло.

8 июля 1847 г. Пирогов уезжает на Кавказ, где шла война с горцами, с целью проверить действие эфирного наркоза как обезболивающего средства в больших масштабах. По пути в Пятигорске и Темир-Хан-Шуре Пирогов знакомил врачей со способами эфиризации и провел ряд операций под наркозом. В Оглах, где не было отдельного помещения для операций, Пирогов стал специально оперировать в присутствии других раненых, чтобы убедить их в болеутоляющем действии эфирных паров. Благодаря наглядному примеру другие раненые также безбоязненно подвергались наркозу. Прибыв в Самуртский отряд, Пирогов в примитивном «лазарете» провел около 100 операций. Таким образом, Пирогов первым в мире применил эфирный наркоз на поле сражения. За год Пирогов сделал около 300 операций под эфирным наркозом (всего в России с февраля 1847 г. по февраль 1848 г. их было произведено 690).

4 ноября 1847 г. шотландский врач Дж. Симпсон провел первую операцию под хлороформным усыплением. Первые операции под

хлороформным наркозом в России осуществили: 8 декабря 1847 г. Лоссиевский в Варшаве, 9 декабря 1847 г. Поль в Москве, 27 декабря 1847 г. в Санкт-Петербурге в клинике Пирогова.

Пирогов энергично внедрил наркоз в клиническую практику. Он непрерывно работал над усовершенствованием методики и техники наркотизации. Пирогов предложил ректальный способ наркоза (введение эфира в прямую кишку). Для этого великий хирург сконструировал специальный аппарат и улучшил конструкцию существовавших ингаляционных аппаратов.

Изучая эфирный наркоз, Пирогов также вводил эфир в сонную и бедренную артерии, во внутреннюю яремную вену, бедренную и воротную вены. На основании экспериментальных данных Пирогов пришел к выводу, что при впрыскивании жидкого эфира в вену наступает мгновенная смерть.

Метод внутривенного наркоза чистым эфиром не получил распространения. Однако идея Пирогова о возможности введения наркотического средства непосредственно в кровь была претворена в жизнь русскими учеными Н. П. Кравковым и С. П. Федоровым, которые в начале XX в. предложили вводить непосредственно в вену снотворное гедонал.

Вместе с общим наркозом развивалось местное обезболивание. Для этого использовали втирание различных веществ, сдавливание нервных стволов и т. п.

В 1859 г. был открыт кокаин – алкалоид листьев кокаинового куста. Исследования показали, что он обладает обезболивающими свойствами. В 1884 г. русский врач В. К. Анреп предложил использовать кокаин в качестве анестезирующего средства, а в 1884 г. австриец Келлер применил кокаиновое обезболивание при операциях на глазах. Но к сожалению, при длительном приеме кокаин вызывал болезненное привыкание.

Новый этап в местном обезболивании начался с появлением новокаина, созданного на основе кокаина, но не вызывающего привыкания. С введением в практику растворов новокаина стали развиваться различные способы местного обезболивания: инфильтрационная, проводниковая и спинно-мозговая анестезия.

В первой половине XX в. анестезия, наука об обезболивании, стала самостоятельным разделом медицины. Она занимается

подготовкой больного к операции, проведением наркоза и наблюдением во время операций и в послеоперационный период.

При проведении наркоза осуществляется контроль за состоянием больного при помощи электроэнцефалографии и наблюдения за пульсом и артериальным давлением. Важным этапом является выход из наркоза, поскольку рефлексы у больных восстанавливаются постепенно и возможны осложнения.

Применение наркоза позволило осуществлять операции на сердце, легких, головном и спинном мозге, ранее невозможные из-за мощного болевого шока. Поэтому врач-анестезиолог не менее важен, чем хирург.

## Обработка металлов

Металлы были знакомы человеку начиная с глубокой древности. Об истории применения железа рассказано в отдельной статье.

Здесь же мы расскажем об истории использования различных металлов, как «ветеранов», так и открытых сравнительно недавно.

Первым металлом, который стал использоваться человеком как в чистом виде, так и в сплавах, была медь. Еще в каменном веке, занимаясь поиском подходящих пород, люди стали использовать медные самородки для изготовления мелких изделий путем холоднойковки. Позже их стали ковать, предварительно отжигая.

Холодной ковкой можно было придать форму лишь небольшим предметам – шилам, булавкам, проволоке, крючкам, наконечникам стрел, ножам. Они требовали лишь небольшойковки и шлифовки. Получить листы из самородной меди нельзя было из-за ее растрескивания.

Одним из первых названий металла было слово «эс», что значит «руда». Первые медные рудники находились на Кипре, откуда готовый продукт вывозили в другие страны. Поэтому медь стали называть «эс киприум» – «металл с Кипра». Позже это название превратилось просто в «купрум».

Следующим этапом был отжиг меди, а позже – ее восстановление из руд. Для восстановления меди из малахита требуется температура не ниже 700–800 °С. А при отжиге меди плавление происходит при температуре 1084 °С. Поэтому, скорее всего, впервые люди открыли процесс восстановления меди из минералов, наносившихся на стенки гончарных изделий для их окраски, случайно, обнаружив кусочки металла на стенках горшков после их обжига. И тогда стали плавить руду намеренно.

Плавку производили в печах примитивного типа: глиняный тигль с рудой и углем помещался в неглубокую ямку с насыпанным поверх нее слоем древесного угля. Так могла быть достигнута температура, необходимая для восстановительной плавки руды и получения расплава меди.

Первые предметы из меди в Египте датируют IV тыс. до н. э. Многие древние медные предметы изготовлены не из чистой меди, а из медно-мышьякового сплава. Присутствие в меди 0,5–8 % мышьяка улучшает ее ковкость в холодном состоянии, дает возможность получить более плотные отливки в рельефных литейных формах. Кроме того, медь, легированная мышьяком, плавится при более низкой температуре. Только при содержании мышьяка выше 8 % пластичность сплава ухудшается, он становится хрупким.

Наибольшее распространение получили сплавы меди с оловом – бронзы. Появление оловянной бронзы ознаменовало начало новой эры в истории человечества – бронзового века.

Добавление олова к меди, начиная с небольших долей, улучшила ее литейные качества, но изменила пластичность сплава. Бронзы, содержащие до 5 % олова, можно ковать и волочить в холодном виде. При дальнейшем повышении содержания олова такая обработка возможна только в горячем виде. При этом увеличивается хрупкость: бронзы, содержащие до 30 % олова, дробятся под молотком.

Небольшая добавка олова к меди незначительно понижает ее температуру плавления: медь, содержащая 5 % олова, плавится при 1050 °С, 10 % – при 1005 °С, 15 % – при 960 °С.

Еще одним распространенным сплавом меди является латунь – сплав меди и цинка в соотношении примерно 2:1. Латунь тверже, чем медь, более износостойка. Она очень ковкая и вязкая, легко прокатывается в тонкие листы, вытягивается в проволоку, выштамповывается в разнообразные формы. Она сравнительно легко плавится и отливается при температурах ниже температуры плавления меди.

Сейчас медь является одним из наиболее широко применяемых металлов. Современные бронзы не всегда содержат олово, его место заняли алюминий, кремний, свинец, бериллий. Широко используются медно-никелевые сплавы, в которые иногда добавляют кобальт.

Особенно важна медь для электротехники. По электропроводности она занимает второе место среди металлов, уступая лишь серебру. Но из-за дефицита меди провода чаще делают из алюминия.

Наряду с медью, одним из первых металлов, которые стал использовать человек, является золото. Как и медь, золото встречается

в самородном виде, но гораздо реже. В древности его добывали из аллювиальных песков и гравия, представляющих собой продукты разрушения золотоносных пород. Позже его добывали также из золотоносных жил, пронизывающих кварцевые породы. Такое золото называется «жильным».

Грек Агатархид во II в. н. э. описал добычу золота на рудниках в Египте. Сначала раскалывали скалу, в которой находились жилы, затем обломки породы нагревали огнем, резко охлаждали водой и дробили непосредственно в шахтах. Раздробленную породу толкли в каменных ступках до размеров гороха, потом ручными мельницами размалывали в порошок. Золото отделяли, промывая порошок водой на наклонной плоскости, после чего полученный металл сплавляли в слитки.

Самородное золото обычно содержит примеси, в основном серебро и медь. В Древнем Египте его очищали, нагревая со свинцом, оловом, солью и ячменными отрубями. Плиний Старший писал об извлечении золота с помощью ртути. Для этого золотоносную руду дробили и смешивали с ртутью, отделяли породу от ртутно-золотой смеси, фильтруя через кожаный или замшевый фильтр. Из образовавшейся амальгамы получали золото, выпаривая ртуть.

В древности золотые изделия изготавливали ковкой или литьем. Тогда широко применялось листовое золото, которым покрывали различные предметы, как металлические, так и деревянные. Фольгу накладывали и укрепляли с помощью пайки на медь, бронзу, серебро. Изделия из меди покрывали золотом для предотвращения коррозии. Золотой фольгой покрывали деревянную мебель. Уже в античности из листового золота делали зубные коронки.

В Египте применялись изделия из природного сплава золота с серебром. Египтяне называли его азем, греки – электрон, а римляне – электрум.

Долгое время золото применялось для производства драгоценностей, монет. Из-за малой износостойкости применялось не чистое золото, а его сплавы с серебром и медью.

Сейчас золото добывают из руд, в которых на тонну породы приходится несколько граммов драгоценного металла. Важнейшим промышленным способом его добычи стало цианирование: измельченную породу обрабатывают раствором цианида натрия. Золото переходит в раствор в виде комплексного соединения.

Кроме производства ювелирных изделий и монет золото применяется в электротехнике.

Серебро, несмотря на то что встречается в природе в 15–20 раз чаще золота, значительно реже находится в виде самородков. Помимо того, серебряные самородки покрыты черным налетом сульфида. Все это обусловило более позднее открытие серебра человеком. По этой причине поначалу оно было более редким и ценным, чем золото.

Широкие разработки серебра началось, когда его стали добывать из руд, где встречались серебро и свинец.

В течение длительного времени из серебра делали украшения – бусы, кольца, вазы, сосуды. Из серебра, как и из золота, изготавливали тонкие листы и фольгу, которыми покрывались деревянные предметы. Позднее серебро использовалось для чеканки монет.

Люди знали об антисептических свойствах серебра – вода, налитая в серебряные сосуды, обеззараживалась от болезнетворных микробов.

В XIX–XX вв. соли серебра стали применяться для изготовления светочувствительного слоя фото– и киноплёнки.

Свинец сначала добывали, выплавляя руду на костре в неглубокой яме, на дно которой стекал расплавленный металл. Сырьем для получения свинца служил минерал галенит или свинцовый блеск. Его применяли для очистки золота. Высокая пластичность металла не позволяла использовать его самостоятельно. Из свинца и его сплавов с оловом и сурьмой отливали фигурки, рыболовные грузила, кольца, бусы, украшения, пробки, посуду, водопроводные трубы, саркофаги. Свинцом заполняли полости бронзовых статуэток и гири для весов. Основное применение свинца в древности – закупоривание сосудов.

Растиртый в пудру свинцовый блеск применялся на Востоке для подведения глаз. В Египте соединения свинца применялись для окрашивания стекол в желтый цвет.

В Средние века низкая температура плавления (327 °C) позволяла отливать из свинца пули для ружей и пистолетов.

В наши дни свинец применяется в производстве аккумуляторов, из него делают оболочки кабелей. Свойство свинца поглощать рентгеновские и радиоактивные лучи используется для защиты от излучения.

Олово впервые было получено из природной двуокиси – касситерита – путем выплавки с древесным углем. О получении бронзы путем добавления к меди олова было рассказано выше. Хорошие литейные свойства олова позволили изготавливать из него посуду, а начиная с XVIII в. – популярных до сих пор оловянных солдатиков. С появлением консервов олово стали применять для покрытия жести, из которой делают консервные банки. В электротехнике оловянные припои применяют для пайки проводов.

Существуют две модификации олова:  $\alpha$ - и  $\beta$ -олово. При комнатной температуре существует  $\beta$ -олово. Это белое вещество. При температуре ниже 13 °С более устойчиво  $\alpha$ -олово – серый мелкокристаллический порошок. Процесс превращения белого олова в серое проходит при температуре –33 °С. Оно получило название «оловянной чумы». Считается, что именно эта «болезнь» послужила причиной гибели полярной экспедиции экспедиции Р. Скотта к Южному полюсу. Путешественники остались без горючего, просочившегося через пораженные «чумой» швы баков.

Третий из металлов, считающихся драгоценными, – платина, был открыт на несколько тысячелетий позже золота и серебра. В переводе с испанского «платина» означает «серебришко». Так испанцы презрительно называли тяжелый белый нержавеющий металл, часто встречавшийся им на серебряных рудниках в Южной Америке.

Большое количество платины было вывезено в Испанию, где ее продавали по цене более низкой, чем серебро. Недобросовестные ювелиры примешивали ее к золоту и изготавливали из платины фальшивые монеты. Это привело к тому, что испанский король издал указ о запрете ввоза платины в страну и уничтожении всего оставшегося количества платины. Все запасы металла в Испании и колониях были утоплены в море.

В 1744 г. испанский морской офицер А. де Ульоа привез образцы платины в Лондон. Это вызвало интерес у ученых. В середине XVIII в. платина была признана самостоятельным металлом.

Похожая на серебро внешне и способностью не ржаветь, платина долгое время не поддавалась ни огню, ни молоту. Из-за высокой температуры плавления – (1769 °С) ее долго не могли расплавить. Температуру плавления металла снижали добавки мышьяка. Этот

прием, в частности, использовал французский ювелир М.-Э. Жанетти, изготавливавший изделия из платины.

После введения метрической системы мер в конце XVIII в. во Франции из платины изготавливали эталоны метра и килограмма. Позже их стали делать из сплава платины и металла платиновой группы – иридия.

Русский ученый А. А. Мусин-Пушкин разработал и ввел новые методы аффинажа платины – металлургического процесса получения металла высокой степени чистоты путем отделения примесей. Схема аффинажа платины основывалась на растворении сырой (шлаковой) платины в «царской водке» – смеси азотной и соляной кислот – и на последовательном осаждении нашатырем платины из раствора.

В середине XIX в. в России были отчеканены монеты из платины.

Вплоть до Второй мировой войны большая часть добываемой платины шла на изготовление украшений. Сейчас около 90 % всей платины идет на научные и промышленные разработки. Из нее делают лабораторные приборы – тигли, чашки, термометры сопротивления и др. Около 50 % всей потребляемой платины идет на изготовление катализаторов – ускорителей химических реакций. Они применяются в производстве соляной кислоты и нефтехимической промышленности. Около 25 % платины расходуется в электро- и радиотехнике, автоматике и медицине. Кроме того, ее применяют как антикоррозионное покрытие.

Самый распространенный в природе металл – алюминий. Но в относительно чистом виде он был получен датским физиком Эрстедом лишь в 1825 г. Ученый писал в одном из научных журналов, что в результате его опытов «образовался кусок металла, цветом и блеском несколько похожий на олово». Это сообщение осталось почти незамеченным, да и сам Эрстед не придал своему открытию большого значения.

В 1827 г. к Эрстеду приехал молодой немецкий физик Ф. Велер. Вернувшись в Германию, он занялся проблемой получения алюминия и в конце 1827 г. опубликовал свой метод. Вначале ему удавалось получать алюминий в виде зерен небольшого размера. После 18 лет кропотливой работы Велер усовершенствовал свой способ, получая металл в виде компактной массы.

В то время алюминий ценился очень дорого. Так, из него были сделаны погребушки для будущего императора Франции Наполеона III. Именно он, уже будучи монархом, решил вызвать зависть у своих венценосных коллег. С этой целью он решил сделать из алюминия доспехи для солдат своей армии. Для осуществления проекта он предоставил неограниченные возможности ученому и промышленнику А.Э. Сент-Клеру Девилю, чтобы тот разработал способ получения алюминия в больших количествах. Девилю положил в основу своих исследований метод Велера и разработал соответствующую технологию, внедрив ее на своем заводе.

Способ Девиля заключался в восстановлении двойного хлорида алюминия и натрия  $\text{Na}_3\text{AlCl}_6$  металлическим натрием.

Чтобы прекратить спекуляции некоторых бонапартистских кругов о якобы французском приоритете открытия алюминия, Девилю отчеканил из алюминия медаль собственного производства с портретом Ф. Велера и датой «1827», послав ее в подарок немецкому ученому.

Несмотря на изобретение Девиля, алюминий ценился очень дорого. С 1855 по 1890 г. в мире было получено всего 200 тонн металла. Это было связано с тем, что в природных соединениях алюминий крепко связан с кислородом и другими элементами. Его можно получать методом электролиза расплава оксида алюминия – глинозема, но он плавится при температуре 2050 °С, что требует больших затрат энергии.

Техническое использование алюминия стало бы возможным, если бы удалось понизить температуру плавления оксида хотя бы до 1000 °С. Такой способ почти одновременно открыли в 1886 г. американец Ч. Холл и француз П. Эрру. Они установили, что глинозем хорошо растворяется в расплавленном криолите – минерале  $\text{AlF}_3\text{-3NaF}$ . Этот расплав подвергается электролизу при температуре 950 °С. Поскольку запасы криолита ограничены, позже было налажено производство синтетического криолита.

Чистый алюминий имеет сравнительно небольшую прочность, поэтому в конце XIX – начале XX в. велись поиски алюминиевого сплава, обладающего большей прочностью. В начале прошлого века немец А. Вильм получил сплав, содержащий, кроме алюминия, добавки меди, магния и марганца. Его прочность была выше, чем у

алюминия. Чтобы еще больше ее повысить, Вильм решил подвергнуть металл закалке. С этой целью он нагрел несколько образцов сплава примерно до 600 °С и резко охладил их в воде. Прочность образцов была различной, и Вильм решил, что неисправен измерительный прибор. Несколько дней ученый настраивал его. Повторные измерения показали, что прочность возросла примерно вдвое. Следующие опыты показали, что закалка нового сплава в сочетании со старением значительно повышает прочность нового сплава.

Подобрав оптимальный состав сплава и разработав режим его термообработки, Вильм получил патент и продал его немецкой фирме. В 1911 г. эта фирма выпустила первую партию нового сплава, названного в честь города Дюрена, где находился завод по его производству, дюралюминием, или дуралюмином.

Новый сплав появился как нельзя кстати: в это время развивалась авиация, и с усовершенствованием конструкций самолетов появилась потребность в легком и прочном материале для изготовления корпусов самолетов. Первый цельнометаллический самолет появился в середине 20-х годов прошлого века. Но полностью вытеснил дерево в авиации алюминий лишь в 40-е годы.

Кроме авиации алюминий применяется в электротехнике, где, в силу своей относительной дешевизны и высокой электропроводности, успешно заменяет медь. Сверхчистый алюминий используют в производстве электрических конденсаторов и выпрямителей и для синтеза полупроводниковых соединений. Чистый алюминий используют и для производства различных отражателей, и для предохранения металлических поверхностей от коррозии.

Алюминий используется как конструкционный материал в ядерных реакторах. В алюминиевых резервуарах большой емкости хранят жидкие газы, азотную и уксусную кислоту, пищевые масла. Алюминий применяется в пищевой промышленности для упаковки продуктов (в виде фольги).

В последние десятилетия алюминий широко используется для отделки зданий и сооружений.

Еще один металл, широко применяемый в технике, титан, был открыт в виде металлического порошка английским минерологом-любителем У. Грегором в 1791 году. В 1795 г. немецкий химик М. Клапрот установил, что минерал рутил представляет собой природный

окисел этого металла. Он назвал его титаном в честь исполинов, древнегреческих детей бога неба Урана и богини Земли Геи.

Однако восстановить оксид титана до металла ученым не удалось. Лишь в 1910 г. американец М. Хантер получил металлический титан путем нагревания его хлорида с натрием в герметичном стальном сосуде. Полученный металл был загрязнен примесями и очень хрупок. Титан высокой чистоты получили голландские ученые А. Ван-Аркел и И. де Бур. Он был пластичен при низких температурах.

По распространенности в земной коре среди конструкционных материалов титан уступает лишь железу, алюминию и магнию. На воздухе на поверхности титана образуется защитная оксидная пленка, поэтому титан не поддается коррозии на воздухе и в морской воде, на него не действуют азотная кислота и «царская водка». Чистый титан – ковкий, пластичный, прочный и легкий металл. Он вдвое легче железа, превосходя по прочности многие стали. Он выигрывает и в сравнении с алюминием, превосходя его по прочности в 6, а по твердости – в 12 раз.

Как самостоятельный конструкционный материал титан стал применяться лишь в 50-е годы XX в., поскольку его было трудно извлекать из руд и перерабатывать.

Большая часть производимого в мире титана расходуется на нужды авиационной и ракетной техники, а также морского судостроения. Технический титан используется для изготовления емкостей, химических реакторов, трубопроводов и других изделий, работающих в агрессивных химических средах. Биологическая безвредность титана позволяет использовать его в восстановительной хирургии и пищевой промышленности. Свойство титана повышать прочность при низких температурах дает возможность использовать его в криогенной технике.

Карбид титана применяется для изготовления режущих инструментов. Двоокись титана и титанат бария служат основой для титановой керамики, применяемой в производстве электрических конденсаторов, сегнетоэлектриков и пьезоэлементов.

Из титана сделаны многие художественные изделия, в частности скульптуры.

Сейчас развитие металлургии идет по пути поиска новых способов обработки металлов, получения сплавов с заданными

свойствами. Можно с уверенностью сказать, что эра металлов будет продолжаться бесконечно.

# Огонь

Огонь можно охарактеризовать как быстро протекающий процесс окисления вещества, сопровождающийся большим выделением тепла и ярким свечением.

С овладения огнем началась человеческая цивилизация, человек стал отдаляться от остальной природы, эксплуатируя ее ресурсы в своих целях. Человек – единственное живое существо, не только не боящееся огня, но и использующее его для обогрева, приготовления пищи, обработки материалов и т. п. Сейчас невозможно точно установить, когда отношение человека к огню стало иным, чем, например, других приматов. Скорее всего, первый огонь, который увидели наши предки, был пожаром, когда горело дерево, в которое ударила молния.

После «приручения» огня человек задумался над тем, как получать и сохранять огонь. Первую проблему можно было решить при помощи высечения кремнем искр, которые попадали на трут с дальнейшим раздуванием огня или путем трения кусочков дерева.

О важности сохранения огня говорит тот факт, что в Древнем Риме жриц богини домашнего очага Весты, допустивших нерасторопность, вследствие которой угас священный огонь, сурово наказывали, а языческих жрецов за подобную провинность казнили.

Сначала при помощи огня только обогревались и освещали жилища. Позднее, когда люди перешли к земледелию, при помощи огня выжигали участки леса под пашню. Огню обязаны своим появлением гончарное дело и керамика.

С появлением кузнечного дела и металлургии понадобилась высокая температура для нагрева и плавления металлов. С этой целью пережигали древесину без доступа воздуха, получая древесный уголь. Позже, когда началась массовая вырубка лесов, возникла необходимость в альтернативном источнике энергии, обладающем более высокой теплотворной способностью. Им стал каменный уголь. С началом в XVIII в. начался век пара, который Жюль Верн назвал новой стихией, соединившей в себе две старые – огонь и воду.

В середине XIX века начинают использовать еще один источник энергии – нефть. Сначала использовали сырую нефть, затем продукты ее переработки – керосин, бензин, мазут. Особую важность приобрела нефть с появлением двигателей внутреннего сгорания, основным топливом в которых являются нефтепродукты.

В конце XIX в. начали строиться тепловые электростанции на угле и мазуте.

Последним видом топлива, которое широко применяет человек, стал природный газ.

Несмотря на развитие альтернативных источников энергии – гидроэлектростанций, атомной энергетики и других, огонь как средство получения энергии не изжил себя, его перестанут использоваться лишь при полном исчерпании всех запасов топлива.

## Одноразовая посуда

В 1908 году американский врач Э. Дэвидсон опубликовал исследование о смертности среди школьников. Одной из ее причин он назвал использование негигиеничных металлических кружек.

В том же году молодой студент – юрист Х. Мур, писавший заметки для газеты производителей продуктов питания «The Packer», опубликовал разоблачительную статью о негигиеничности посуды, которую использовали железнодорожные инженеры, и провел кампанию против «общественной жестяной кружки». Затем Мур придумал «безопасную чашку», представлявшую собой скрученный конусом лист картона.

Свое изобретение Мур показал чикагскому предпринимателю Л. Луэллену. Луэллен сразу понял перспективность начинания и, в свою очередь, усовершенствовал его: у чашки появилось дно, и она приобрела округлую форму.

К 1910 году Луэллен запатентовал изобретение и основал в партнерстве с Муром «Компанию индивидуальной чашки для питья». Тогда же партнеры сконструировали автомат по продаже индивидуальных чашек и установили его в общественных местах и железнодорожных поездах.

К 1960 году ежегодно в одной только Америке продавалось бумажных стаканчиков на 50 млн долларов в год.

Увеличению спроса на одноразовую посуду способствовало появление в середине XX в. супермаркетов и ресторанов быстрого обслуживания типа «Макдоналдс».

В супермаркетах продукты стали расфасовывать в пластике для быстроты обслуживания покупателей. После использования продукта упаковка выбрасывается.

В ресторанах быстрого обслуживания для того, чтобы покупатели не нуждались в столовых приборах, продают супы в стаканах, которые можно пить, а не есть ложкой, замороженные бутерброды, которые перед употреблением надо лишь разогреть в микроволновой печи, а затем снять упаковку и т. п.

Для производства одноразовой посуды стали использовать различные пластмассы. Самым распространенным материалом является полипропилен. Он устойчив к действию температур до 150 °С и применяется для изготовления пленки, в которую помещают мороженые продукты. Их можно опустить в кипяток для разогрева прямо в пленке.

Можно также выделить полистирол, который отличается высокой прочностью, способностью окрашиваться в различные цвета и химической инертностью, если изготовлен без нарушения технологии. Полистирол применяется, например, для упаковки масла и маргарина.

Из полиэтилена изготавливают пленку для хранения холодных продуктов, различные емкости: хлебницы, чашки с блюдцами и т. д. Однако долго хранить сливочное масло или маргарин в такой пленке нельзя из-за ее неустойчивости по отношению к жирам.

Емкости для подсолнечного масла, минеральной воды и прохладительных напитков делают из сравнительно нового материала – полиэтилентерефталата. Это очень инертная пластмасса, которая может выдерживать давление углекислого газа газированных напитков. Но хранить в бутылках из-под минералки растительное масло, воду или алкогольные напитки нельзя, так как масло и спирт гораздо более сильные растворители олигомеров, чем вода, и вредные вещества могут переходить из пластмассы в жидкость.

По оценкам специалистов, потребление пластиковой посуды в мире составляет до 88,5 кг на человека в год. Большая часть этой посуды оказывается на свалке и, разлагаясь, загрязняет окружающую среду.

Сегодня лишь четверть производимых полимерных материалов изготовлена из биоразлагаемых пластиков. Основными недостатками этих материалов являются дороговизна, неполная разлагаемость, возможность порчи пищевых продуктов от преждевременного разложения упаковки в процессе ее использования.

Первый биоразлагаемый пластик, целлофан, был получен в 1908 г. Присущая целлофану биodeградируемость в то время препятствовала его применению, и поэтому он был заменен пластиком с более продолжительными сроками службы.

В 70-х годах от целлофана как упаковочного материала полностью отказались, обратив свое внимание на более технологичный крахмал.

Один из новых биоразлагаемых материалов, успешно вышедших на рынок, «Mater-Bi», был запатентован в Италии в 1995 г. Он представляет собой смесь кукурузного крахмала, поливинилового спирта и поликапролактона. Из «Mater-Bi» получают самые различные изделия: от мешков до ручек.

«Крахмальные» изделия могут быть рассчитаны на требуемый срок самораспада. Некоторые виды биопластика растворяются очень быстро, другие могут служить месяцы, а то и годы. В австрийских и шведских ресторанах «Макдоналдс» – «крахмальные» вилки и ножи. Но в США и в Украине «Макдоналдс» продолжает использовать дешевую пластиковую посуду.

Кроме крахмала и целлюлозы для производства биоразлагаемых пластмасс пытаются использовать полисахариды, пектин, рапсовое масло, из которого можно делать полимер, напоминающий полиуретан и другие материалы.

Но цена на биодegradируемые пластики сейчас во многом зависит от степени их востребованности в той или иной области. В основном эти материалы используются в медицине, для изготовления имплантантов, лекарственных капсул. В быту же большинство потребителей не склонно переплачивать за биоразлагаемый пакет для упаковки пищевых продуктов.

Другим направлением в развитии одноразовой посуды, не загрязняющей окружающую среду, является съедобная посуда. Такая посуда, например, была разработана к Московской олимпиаде 1980 г. на кафедре общественного питания Ленинградского института советской торговли. Она помогла бы избавиться от моечного оборудования и посудных шкафов.

Хозяин ресторана из английского города Кейворт П. Пипонидис тоже сделал посуду, в которой посетители уносят еду, съедобной. Коробка из картофельной муки изготавливается по технологии, сходной с той, что используется в производстве чипсов.

Американские специалисты в области химии пищевых продуктов разработали съедобную бумагу для упаковки бутербродов. Она состоит из пюре, приготовленного из овощей, фруктов и ягод и обработанного особым способом, которое, попав в рот, сразу же растворяется. Внешне она напоминает обычную бумагу, обеспечивает

герметичность продуктов и может применяться не только для упаковки бутербродов, но и для хранения полуфабрикатов в холодильнике.

Современная одноразовая посуда требует максимальной переработки и новых технологий производства, иначе Земля может утонуть в упаковках, остающихся после съеденной пищи.

# Парашют

Принцип действия аппарата, замедляющего падение тел в воздухе, впервые сформулировал Роджер Бекон еще в XIII веке. В своем сочинении «О секретных произведениях искусства и природы» он признал возможность постройки летательных машин и указал, что можно опираться на воздух при помощи вогнутой поверхности.

Леонардо да Винчи впервые разработал конструкцию аппарата, замедляющего падение. Он писал: «Если человек возьмет полотняный купол, каждая сторона которого имеет 12 локтей ширины и 12 локтей высоты, он сможет безопасно сброситься с любой высоты». Но эта идея долго оставалась лишь на бумаге.

В 1617 г. в Италии был опубликован труд Фауста Веранчио «Книга о машинах». В ней был помещен рисунок, изображающий человека, опускающегося на квадратном куполе.

В 1777 г. парижский профессор Дефонтаж изобрел летающий плащ. По утверждению ученого, плащ должен был обеспечить безопасный спуск с большой высоты. Профессор не решился сам испытать свое изобретение. Он обратился к судебным властям с просьбой предоставить для испытания преступника, приговоренного к смертной казни. Убийца и грабитель Жак Думье согласился прыгнуть. В сопровождении полицейских он был доставлен к парижскому оружейному складу, где его ожидал Демонтаж. «Испытатель» влез на крышу, и профессор надел на него плащ, состоящий из большого количества мелких покрышек. Изобретатель посоветовал Думье держать руки горизонтально и стараться парить, как птица. Тот прыгнул. Вначале ветер отнес его немного в сторону, затем Думье стремительно полетел вниз. Почти достигнув земли, он немного задержался и восстановил потерянное равновесие. На землю Думье опустился совершенно невредимым. Довольный Дефонтаж вручил ему кошелек с золотыми монетами.

Удачные опыты спуска грузов осуществил один из изобретателей воздушного шара Жозеф Монгольфье. В 1777 г., рассчитав сопротивление воздуха, он сконструировал аппарат, с которым сам прыгнул с крыши сарая. Опыт прошел удачно.

Французский физик Луи Себастьян Ленорман усовершенствовал аппарат Веранчио, сделав его более надежным, целесообразным и красивым. Аппарат представлял собой жесткий конусообразный купол со стропами и напоминал современные учебные парашюты. 26 декабря 1783 г. Ленорман прыгнул с высокого дерева, держа в руках шест, на концах которого было привязано по зонту.

29 декабря 1783 г. Ленорман совершил прыжок с балкона обсерватории в Монпелье. Свой аппарат он назвал «парашют», что дословно означает «противопадение». С его легкой руки это название вошло в обиход.

Парашют, пусть еще несовершенный, был изобретен. 5 июня 1783 г. братья Монгольфье испытали воздушный шар. После испытания первых аэростатов воздухоплаватели стали задумываться о мерах спасения в случае аварии.

Первым на воздушном шаре с парашютом поднялся француз Бланшар. Испытывая парашют, он несколько раз спустил на землю свою собаку. Убедившись в безопасной работе парашюта, Бланшар увеличил размеры купола, чтобы на нем мог спускаться человек. Парашют Бланшара напоминал огромный зонт. Вершиной он был прикреплен к воздушному шару. Воздухоплаватель помещался в особой корзине и, в случае необходимости, мог отделиться от шара, обрезав стропы-шнуры. Но прыжок с аэростата Бланшар так и не решился совершить.

Впервые это сделал француз Гарнерен. Он изготовил купол парашюта в форме большого зонта диаметром 10 метров. 36 шелковых клиньев острыми концами сходились в центре купола. В его нижнюю кромку был вшит деревянный обруч. От него шли крепкие тросы, удерживавшие легкую плетеную корзину. Купол парашюта стропами прикреплялся к оболочке аэростата. Достаточно было их перерезать, и купол в падении раскрывался. Гарнерен несколько раз сбрасывал на парашюте животных. Убедившись в безопасности парашюта, 22 октября 1797 г. Гарнерен прыгнул с парашютом с аэростата. Достигнув высоты 600 метров, он обрезал веревку, соединяющую парашют с воздушным шаром. Аэростат взвился вверх, а парашют, на котором висел Гарнерен, стал быстро опускаться. Спустившись в поле, испытатель сел на лошадь и вернулся в парк Монсо, где его ждали восхищенные зрители.

Жак Гарнерен стал парашютистом-профессионалом. Его парашют сильно раскачивался при снижении, поскольку не имел полюсного отверстия. Когда, по совету ученого Лаланда, Гарнерен сделал в куполе полюсное отверстие, качка значительно уменьшилась. На своем примитивном парашюте Гарнерен совершил несколько десятков прыжков. А его племянница Елизавета вошла в историю как первая женщина парашютистка-воздухоплавательница.

В течение всего XIX в. ловкие и предприимчивые люди, в основном циркачи и акробаты, развлекали зрителей эффектными воздушными трюками. В это время шла и серьезная работа над совершенствованием парашюта, в частности над устранением раскачивания парашюта во время спуска. В 1834 г. математик Кайлей выдвинул идею, что основным условием устойчивого положения парашюта в воздухе является заостренная форма купола с вершиной, направленной не вверх, а вниз. К сожалению, из-за плохой подготовки и отсутствия предварительного испытания с грузом первое испытание закончилось трагически. Англичанин Коккинг спрыгнул с высоты 1000 метров. При падении внутренние распорки сломались, купол сложился и Коккинг с большой скоростью рухнул на землю.

Позже предпринимались попытки создать управляемые парашюты, перемещавшиеся по желанию парашютиста в любую сторону. Так, парашют Летюра имел площадь  $73 \text{ м}^2$ , был снабжен рулем и двумя крыльями, которые приводились в движение при помощи педалей. Но при испытаниях Летюр разбился. Для уменьшения скорости падения стали увеличивать площадь купола. В 1855 г. парашютистка Пуантевен спускалась с высоты 1800 метров 43 минуты.

В 1880 г. американец Болдуин совершил прыжок с парашютом, который раскрывался автоматически. К верхнему узлу строп была привязана дополнительная стропа-шнур. Второй ее конец привязывался к корзине или оболочке воздушного шара. Когда Болдуин отделялся от шара, стропа-шнур под его тяжестью обрывалась, матерчатый купол без всякого каркаса от скорости падения сначала вытягивался во всю длину, а затем наполнялся воздухом и раскрывался. Такой принцип автоматического раскрытия сохранился до наших дней.

В конце XIX в. интерес к воздухоплаванию уменьшился, и парашюты на рубеже XIX–XX веков были преданы забвению.

Возрождение парашюта связано с появлением аэроплана. На несовершенных аппаратах пилоты часто гибли. В 1910 г. погибло около 30 авиаторов, в следующем году число жертв возросло до 80. Гарантией спасения летчиков мог стать только парашют. В старые модели начали вносить изменения для удобства и надежности использования во время аварийных прыжков из аэропланов. Снова начались поиски, были неудачи, поражения и победы.

В 1909 г. изобретатель Вассер предложил оригинальный образец парашюта для летчиков. Он представлял собой зонт, спицы которого соединялись с сиденьем летчика шелковыми шнурами. Само сиденье наглухо пристегивалось к телу пилота. Когда летчик находился в машине, сложенный зонт лежал за сиденьем. Достаточно было дернуть за шнурок, освобождающий концы спиц, чтобы пружины раскрылись, зонт наполнился воздухом и летчик силой потока встречного воздуха был выдернут из кабины вместе с сиденьем. Испытания парашюта Вассера так и не состоялись.

Существуют разные данные о том, кто совершил первый прыжок с парашютом из самолета. По одним источникам, это сделал Грант Мортон в конце 1911 года. Находясь в самолете, Мортон двумя руками швырнул купол парашюта в воздух. Силой потока купол раскрылся, и его потащило из самолета. Спуск и приземление прошли благополучно. По другим сведениям, американец Бери, поднявшись в воздух на двухместном аэроплане, перелез из своей кабины в специальное приспособление под фюзеляжем и покинул аэроплан на высоте 800 метров.

Несмотря на успешные испытания, парашют в авиации долго оставался не у дел. Не существовало аппарата легкого, надежного и постоянно надетого на летчика во время полетов. Тогда считали, что нужно обезопасить не летчика, а самолет. Изобретались устройства, автоматически поддерживающие устойчивое положение самолета в воздухе. Но существовали и другие причины аварий. Возрастающее количество этих аварий побудило активизировать работу над созданием подходящих моделей парашюта.

Прототип современного парашюта – легкого, компактного, надежного – создал русский изобретатель Глеб Евгеньевич

Котельников. Начать разработку его побудила гибель летчика Мациевича, свидетелем которой он был. Перед началом работы Котельников составил список требований к будущему парашюту. Он должен быть компактным, всегда находиться с летчиком, давая ему возможность отделиться от самолета с любого места – с сиденья, с крыла, с борта. Он должен раскрываться по желанию авиатора и автоматически. Котельников хорошо продумал подвесную систему парашюта. Она состояла из поясного, нагрудного, двух плечевых обхватов и равномерно распределяла силу рывка во время раскрытия парашюта.

Котельников выбрал подходящий материал для изготовления купола, увидев, как большую шелковую шаль пропустили через маленькое колечко. Изобретатель понял, что прочный, эластичный шелк вполне подходит для купола. Изготовив маленькую модель, Котельников начал опускать на ней куклу. После удачных испытаний Глеб Евгеньевич рассчитал парашют для груза весом 80 кг и скоростью снижения 5 метров в секунду.

27 октября 1911 г. Котельников подал заявку в Комитет по изобретениям на выдачу патента. Однако изобретатель его так и не получил, поскольку парашют имел много схожих узлов с парашютом И. Сонтага, получившего патент ранее. Сначала Котельников назвал свое изобретение «спасательный прибор», затем, «автоматический ранец – парашют системы Котельникова». Лишь в 1923 г. изобретатель назвал свое детище РК-1 (Русский, Котельникова, модель первая).

2 июня 1912 г. парашют был испытан на прочность при помощи автомобиля. Прикрепив лямки парашюта на буксировочные крюки, машину разогнали до скорости около 80 км/ч. Котельников дернул за спусковой ремень, и купол парашюта выбросило вверх. Он мгновенно раскрылся. Сила удара была настолько велика, что автомобиль с заглушенным мотором, пройдя несколько метров, остановился. 6 июня того же года манекен весом 76 кг сбросили с высоты 250 метров. Раскрытие парашюта прошло нормально.

Только в 1919 г. американец Лесли Ирвин создал подобную модель, отличавшуюся от модели Котельникова тем, что в ней был матерчатый легкий ранец, куда укладывался купол со стропами.

В 1923 г. Котельников изготовил модель парашюта РК-2. В ней алюминиевый ранец с пружинной полкой и закрывающейся крышкой

был заменен ранцем с жесткой спинкой и откидными боковыми клапанами. Они закрывались мягкой крышкой с пропущенными сквозь петли металлическими шпильками на общем стальном тросе. Модель РК-3 имела ранец мягкой конструкции в виде расклеенного конверта. Боковые и торцовые клапаны при выдергивании вытяжного троса оттягивались специальными резинками, облегчая раскрытие. В 1924 г. Котельников сконструировал парашют из хлопчатобумажной ткани диаметром 12 метров, на котором можно было спускаться грузы весом до 300 килограммов.

2 августа 1930 г. начался новый этап в истории парашюта – в Советском Союзе на военных учениях был сброшен первый парашютный десант. Этот день считается рождением советских воздушно-десантных войск. Они предназначались для высадки в тылу противника и действий против штабов, железнодорожных узлов и других важных объектов. Для «крылатой пехоты» были разработаны специальные десантные парашюты конструкции Гроховского и Савицкого.

В 30-е годы развивался парашютный спорт. Проходили соревнования на точность приземления и на длительность полета без раскрытия парашюта – затяжные прыжки, а также воздушная акробатика.

Во Второй мировой войне значение парашютов трудно переоценить. Они были необходимы летчикам, покидающим горящие самолеты. Одной из самых ярких страниц в истории стал захват немецкими десантниками острова Крит. В ходе Великой Отечественной войны советские десантники участвовали во многих операциях, на парашютах сбрасывались грузы для партизан в тылу врага.

С увеличением скорости самолетов и появлением реактивной авиации стало невозможным покидание летчиком самолета обычным способом. Это заставило конструкторов во всех странах начать работу над созданием катапультных установок. Силой пороховых газов они выбрасывали летчика в воздух вместе с сиденьем на безопасную высоту. После этого кресло отделялось и раскрывался парашют. 24 июня 1947 г. впервые катапультировался парашютист-испытатель Г. Кондрашов. В 1949 г. В. Кочетков катапультировался на скорости

1036 км/ч. Сейчас созданы катапульты, позволяющие покидать самолет на предельно малой высоте и скорости не менее 150 км/ч.

В наши дни есть спасательные парашюты, которые могут применять летчики на высоте до 25 км и скорости до 1400 км/ч. Спортивные парашюты используют спортсмены-парашютисты. Для быстрой остановки гоночного автомобиля, скоростного самолета и морского супертанкера, а также для снижения скорости спуска автоматической межпланетной станции применяются тормозные парашюты. Огромные купола посадочных парашютов служат для безопасного приземления грузов и людей, покидающих самолет, мягкой посадки беспилотных и пилотируемых космических кораблей.

## Паровая машина

Способность пара производить механическую работу давно известна человеку. Начиная с глубокой древности появляется целый ряд механизмов, основанных на использовании силы пара. Известно, что еще Герон Александрийский применил пар для движения аппарата специальной конструкции. Леонардо да Винчи оставил описание паровой машины, которая, по его словам, была изобретена Архимедом.

Атмосферное давление как источник двигательной силы обращало на себя внимание многих ученых и изобретателей, особенно после опытов немецкого физика Отто фон Герике с так называемыми «магдебургскими полушариями», из которых был выкачан воздух (1650 г.).

Большое значение имело творчество французского физика Дени Папена, изобретателя парового котла и предохранительного клапана. Он первым в 1690 г. правильно описал пароатмосферный цикл, в котором использовалось атмосферное давление.

Сущность пароатмосферного цикла заключалась в следующем. В цилиндр наливалась вода, до уровня которой опускался поршень. Подогревая воду, получали пар, поднимавший поршень до верхнего положения. Затем упоркой заклинивался шток, огонь убирался, и цилиндр поливался водой. В результате создавались конденсация пара и безвоздушное пространство. Когда убиралась упорка, то поршень под давлением атмосферы опускался, что и позволяло поднимать груз на определенную высоту.

Впервые практически решил эту проблему англичанин Т. Сэвери, создав машину, предназначенную для откачки воды из шахт. Паровой насос «Друг рудокопов» – так называлась машина Сэвери (патент на нее был получен изобретателем в 1698 г.) – состоял из котла и сосуда. Они соединялись между собой трубой, имевшей кран. Пар, поступая из котла в сосуд, вытеснял оттуда воздух через всасывающую трубу. Затем закрывался кран, а сосуд обливался холодной водой из бачка, в результате чего пар конденсировался. Под давлением атмосферы вода по всасывающей трубе поднималась в сосуд. Открывая кран снова,

подавали в сосуд пар, выталкивавший воду по нагнетающей трубе на поверхность. Затем все операции повторяли вновь.

Новое в машине Сэвери по сравнению с паровым котлом Папена заключалось в том, что у Сэвери паровой котел был отделен от рабочего пространства. Но работа пара и его конденсация по-прежнему происходили в одном и том же сосуде. Машина Сэвери была крайне не экономична, ибо попеременное нагревание и охлаждение одного и того же сосуда требовали большого количества топлива. Она расходовала до 80 кг угля на 1 л. с. в час.

Эта машина обладала рядом серьезных недостатков. Глубина всасывания в ней не превышала 10 м, т. е. высоты, соответствующей атмосферному давлению. Высота подачи воды в машине достигала 30 м, что определялось давлением пара, которое по условиям прочности котла не могло превышать 3 атмосфер. Для откачивания воды с большей глубины нужно было ставить несколько машин одну над другой. Насос был небезопасен в работе из-за частых взрывов.

Но машины Сэвери все же довольно широко применялись на протяжении всего XVIII в. как в Англии, так и в других странах. В 1707 г. одна из машин Сэвери была приобретена Петром I и установлена в Петербурге в Летнем саду для приведения в действие фонтанов.

Дальнейший шаг в деле совершенствования паровых машин сделал английский кузнец Томас Ньюкомен, в 1711 г. предложивший использовать для привода шахтных насосов свою конструкцию пароатмосферной машины.

Принцип работы машины Ньюкомена состоял в следующем: внутри цилиндра двигался поршень, связанный с одним концом балансира. Другой конец балансира был соединен со штангами водоотливного насоса. Поступающий из котла в цилиндр пар, для чего открывали кран, поднимал поршень, который уравнивался собственным весом насосной штанги и добавочного груза. Затем для конденсации пара в цилиндр из резервуара через кран впрыскивалась холодная вода. Атмосферное давление обеспечивало движение поршня вниз и, соответственно, подъем насосных штанг (откачку воды). Сконденсировавшийся пар вместе с охлаждающей его водой удалялся из цилиндра по трубе. Излишний пар из котла выходил через предохранительный клапан.

Мощность пароатмосферной машины Ньюкомена составляла 8 л. с. Она обеспечивала подъем воды с глубины 80 м. Хотя в насосе Ньюкомена котел был отделен от парового цилиндра, однако он все же выполнял двойную функцию, т. е. рабочий цилиндр был в то же время и конденсатором. Чередование охлаждения цилиндра холодной водой и нагревание его горячим паром по-прежнему требовали огромного количества топлива. Машина расходовала в час около 25 кг угля на 1 л. с.

Много важных усовершенствований в пароатмосферную машину внес в 1772 г. инженер Смитон. Не меняя основного принципа действия, он рассчитал правильное соотношение между размерами частей машины. Это способствовало лучшему изготовлению машины. Кроме того, Смитон сделал более целесообразной конструкцию отдельных частей машины.

Машины Ньюкомена получили в XVIII в. довольно широкое распространение в Англии, Франции, Германии. Они работали главным образом в горной промышленности; иногда применялись в качестве машин для снабжения водой водопроводов больших городов. В 1722 г. шесть таких машин были установлены на рудниках Банской Штявницы в Словакии. В 1728 г. шведский механик М. Тривальд построил пароатмосферную машину. В 1750 г. машины Ньюкомена появились в Америке, правда, там их усовершенствовали.

В России первая пароатмосферная машина Ньюкомена была установлена в 1772 г. в Кронштадте для откачки воды из дока.

Несмотря на довольно широкое практическое применение, машина Ньюкомена не могла удовлетворить потребность промышленности в мощном универсальном двигателе. Она была громоздка, имела неравномерный ход, потребляла много топлива. О пароатмосферных машинах говорили, что для их изготовления нужен железный рудник, а для обслуживания – угольная копь. Поэтому они служили лишь узкоспециальным целям (например, для подъема воды или соляного раствора) и совершенно не годились для роли универсального двигателя машинной индустрии.

Между тем к 60-м годам XVIII в. в интересах развития промышленного производства отчетливо вырисовывалась потребность в более совершенном двигателе.

Первый универсальный тепловой двигатель был изобретен в России в 60-х годах XVIII в. выдающимся русским теплотехником Иваном Ивановичем Ползуновым.

Ползунов был знаком с описанием машин Сэвери и Ньюкомена, а также с работами М. В. Ломоносова по теплотехнике.

В результате своих исследований И. И. Ползунов в 1763 г. разработал проект создания «огнедействующей машины для заводских нужд». Он предполагал построить двухцилиндровую пароатмосферную машину. По проекту Ползунова пар из котла подавался в один цилиндр, где поднимал поршень до крайнего верхнего положения. Затем из резервуара в цилиндр впрыскивалась струя холодной воды, что приводило к конденсации пара. В результате давления атмосферы на поршень он опускался, в то время как во втором цилиндре в результате давления пара поршень поднимался. Водно- и парораспределение в машине Ползунова осуществлялось специальным автоматическим устройством. Непрерывное рабочее усилие от поршней машины передавалось на шкив, насаженный на вал, с которого движение передавалось водо-парораспределительному устройству, питательному насосу, а также рабочему валу, от которого приводились в движение воздуходувные меха.

И. И. Ползунов уже в первом проекте паровой машины, созданном в 1763 г., четко сформулировал задачу создания именно универсального теплового двигателя. В своей докладной записке об «огнедействующей машине» от 26 апреля 1763 г. Ползунов, по собственным его словам, хотел «...сложением огненной машины водяное руководство пресечь и его, для сих случаев, вовсе уничтожить, а вместо плотин за движимое основание завода ее учредить так, чтобы она была в состоянии все наложенные на себя тягости, каковы к раздуванию огня обычно к заводам бывают потребны, носить и, по воле нашей, что будет потребно, исправлять». И далее он писал: «Дабы сей славы Отечеству достигнуть и чтоб то во всенародную пользу, по причине большого познания о употреблении вещей, поныне не весьма знакомых (по примеру наук прочих), в обычай ввести».

С большими трудностями, так как средств для сооружения машины было отпущено недостаточно, Ползунов с помощью нескольких учеников приступил в 1764 г. к созданию своей машины, и в 1765 г. она была построена.

Эта машина существенно отличалась от первого проекта Ползунова. Построенная машина решала лишь частную задачу: был сконструирован привод для нескольких печей и обеспечен малый расход топлива.

Ползунову не удалось дожить до пуска машины. Измотанный непосильной работой, он умер в мае 1766 г. от скоротечной чахотки.

Пуск машины был осуществлен лишь в августе 1766 г. Она проработала около двух месяцев, показав свою эффективность: за 43 дня работы принесла около 12 тыс. руб. прибыли. Но в ноябре 1766 г. котел дал течь. Машину остановили, а через несколько лет она была разобрана и забыта.

Универсальный паровой двигатель, пригодный для практической эксплуатации, был изобретен английским теплотехником Джеймсом Уаттом. Работу над паровыми машинами Уатт начал в 1764 г., когда ему поручили исправить модель пароатмосферной машины Ньюкомена. Он обратил внимание на большой непроизводительный расход пара и топлива в машине. Исследуя причину этого, Уатт пришел к выводу, что хорошая работа атмосферной машины зависит от выполнения двух условий: во-первых, для получения сильного разрежения под поршнем надо производить в цилиндре возможно более полную конденсацию пара, а для этого как можно сильнее охлаждать цилиндр, во-вторых, чтобы избежать непроизводительных потерь пара, надо его впускать для последующего хода поршня из котла в неохлажденный, горячий цилиндр. Выполнить эти два условия одновременно вначале представлялось технически невозможным.

Проведя целый ряд глубоких исследований и опытов, Уатт наконец разрешил эту сложную техническую задачу: он предложил производить конденсацию пара в отдельном резервуаре-конденсаторе, сообщающемся с цилиндром. Изобретение конденсатора – важнейшее изобретение Уатта на первом этапе работы над паровой машиной.

Патент на него Уатт получил в 1769 г. В заявке на патент он определил свое изобретение как «новый метод уменьшения расхода пара, а следовательно, и топлива в огненных машинах».

Таким образом, была найдена идея усовершенствования паровой машины. Но надо было перейти к практическому осуществлению этой идеи. Уатт потратил на это много лет упорного труда. Изготовление крупных машин стоило больших средств, а собственные средства

Уатта были ничтожны. Приходилось обращаться к фабрикантам и промышленникам с просьбами о финансировании постройки новой машины.

В начале 70-х годов XVIII в. Уатт задумывался о переезде в Россию. Русское правительство предложило английскому инженеру «занятие, сообразное с его вкусом и познаниями» с ежегодным жалованьем в 1000 фунтов стерлингов.

Отъезду Уатта в Россию помешал контракт, который он заключил в 1772 г. с Болтоном, владельцем машиностроительного предприятия в г. Сохо близ Бирмингема. Болтон давно знал об изобретении новой «огненной» машины, но сомневался в ее практической ценности. Он заключил договор с Уаттом лишь тогда, когда возникла реальная угроза отъезда изобретателя в Россию. Болтон показал себя умным и дальновидным человеком. Он не поспешил на расходы на сооружение машины.

Завод в Сохо славился первоклассным по тем временам оборудованием, имел квалифицированные рабочие кадры. Поэтому Уатт с восторгом принял предложение Болтона наладить на заводе производство паровых машин новой конструкции. С начала 70-х годов и до конца своей жизни Уатт оставался главным механиком завода. На заводе в Сохо в конце 1774 г. была построена первая машина двойного действия.

Уатт сразу начал работать над ее усовершенствованием. В 1777 г. Уатт, для дальнейшего повышения экономичности машины, предложил применять отсечку и расширение пара.

Первая машина Уатта значительно удешевила получение механической энергии преимущественно для нужд горной промышленности. Она очень быстро нашла себе применение в рудниках и шахтах, совершенно вытеснив машину Ньюкомена. Введение новых паровых машин на три четверти сокращало расход угля. Особенно большой интерес к машинам Уатта был проявлен со стороны хозяев медных рудников в Корнваллисе. Завод в Сохо к 1780 г. изготовил 40 паровых машин, половина из которых предназначалась для копей в Корнваллисе.

Однако, как и ранее изобретенные пароатмосферные машины, паровая машина двойного действия не была пригодна для роли универсального двигателя, она была применима лишь для подъема

воды из шахт. Машину можно было использовать на водокачках в городах, а также для приведения в движение воздуходувных машин, так как в этих случаях движение рабочих органов машины было прямолинейно-качательным.

Для ее использования на промышленных предприятиях нужно было иметь вал с насаженным на него колесом, непрерывно вращающимся, от которого можно было бы передать работу машинам-орудиям посредством ременной передачи. Необходимость именно в двигателях универсального применения чувствовалась в английской промышленности все больше и больше. На завод в Сохо приходили письма от предпринимателей с просьбами изготовить паровые машины новой системы, предназначенные не только для откачки воды, но и для приведения в движение станков в мастерских. С 1778 г. Уатт начинает разрабатывать машину с непрерывным вращательным движением. В результате была создана машина двойного действия, которая и стала универсальным тепловым двигателем. Патент на эту машину он получил в 1784 году.

Принцип действия машины заключался в том, что пар из котла поступал через золотник в цилиндр. Золотник позволял подавать пар то с одной стороны поршня, то с другой, создавая тем самым необходимое давление на поршень.

Таким образом, основные элементы универсальной паровой машины складывались постепенно. Важнейшие нововведения, которые внес Уатт в машину двойного действия, сводятся к следующему:

1. В отличие от первой пароатмосферной машины 1769 г. в машине, запатентованной в 1784 г., был применен принцип двойного действия, т. е. пар попеременно действовал то на одну, то на другую сторону поршня.

2. Для подачи пара в разные полости цилиндра он использовал специальное приспособление – золотник.

3. Для выравнивания вращательного движения Уатт применил маховое колесо.

4. Для преобразования в балансирной машине качательного движения поршня в непрерывное Уатт изобрел специальный механизм, обеспечивающий прямолинейность движения штока поршня, связанного с одним концом балансира (так называемый

параллелограмм Уатта), а также несколько способов преобразования прямолинейного движения во вращательное.

Поскольку Уатт для получения вращательного движения не мог в своей машине применить шатунно-кривошипный механизм (на такую передачу был взят охранный патент французским изобретателем Пикаром), он в 1781 г. взял патент на пять способов преобразования качательного движения в непрерывно-вращательное. Вначале для этой цели он применял планетарное, или солнечное, колесо.

Одним из важных механизмов в паровой машине двойного действия был механический центробежный регулятор, который при помощи специальной дроссельной заслонки в паропроводящей трубе регулировал поступление пара в машину.

В середине 80-х годов XVIII в. конструкция паровой машины была окончательно разработана, и паровая машина двойного действия стала универсальным тепловым двигателем, нашедшим широкое применение почти во всех отраслях хозяйства многих стран.

## Паровоз. Железная дорога

Крупная машинная индустрия в начале XIX в. не только поставила новые требования перед транспортом, но и подготовила материально-технические предпосылки для его перевооружения. Изобретение парового двигателя оказало решающее влияние на техническое перевооружение всей транспортной системы.

Развитие железнодорожного транспорта происходило по трем основным направлениям: возникновение и распространение рельсовых путей, изменение способа тяги, а также развитие специально приспособленных для рельсового пути вагонов.

Идея рельсового пути нашла себе применение в горном деле еще в XVI в. На рудниках в это время применялись примитивные деревянные рельсы, по которым двигались вагонетки с рудой. Затем начинают развиваться подъездные рельсовые пути для перевозок грузов внутри отдельных промышленных предприятий. Сначала рельсы были деревянные, затем постепенно их стали покрывать сверху чугунными пластинами или обивать железом. Первые чугунные рельсы появляются в Англии на горных предприятиях в конце 60-х годов XVIII в. Но эти рельсы были хрупкими и быстро изнашивались. После изобретения метода пудлингования, когда железо стало довольно дешево, стали распространяться железные рельсы. Рельсы из ковкого железа впервые применил в Англии инженер Никсон в 1803 г. Уже в 1820 г. в Англии было прочно освоено производство железных рельсов.

Повозки-вагонетки, которые двигались по рельсам на горных предприятиях, вначале представляли собой обыкновенные ящики на колесах. В 1786 г. ирландец Р. Л. Эджворт предложил использовать для перевозки грузов целые составы ящиков. Так возникли вагонетки. К началу XIX в. они применялись в горной промышленности повсеместно.

Сначала вагонетки откатывались по горным выработкам на поверхность вручную, затем перешли к конной тяге. Применение лошадей было особенно выгодно при использовании составов

вагонеток. Постепенно появляются так называемые конно-чугунные дороги.

Первая конно-чугунная дорога для общего пользования была открыта в Англии в графстве Юррей (близ Лондона). Протяжение этой дороги – 40 км. Одна лошадь по специально устроенному чугунному рельсовому пути везла состав из трех вагонов общим весом 9,2 тонны.

В России конно-чугунные дороги стали создаваться в начале XIX в. В этой области Россия опередила другие страны, за исключением Англии. В России были замечательные строители первых конно-чугунных дорог, среди которых прежде всего следует назвать П. К. Фролова.

Построенная в 1810 г. Фроловым Змеиногорская дорога на Алтае протяженностью в 2 км заменяла гужевую повинность более 500 крестьян. Фролов предложил и разработал очень смелый для своего времени проект постройки конно-чугунной дороги протяженностью около 150 км. Однако проекты Фролова не были осуществлены.

Конно-чугунная дорога не могла полностью решить проблему транспорта, так как лошадиная тяга не обеспечивала достаточную скорость движения и грузоподъемность. Нужен был новый двигатель. Внимание изобретателей в области транспорта привлек универсальный паровой двигатель.

Мысль о применении пара для нужд транспорта возникла еще в XVII в. Вначале пытались приспособить паровые двигатели к обыкновенным повозкам или телегам. Паровые повозки были рассчитаны на движение по прямой дороге без рельсов.

В 1763 г. французский инженер Кюньо построил первую паровую повозку. Эта машина работала всего несколько минут. В 1769 г. Кюньо построил более совершенную повозку, но ею невозможно было управлять.

В 1787 г. американец Эванс изобрел еще одну паровую повозку, однако столь несовершенную, что она не могла применяться на практике.

В конце 80-х годов XVIII в. Уильям Мердок, ученик и помощник Джемса Уатта, создал паровую повозку с двигателем конструкции своего учителя. Он построил ряд интересных моделей паровых повозок, но сделать практически пригодную транспортную машину ему также не удалось.

Многие изобретатели тогда пытались построить локомотив,двигающийся по рельсам. Особенно большое значение для создания железнодорожного транспорта имели работы шотландского инженера и механика Ричарда Тревитика, который первым пришел к идее применения паровых локомотивов на специально устроенных рельсовых путях. В 1803 г. Тревитик сконструировал паровоз для рельсового пути, а в феврале 1804 г. провел первое его испытание.

Вот как это событие описывалось в одной английской газете: «Позавчера состоялось долго ожидавшееся испытание новоизобретенной паровой машины мистера Тревитика... Испытание превзошло, ко всеобщему изумлению, все, что ожидали от него наиболее ярые сторонники. В данном случае... машина была употреблена для перевозки до 10 тонн полосового железа на расстояние свыше 9 миль; необходимо при этом отметить, что тяжесть груза быстро возросла с 10 до 15 тонн, благодаря не менее 70 человекам, взобравшимся на повозки. Подталкиваемые непобедимым любопытством, они жаждали прокатиться, пользуясь первым успехом талантов изобретателя... Машина совершила свое путешествие без пополнения котла водой и свободно передвигалась со скоростью 5 миль в час».

Впоследствии Тревитику удалось добиться повышения скорости, причем паровоз тащил целый поезд из пяти вагонеток общим весом около 25 тонн. Паровоз Тревитика был первым рельсовым паровозом в мире. Он имел один горизонтально расположенный паровой цилиндр. Движение поршня передавалось ведущим колесам паровоза при помощи шатуна, кривошипа и системы зубчатых колес. Чтобы облегчить прохождение шатуна через мертвые точки, Тревитик применил маховое колесо. Весил паровоз 6 тонн. Его котел имел цилиндрическую форму и обратную жаровую трубу, причем топка была устроена в передней части паровоза.

Большим затруднением при опытах с первым паровозом оказалось то, что путь, состоявший из хрупких чугунных рельсов, был не приспособлен для передвижения столь тяжелого паровоза. Поэтому происходили частые задержки из-за ломки рельсов. В конце концов этот паровоз был снят с рельсов и использован как стационарная машина.

Через три года упорной работы над усовершенствованием паровоза и рельсового пути Тревитик построил первую в мире опытную кольцевую дорогу в Лондоне. Сооружая ее, изобретатель поставил цель популяризировать свое изобретение, для того чтобы добиться финансовой поддержки.

Несколько позже Тревитик открыл для всеобщего пользования небольшую кольцевую железную дорогу вблизи одного из лондонских скверов. Она работала несколько недель, затем лопнули рельсы, и паровоз опрокинулся. Тревитик, затративший на постройку дороги все свои средства, был не в состоянии отремонтировать путь и поставить паровоз на рельсы. В конце концов Тревитик был вынужден прекратить работу по созданию новых локомотивов. Однако над созданием новых паровозов продолжали работать другие изобретатели. За период с 1803 по 1814 г. появилось много весьма разнообразных моделей рельсовых паровозов. В области паровозостроения в Англии в тот период работали изобретатели Бленкинсон, Меррей, братья Чемпей, Brenton, Хедли и др.

В 1814 г. сконструировал и испытал свой первый паровоз Джордж Стефенсон. Самоучкой, он с большим упорством изучал механику, физику и другие науки. Параллельно работал над изобретением различных машин и механизмов. Свой первый паровоз Стефенсон назвал «Блюхер», в честь победителя Наполеона при Ватерлоо. «Блюхер» повторял в своей конструкции многие черты паровозов предыдущих изобретателей. Первый паровоз Стефенсона был очень тяжел, медленно двигался, работал малопродуктивно, но непрерывно. В дальнейшем Стефенсон продолжал работу над совершенствованием конструкции своего паровоза. К 1825 г. он построил 16 различных паровозов, упорно добиваясь наиболее приемлемой конструкции. Много внимания Стефенсон уделял совершенствованию рельсовых путей.

До 1825 г. паровозы использовались главным образом на маленьких частных дорогах. Появление более совершенных конструкций паровозов стимулировало строительство новых железнодорожных линий. В 1818 г. была построена железнодорожная линия протяженностью в 61 км между городами Стоктоном и Дарлингтоном, предназначенная для перевозки угля. 27 сентября 1825 г. Стоктон-Дарлингтонская линия была открыта для публики. В

первом рейсе во главе поезда следовал паровоз, управляемый Стефенсоном, за паровозом двигались 6 вагонов с углем и мукой, за ними – вагон с директорами и владельцами дороги, затем 20 угольных вагонов, приспособленных для пассажиров, и, наконец, 6 вагонов, груженных углем. Последний отрезок пути имел небольшой уклон к Дарлингтону, Стефенсон и в этом месте решил испытать скорость поезда... Он увеличил скорость хода до 15 миль в час. Когда поезд прибыл в Дарлингтон, оказалось, что в вагонах его было 450 пассажиров, а сам поезд весил 90 тонн.

Новая железная дорога быстро показала преимущества нового вида транспорта перед старыми способами передвижения. Популярность железнодорожного транспорта в Англии росла. В 1829 г. был объявлен конкурс на создание лучшего паровоза. Стефенсон представил на конкурс свой новый паровоз – знаменитую «Ракету». «Ракета» имела машину мощностью в 13,7 л. с. На конкурсе производились испытания всех типов локомотивов. Этот конкурс закончился победой «Ракеты», которая свободно тянула поезд весом в 17 т со скоростью 21 км в час. Скорость паровоза с одним пассажирским вагоном и 36 пассажирами составила 38 км в час.

«Ракета» была наиболее совершенным локомотивом своего времени. Изобретатель приспособил к паровозу только что появившийся тогда трубчатый котел, который дал возможность значительно увеличить скорость локомотива. «Ракета» была построена с учетом всех достижений паровозостроения своего времени и являлась как бы подведением итогов периода развития паровоза.

В 1830 г. в Англии для пассажирского движения была открыта железная дорога между Ливерпулем и Манчестером протяженностью 45 км. В этом же году в США была построена первая железнодорожная линия Чарльстон – Огаста длиной 64 км. В 1832 г. были построены первые железные дороги во Франции, в 1835 г. – в Бельгии и Германии, а в 1837 г. – в России и Австрии.

Первый паровоз в России был построен на Нижнетагильском заводе на Урале в августе 1834 г. замечательными русскими механиками, крепостными Е. А. Черепановым и его сыном М. Е. Черепановым. Паровоз Черепановых возил состав весом в 3,3 т со скоростью от 13 до 16 км в час. Для увеличения парообразования Черепановы установили на паровозе дымогарный котел с большим

количеством трубок, чем в паровозе Стефенсона, а также применили специальный механизм обратного хода. Вслед за первым паровозом Черепановы в 1835 г. построили второй, более мощный паровоз, который мог возить за собой до 1000 пудов груза.

Однако замечательные машины Черепановых не были использованы для развития железнодорожного транспорта в России. В 1837 г. была построена железная дорога между Петербургом и Царским Селом протяженностью 27 км. Несмотря на отечественный опыт паровозостроения, царское правительство выписало паровозы из Англии, отказавшись от использования локомотивов, созданных Черепановыми. В 1851 г. в России была сооружена двухколейная Петербургско-Московская железная дорога.

К середине XIX в. темпы сооружения железных дорог общего пользования с паровой тягой все более и более возрастают. С 1840 по 1870 годы, т. е. за 30 лет, протяженность железных дорог во всем мире увеличилась в 14 раз. В 1875 г. протяженность железных дорог во всех странах составляла 294 тыс. км, а в 1917 г. она достигла 1146 тыс. км.

В 70-х годах XIX в. началась новая эра в развитии паровозной тяги, связанная с введением на транспорте компаунд-машин, т. е. паровых машин двойного (или многократного) расширения.

Разница между паровозом простого расширения и паровозом системы «компаунд» состояла в том, что у паровоза простого расширения употреблялись исключительно цилиндры высокого давления, а отработанный пар переходил из цилиндра прямо в атмосферу. У паровозов же системы «компаунд» применялись цилиндры высокого и низкого давления, а отработанный пар из цилиндра высокого давления переходил в другой цилиндр большего диаметра, в котором он вторично расширялся и затем уже выпускался в атмосферу.

Главным достоинством паровозов системы «компаунд» являлась большая экономичность. Этим обстоятельством и объясняется быстрое их распространение на железнодорожном транспорте в конце XIX в. С ростом железнодорожной сети и железнодорожных перевозок резко повысилась потребность в топливе. Насущным стал вопрос его экономии. Переход железнодорожной тяги на систему «компаунд» разрешил эту задачу. Применение паровозов системы «компаунд» нередко сокращало расходы угля на 15–30 %.

В 1850 г. машинистом Большой Восточной дороги в Англии Джоном Никольсоном был предложен первый проект паровоза системы «компаунд».

В 1855 г. появились первые товарные и пассажирские паровозы этой системы. Их испытания прошли весьма удовлетворительно, однако до 70-х годов XIX в. эти паровозы распространялись очень медленно.

Принцип «компаунд» в паровозостроении возродил французский инженер Маллет, который в 1876 г. создал свой паровоз-компаунд. Первые паровозы системы Маллета появились на железнодорожной линии Бианна – Биариц (Франция – Швейцария). Они были построены на заводе Шнейдера и Крезо близ Парижа. В 1878 г. тот же завод построил еще два усовершенствованных паровоза-компаунд. Один из них демонстрировался на Парижской выставке в 1878 г. С этого времени они получили большое распространение на железных дорогах в Европе.

С 80-х годов XIX в. над усовершенствованием паровозов системы «компаунд» работало много инженеров в Англии, Франции, Америке, Германии и в России. В эти годы возникли разнообразные системы паровоза-компаунд: дуплекс-компаунд, типа «Тектоник», «Грейт-Британ» и др.

Большое распространение паровозы системы «компаунд» получили в XIX – начале XX в. Однако, несмотря на целый ряд достоинств, они имели и крупные недостатки. Система «компаунд» была громоздкой, ремонт ее сложный. Этими паровозами было трудно управлять. Усовершенствование паровозов «компаунд» привело к возникновению нового типа паровозов, так называемых «сочлененных», или гибких. Первый сочлененный паровоз построил инженер Маллет в 1887 году.

Крупным усовершенствованием конструкции паровоза явилось применение в паровых машинах перегретого пара.

Экономичность паровой машины можно повысить повышением давления пара, использованием его расширения и устранением конденсации в цилиндре. Перегрев пара устраняет конденсацию в цилиндре при помощи особых устройств – пароперегревателей. Первые пригодные для эксплуатации пароперегреватели разработал немецкий, ученый Вильгельм Шмидт в 1898 году. Работать на

перегретом паре оказалось выгодно. Он значительно повышал коэффициент полезного действия паровой машины, не усложнял систему управления паровоза и его конструкции.

В конце XIX в. производство паровозов, по сравнению с 70-ми годами XIX в., возросло в 2–2,5 раза. В дальнейшем количество паровозов продолжало расти. Если в 90-х годах XIX в. во всех странах производилось два паровоза в год, то в 1905–1907 гг. количество выпускаемых ежегодно паровозов увеличилось до 5,5–7,3 тысяч. К началу XX в. вес паровоза, по сравнению с первыми локомотивами, увеличился в 28 раз, рабочее давление пара – в 4,5 раза.

За 70 лет скорость паровозов возросла в 5 раз, мощность – в 100 раз, а сила тяги – в 30 раз. Вес состава поезда за этот период возрос в 10 раз.

В конце века делались попытки заменить малоэффективную паровую машину другими двигателями, в частности двигателем внутреннего сгорания и электродвигателем.

В этот период развивается и вагонный парк железных дорог. Создаются новые типы вагонов. Совершенствуется конструкция кузова рессорного подвешивания, тяговых приборов, буферного устройства, тормозов и т. д., появляются специальные вагоны для перевозки тяжелого заводского оборудования, скоропортящихся наливных грузов. В 1867 г. в США были созданы первые спальные вагоны системы «пульман».

Большое значение для развития железнодорожного транспорта имели появившиеся в этот период пневматические тормоза. Наиболее совершенную конструкцию пневматических тормозов создал американец Вестингауз. Патент на свое изобретение Вестингауз получил в 1869 г., но применяться этот тормоз стал лишь в 1872 г. после того, как его действие было автоматизировано.

В конце XIX в. появляются различные конструкции путей. Если первоначально железные дороги представляли собой нечто единое по общему типу постройки, то постепенно происходила дифференциация типа дороги, как по их устройству, так и по назначению. В зависимости от размеров движения сооружаются однопутные, двухпутные и многопутные железные дороги.

Изменяется и материал, применяемый для изготовления рельсов. После широкого распространения бессемеровского способа получения

стали железные рельсы, первоначально изготавливаемые из пудлингового железа, стали заменять стальными. Появились более тяжелые типы рельсов, что способствовало повышению устойчивости и безопасности движения поездов.

В 20–30-х годах XX в. паровозы заменили более экономичными тепловозами, а позже – электровозами.

## Паровой молот

Когда человек научился обрабатывать металлы, он начал обрабатывать их ударами молота. Так родиласьковка. Многие векаковка была ручной: на наковальню клали кусок нагретого металла и били по нему молотом. Обрабатываемый металл принимал нужную форму, уплотнялся, в результате улучшалась его структура.

Самый тяжелый ручной молот имел вес 20–30 кг, и орудовать им могли только физически сильные люди. В XVI в. появились молоты весом до 400 кг, они приводились в движение энергией падающей воды.

К концу XVIII в.ковка все еще оставалась главным металлообрабатывающим процессом металлургической технологии, и гидравлические молоты уже не могли удовлетворить возросшие требования производства.

Усилия изобретателей сконцентрировались на проблеме созданияковочного молота, приводимого в движение энергией пара. Первым попытался решить эту проблему создатель паровой машины Джеймс Уатт. В 1784 г. сразу после получения патента на паровую машину он запатентовал и паровой молот. Сущность изобретения состояла в приспособлении паровой машины, снабженной маховым колесом, для привода распространенного в то время рычажного молота. Первый из молотов Уатта весил 120 фунтов (54,5 кг) и поднимался на высоту 8 дюймов (203 мм). Затем Уатт построил рычажный паровой молот с весом падающих частей около 380 кг, работавший с частотой 300 ударов в минуту. Несмотря на ряд усовершенствований, кинематическая часть молота была устаревшей и сводила на нет большие возможности парового двигателя. Поэтому практического распространения молот Уатта не получил.

Широкую дорогу паровому молоту открыл английский инженер Дж. Несмит. В 1839 г. он разработал конструкцию молота, популярного в 40-х годах XIX в. в металлургической и машиностроительной промышленности.

Молот Несмита представлял из себя массивную металлическую станину, по направляющим которой в вертикальной плоскости

перемещалась баба с верхним бойком. Движение ей передавалось штоком, соединенным с поршнем парового цилиндра, расположенного в верхней части станины. Последняя устанавливалась на железной плите и крепилась к фундаменту молота болтами. Нижний боек монтировался на массивном шаботе. Управление молотом осуществлялось вручную. Для приведения его в действие рабочий, находящийся около молота, с помощью специального устройства открывал кран паропровода, соединенного с нижней частью парового цилиндра. В результате подачи пара поршень совершал движение вверх, поднимая одновременно шток и бабу с верхним бойком. Для совершения рабочего хода открывалась задвижка для выпуска пара из цилиндра, после чего начиналось падение бабы. Сила удара измерялась суммарной массой падающих частей (поршня, штока, бабы с бойком) и высотой их падения.

Проект Несмита не был сразу же применен на практике из-за отсутствия средств. Владельцы металлургических заводов, которых изобретатель познакомил со своим детищем, одобрили изобретение, но желая строить молот не высказали. Это обстоятельство, а также отсутствие у Несмита свободных средств не позволили ему выкупить патент, за который полагалось заплатить 500 фунтов стерлингов.

Впервые паровой молот системы Несмита был построен в 1840 г. во Франции механиком Бурдоном на заводах акционерного общества «Шнейдер и Ко» в Крезе. Сам Несмит увидел там свой молот совершенно случайно во время посещения предприятия. Оказалось, что Бурдон увидел чертеж Несмита в книге проектов на заводе Несмита, срисовал его и по приезде во Францию быстро построил молот.

Построенный Бурдоном молот состоял из чугунной бабы, соединенной штоком с поршнем парового цилиндра. Распределение пара регулировалось золотником, приводимым в действие ручным рычагом. Станина опиралась четырьмя стойками на каменный фундамент. Чугунная наковальня устанавливалась на массивных деревянных брусках, несколько смягчавших удары при ковке. Молот предназначался для обработки наиболее крупных поковок. Баба этого молота весила 2500 кг, максимальная высота ее падения составляла 2 метра.

В 1840 г. Несмит получил патент на свое изобретение. Тогда же на его заводе был построен паровой молот с массой бойка 1524 кг. При постройке были использованы новшества, которые в своем молоте не использовал Бурдон.

По некоторым сведениям, паровой молот системы Несмита вскоре был построен на паровом заводе близ Цвикау в Германии по чертежам директора предприятия Дорнинга.

Первые паровые молоты были простого действия и имели открытый сверху паровой цилиндр, ручной распределительный механизм. Усилия металлургов и конструкторов были направлены на совершенствование основных узлов молота и увеличение силы удара. Важное значение имели разработки самого Несмита, внесшего в конструкцию молота ряд нововведений, значительно повысивших его эффективность. К их числу относится изобретение воздушной подушки, размещенной в верхней части цилиндра. Она предназначалась для предохранения верхней крышки парового цилиндра от разрушения при случайном ударе поршня. Для этого в верхней части цилиндра было предусмотрено некоторое пространство. В процессе движения поршня вверх он, перейдя выпускное отверстие, сжимал воздух в верхней части цилиндра, создавая воздушную подушку. Кроме того, сжатый воздух после рабочего хода сбрасывал вниз поршень, увеличивая этим силу удара.

Вначале проблема повышения мощности паровых молотов решалась главным образом за счет увеличения массы бабы. В 1843 г. все тот же Несмит предложил молот двойного действия (молот с верхним паром). Давление пара стало использоваться не только для подъема, но и для ускорения падения бабы. При подаче пара в верхнюю часть цилиндра поршень отбрасывался вниз, увеличивая кинетическую энергию падающих частей молота. По аналогии с паровой машиной золотник приводился в движение струей пара, который попеременно впускался в верхнюю и нижнюю полости парового цилиндра, опуская или поднимая бабу.

В зависимости от мощности паровых молотов получили распространение несколько систем парораспределения. Наиболее широко применялись золотниковое и клапанное. Золотниковое парораспределение было характерно для небольших молотов, а клапанное – для молотов большой мощности.

Указанные системы управлялись с помощью специальных рычагов и тяг вручную или автоматически. При автоматическом режиме механизм парораспределения был связан с бабой молота. Автоматическое изменение хода производилось во всех молотах при подъеме бабы на наибольшую допускаемую высоту. Это предупреждало возможные аварии при ударе поршня о верхнюю крышку цилиндра или от удара бабы в нижний сальник цилиндра.

Крупные молоты, как правило, были простого действия, небольшие – двойного действия, молоты средней мощности изготавливались как простого, так и двойного действия.

При кричном переделе железа молот применялся как для получения компактного кричного железа, так и для отковки различных полуфабрикатов и изделий. Затем для первой операции стали применяться прокатные станы.

Вместе с тем в условиях бурного развития машиностроения непрерывно возрастала потребность в крупных кованных деталях для разнообразных машин и механизмов. После появления в 50–60-х годах XIX в. бессемеровского и мартеновского способов выплавки стали стало возможным получение крупных стальных отливок. Их обработка требовала сверхмощных паровых молотов. Среди потребителей таких молотов были оружейные, судостроительные, механические заводы.

Большой вклад в развитие производства паровых молотов внесли русские инженеры и ученые. Так, в 1872 г. Обуховский завод экспонировал на Московской политехнической выставке ствол 12-дюймового орудия, выкованного из стального слитка весом 40 тонн. На этом предприятии был и 50-тонный паровой молот. Его шабот был отлит из чугуна, состоял из четырех частей и имел массу 460 тонн. Молот делал 25 ударов в минуту при высоте подъема 2,9 м. В 1873 г. на Пермском пушечном заводе был построен 50-тонный молот двойного действия. Его шабот в 12 раз превышал массу падающих частей и весил 600 тонн. Высота подъема бабы составляла 3 м. Общая масса молота – 1442 тонны.

В 1872 г. во Франции на заводе «Шнейдер и К<sup>о</sup>» в Крезе был установлен 100-тонный паровой молот, там ковали слитки массой 120 тонн. Наиболее тяжелый 125-тонный паровой молот был построен в 1891 г. в США на заводе Вифлеемской компании. Все эти сверхтяжелые молоты были простого действия.

На этом производство гигантских молотов прекратилось, так как выявились большие трудности в их производстве и эксплуатации. Сильные удары молотов вызывали сотрясения зданий цехов, почвы в окрестностях предприятий. Это стало опасным для целостности окружающих строительных сооружений и самих молотов. На смену им пришли гидравлические ковочные прессы.

В процессе развития и совершенствования парового молота изобретатели пошли по пути устранения двух недостатков – низкого теплового коэффициента полезного действия и сотрясающего удара, разрушающего как здание, так и сам молот. В результате были разработаны конструкции бесшаботных молотов с двусторонним вертикальным или горизонтальным ударами. Они не требовали громоздких фундаментов и не вызывали сотрясений зданий.

Для предотвращения перекосов и смещения одних частей молота относительно других при сильных ударах стали изготавливать двухстанинные молоты. У них были надежные направляющие для бабы, обеспечивающие их более устойчивую работу. Недостаток таких молотов в том, что в связи с наличием двух станин уменьшается площадь рабочего места. Это затрудняло работу с крупными заготовками. Для разрешения проблемы были созданы мостовые молоты. Их паровой цилиндр располагали на мостовой ферме, поддерживаемой двумя опорами, далеко отстоящими друг от друга.

В 30-х годах XX в. строились паровые молоты с массой падающих частей от 25 кг до 15 тонн и более. Высота подъема бабы – от 0,7 до 1 метра, иногда до 3 м. Число ударов в молотах небольшой мощности при автоматическом управлении доходило до 500 в минуту, в более крупных – от 30 до 150 в минуту.

Существенным недостатком паровых молотов был большой расход пара, достигавший 10 тонн на 1 тонну поковок. Для повышения экономичности молотов для привода вместо пара стали использовать сжатый воздух, подаваемый в цилиндр от центрального компрессора. Преимущество воздуха в том, что он не конденсируется, и поэтому не нужно держать котел постоянно под паром. Воздух применяется для привода молотов небольшой мощности.

В Советском Союзе были сконструированы штамповочные молоты для автомобильной и авиационной промышленности. Для предотвращения сейсмического воздействия на окружающие объекты

молоты устанавливаются на виброизолирующие фундаменты. Сейчас эксплуатируются молоты с эффективной энергией удара миллион джоулей. В 1975 г. на Новокраматорском машиностроительном заводе был сконструирован самый большой в мире бесшаботный молот с энергией удара 1 470 000 джоулей.

# Пароход

Еще в начале XVIII в. Дени Папен построил лодку, приводимую в движение паром. Но лодка двигалась медленно, так как паровой двигатель, установленный на ней, был еще несовершенен. Кроме того, Папен не смог довести испытания этой лодки до конца: ее разбили лодочники на р. Фульде.

В 1736 г. англичанин Джонатан Хольз попытался применить на судах паровую машину Ньюкомена. Однако эта машина оказалась совершенно непригодной в качестве двигателя судна.

С изобретением парового двигателя Уатта начались опыты по применению новой машины в судоходстве. Наиболее удачной попыткой можно считать пароход, построенный французом Жоффруа. В 1781 г. его паровая лодка при помощи парового двигателя могла уже целый час плыть против движения.

В 1785 г. американец Фитч построил пароход, где паровой двигатель приводил в движение весла. Однако испытания парохода прошли неудачно.

Первый пригодный для судоходства пароход изобрел инженер и механик ирландец Роберт Фултон. Он родился в бедной крестьянской семье, был гениальным самоучкой.

Свой первый, еще несовершенный, пароход Фултон построил и испытал на Сене в Париже. В 1803 г. опыт удался, судно в течение 1,5 часа плавало по Сене, развивая скорость 5 км в час (по течению). Так как на строительство большого парового судна французское правительство не отпустило средств, Фултон уехал в Америку, где продолжал заниматься совершенствованием своего парохода.

В 1807 г. Фултон построил колесный пароход «Клермонт», установив там паровую машину двойного действия Уатта. Длина парохода равнялась 43 м, мощность двигателя – 20 л. с., тоннаж – 15 т. В 1807 г. «Клермонт» совершил свой первый рейс по Гудзону из Нью-Йорка в Олбани протяжением 150 миль (270 км). Происходивший против течения и при встречном ветре рейс занял 32 часа. Скоро по Гудзону было налажено регулярное движение. «Клермонт» Фултона

положил начало паровому судоходству. С этого времени пароходы стали строить и в других странах.

В 1811 г. шотландец Белль построил первый пароход в Англии. В 1815 г. в России на Ижевском металлургическом и механическом заводах были построены первые два парохода. Мощность паровых машин пароходов достигала 30 л. с. В том же году был построен и первый пароход в Петербурге. Он совершал регулярные рейсы между Петербургом и Кронштадтом. С применением парового двигателя в судоходстве начался процесс создания мощного парового морского торгового, пассажирского и военного флотов.

Вслед за изобретением речного парохода делаются попытки технически усовершенствовать все виды морского транспорта. Уже в 1819 г. на трансатлантической линии между Америкой и Европой появился пароход «Саванна», доставивший груз хлопка из США в Англию. «Саванна» находилась в пути 26 дней. В том же 1819 г. «Саванна» пришла в Петербургский порт. Это был первый иностранный пароход, посетивший Россию. В 1825 г. английский пароход «Энтерпрайз» за 113 дней совершил путешествие из Лондона в Калькутту. В 1829 г. голландский пароход «Кюрасо» прошел путь из Голландии в Вест-Индию за 32 дня.

Однако морское судостроение до 40-х годов XIX в. развивалось сравнительно медленно. Строительство пароходов тормозили недостатки в конструкции, выявленные в процессе эксплуатации, устранить которые сразу не представлялось возможным. И только коренное изменение конструкции пароходов и двигателей, а также переход к новым строительным материалам для строительства судов стимулировали быстрое развитие морского судостроения.

Величайшее значение для судостроения имел переход к строительству железных и стальных корпусов пароходов.

Другим очень важным фактором развития морского флота было изобретение гребного винта, сменившего гребные колеса первых пароходов. До конца 30-х годов XIX в. пароходы строились с гребными колесами, которые ломали морские волны. Они являлись наиболее уязвимым местом во время боя, их повреждение сразу же выводило судно из строя.

В 1826 г. Иосиф Рессел, впервые изготовил небольшой гребной винт и затем установил его на маленькой лодке грузоподъемностью

5 т. Винт приводился в движение вручную двумя матросами. Испытания лодки прошли успешно. Лодка Рессела развивала скорость большую, чем двухвесельная лодка. После первых испытаний, проходивших в Триесте, Рессел окончательно решил вопрос о месте расположения гребного винта: между кормой и рулем (в первых вариантах винт находился под носом лодки).

В 1827 г. Рессел оформил патент на свой гребной винт сроком на два года.

Ему удалось убедить некоего купца Фонтано финансировать постройку парового судна с винтом и совершать на нем постоянное плавание между Триестом и Венецией.

После неоднократных просьб изобретателю удалось получить разрешение на постройку парохода с винтом. Был построен двухмачтовый пароход «Сова», водоизмещением 48 т и грузоподъемностью 33 т. А 4 августа 1829 г. «Сова» вышла в свое первое плавание с 40 пассажирами на борту. Длина крупного гребного винта «Совы» была равна 1,88 м, диаметр – 1,88 м. На пароходе была установлена паровая машина мощностью в 6 л. с.

В апреле 1828 г. в Париже Рессел продемонстрировал гребной винт, установленный на небольшой лодке. Некий Бауэр – посредник фирмы «Маляр» – втерся в доверие к Ресселу, обещал финансовую поддержку и просил рассказать о своем изобретении. Доверчивый Рессел показал Бауэру чертежи и ознакомил его с принципом работы гребного винта. Узнав секрет изобретения, Бауэр исчез. А через 4 месяца после посещения Ресселом Парижа, 19 августа 1828 г., французская фирма «Маляр» получила патент на гребной винт. В патенте вместо винта фигурировала спираль, которая была точной копией винта Рессела.

10 июня 1829 г. английский торговец Карл Гуммер, не без помощи Бауэра, также получил патент на гребной винт, отличавшийся от винта Рессела только тем, что у него был один полный виток. С этого времени во многих странах началась усиленная работа над воплощением идеи использования винта как движителя пароходов.

Гуммер построил ряд пароходов с гребными винтами. В 1838 г. англичанин Смит построил первый, вполне пригодный для практических целей, пароход «Архимед» с гребным винтом. Вскоре был сделан еще ряд усовершенствований винтовых пароходов, и к

концу 40-х годов XIX в. гребной винт начал быстро вытеснять гребные колеса, в первую очередь в морском военном флоте.

Увеличение размеров пароходов вызвало рост размера двигателя и введение различных усовершенствований (введение многократного расширения пара, пара высокого давления и т. п.), изменилась и мощность двигателей. Если мощность паровых двигателей на первых пароходах составляла не более 10–20 л. с., то в конце 1850-х годов американский инженер-механик Брюнелль построил пароход «Великий восточный» с двумя двигателями мощностью по 8300 л. с. каждый.

С начала 30-х годов стали появляться первые пароходы, пригодные для регулярных океанских рейсов. С конца 30-х годов XIX в. наладилось регулярное пароходное сообщение между Европой и Америкой, а затем между Европой и другими континентами. В 1842 г. было совершено первое кругосветное путешествие на пароходе. Пароходные линии, подобно железным дорогам, обеспечивали быстроту и регулярность передвижения, а также резко понизили стоимость перевозки грузов.

До 70-х годов паровой флот не являлся полновластным хозяином водных просторов. Существовал и парусный флот, занимающий значительную часть общей системы водного транспорта. В 1871 г. мировой тоннаж парового флота составлял всего 2,4 млн тонн, а тоннаж парусного флота достиг 15,3 млн тонн, но паровой флот развивался стремительно, а в парусном флоте, наоборот, наметилась тенденция к упадку.

## Парусные суда

Применение паруса стало первым использованием человеком энергии природной стихии – воздуха. Паруса применялись около 5 тысяч лет назад в Древнем Египте, Финикии, Китае и других странах как вспомогательный источник движущей силы гребных кораблей, дополняющий весла.

Это было связано с тем, что примитивные средства управления судами не позволяли управлять парусами при направлении ветра, не совпадающем с курсом. Первые паруса делали из звериных шкур, рогожи, папируса, скрепленных жердями дранок. Позже для изготовления парусины стали применять лен и хлопок.

Изображение паруса было обнаружено на скальном рельефе в Нубийской пустыне, датированном VI–V тысячелетиями до н. э. Египетские суда оснащались невысокой стационарной или заваливающейся мачтой, похожей на перевернутую рогатку. Она крепилась к бортам, придавая всей конструкции судна дополнительную прочность. Более устойчивой такую мачту делали растяжки – штаги, крепившиеся к носу и корме судна. На передней стороне мачты были два рея – поперечные планки, верхний рей был подвижным. Между ними натягивался квадратный парус, сшитый из нескольких полотен. Реи позволяли изменять площадь парусности при их передвижении по мачте в вертикальной плоскости, а также приводить судно к ветру, поворачивая верхний рей в горизонтальной плоскости.

Когда судно плыло вниз по течению, против ветра, паруса убирали, реи снижали, разворачивали и закрепляли в продольной плоскости на специальных подставках, чтобы уменьшить сопротивление воздуха.

Позже один угол паруса стали срезать, и он приобрел форму трапеции. Такой парус уменьшал сопротивление ветра и облегчал маневрирование при курсе против ветра.

Постепенно египетские суда увеличили свою осадку, их борта стала соединять полная палуба, под которой находились обширные грузовые трюмы. Важным усовершенствованием стало появление на

кораблях киля, к которому крепился шпангоутный каркас. Мачтой служил короткий, гладко оструганный ствол дерева, пропущенный через центр палубы и крепившийся к килю. Рей делался составным из двух конически оструганных брусев, крепко соединенных друг с другом. Он позволял значительно увеличить площадь парусности.

В Древней Греции и Финикии на кораблях возросло число мачт. На носу могла устанавливаться наклонная мачта, на которой устанавливался небольшой вспомогательный парус, за ней стояла, по современной терминологии, фок-мачта и далее – грот-мачта. На грот-мачте находился самый большой по площади парус четырехугольной формы. Верхний парус крепился на рее. В штормовую погоду рей приспускался до середины мачты, парус тянули вниз до палубы и затем сворачивали. Таким же способом уменьшали или увеличивали площадь парусности. Иногда на мачте устанавливали второй парус, похожий на современный вымпел, свисающий косицами вниз. Он управлялся одним шкотом, прикрепленным к правой косице, в то время как левая привязывалась к борту.

Суда управлялись при помощи рулевого колеса. Первоначально оно отличалось от обычного лишь размером и более широкой лопастью. Рулевое весло крепилось в корме с помощью каната, а на больших судах оно пропусклось сквозь отверстие в обшивке. Небольшое весло держали обеими руками, длинные и толстые кормила имели деревянную поперечину, прикрепляющуюся либо к оконечности рукоятки весла, либо на некотором удалении от него.

На небольших кораблях обоими веслами управлял один рулевой, на больших – у каждого весла находился свой рулевой.

Долгое время парус был вспомогательным движителем на гребных судах. Первые чисто парусные суда появились в X–XIII вв. в скандинавских и средиземноморских странах. Они назывались нефы, драккары, каракки. Сначала они были двухмачтовыми и несли треугольные латинские паруса, позволяющие лавировать против ветра. Кормовое весло было вытеснено поворотным рулем, значительно повысившим маневренность. Такой руль назывался наваррским рулем. Он прочно навешивался на ахтерштевень – продолжение киля в кормовой части судна. Руль устанавливался под водой на достаточной глубине, чтобы закрыть от действия волн. К рулю прикреплялся румпель – рычаг для поворота руля. Румпель поворачивался

вертикально установленным рычагом-колдерштоком. На малых судах румпелем управляли непосредственно.

Усовершенствованное рулевое управление позволило улучшить оснастку судов. Кроме того, размеры руля можно было увеличивать, что позволило строить большие корабли с хорошими мореходными качествами, которые могли плавать против ветра.

Постепенно количество мачт увеличилось до трех и четырех. На первых двух ставились прямые нижние паруса. Корма таких судов была значительно выше передней и средней частей. Она должна была защищать от высоких волн, которые при попутном ветре окатывали судно по всей палубе.

Развитие парусов влекло за собой появление разнообразных многочисленных снастей для укрепления мачт и управления парусами. В общем они называются стоячим и бегучим такелажем. Первой от носа мачтой была фок-мачта, затем – грот и бизань. Основной и самой высокой мачтой являлась грот-мачта. Она устанавливалась в средней части корабля – в середине по длине киля или в середине главной палубы. Грот-мачта была эталоном, по которому до II половины XVII в. определяли длину и толщину остальных мачт и такелажа.

Сравнительно небольшие мачты делались из стволов целых деревьев, на сооружение больших шли деревянные пластины – фиши. Они скреплялись точеными дубовыми стержнями – коксами – и стягивались металлическими бугелями. Увеличение размеров кораблей вело к удлинению и утолщению мачт, а также к увеличению числа и площади отдельных парусов. Для их размещения в носу судна появилась наклонная мачта – бушприт. Колена, составлявшие мачту, назывались стеньгами, а составлявшие бушприт – утлегарь.

Корабельные паруса по форме покроя разделялись на прямые – в виде правильных четырехугольников или трапеций, косые – в виде неправильных четырехугольников и треугольные. Наибольшие по площади паруса, поднимавшиеся на фок- и грот-мачтах служили главным образом для развития скорости. На бушприте и под ним сначала ставились два небольших паруса – бом-блинд и блинд. Такое размещение было неудачным: океанские волны срывали эти паруса. Позже они были заменены треугольными стакселями и кливерами, расположенными выше бушприта.

На рубеже XIV–XV вв. появилась каравелла – судно, которое произвело революцию в кораблестроении. Сначала каравеллами называли суда, способные принять в трюмы более 100 тонн груза. По мере увеличения грузоподъемности итальянцы называли такие суда каравелеттами, каравеллоне и, наконец, каравеллами.

Позднее каравеллы стали различать по типу оснастки. Каравелла-латина несла на мачтах треугольные латинские паруса, способные хорошо забирать ветер, а каравелла-редонда имела косой парус только на бизань-мачте.

Каравелла-латина была быстроходной и остойчивой. Но при перемене ветра или штиле на ней приходилось убирать фок и бизань и обносить грот вокруг мачты для установки в диаметральной плоскости судна. Этому неудобства была лишена редонда: ее грот-мачта была намного больше, чем длина судна, а фок- и бизань-мачты были более чем в два раза короче ее.

Каравеллы имели высокие нос и корму. На бушприте укреплялся блинд – прямой или косой парус.

Каравеллы стали последним типом судна Средних веков.

Чуть позже появился барк – военный парусник с числом мачт от 3 до 5, водоизмещением до 400 тонн. На передних мачтах устанавливалось прямое парусное вооружение, а на низкой бизани – косое.

В XVII–XVIII вв. появился бриг – двухмачтовое парусное судно с прямым вооружением.

Новая практика курсирования кораблей в одном районе с заданной целью породила понятие крейсерства и новый вид кораблей – крейсеров. Крейсера, патрулировавшие или сражавшиеся в строю – линии, – англичане называли линейными кораблями.

Самым заметным из них стал фрегат. Он имел три мачты с прямым парусным вооружением и водоизмещением от 120 до 240 тонн. На фок- и грот-мачтах могло подниматься до 5 парусов. Фрегат мог иметь до 42 пушек, расположенных на специальной батареейной палубе и стреляющих через порты. В XIX в. некоторые фрегаты были оснащены 62 орудиями (у них была двойная батарея и команда до 400 человек). Обычно фрегат нес не более 20 пушек. Из-за плохого крепления они часто срывались, что приводило к тяжелым последствиям. Скорость фрегата доходила до 6–7 узлов.

Упрощение корабельной архитектуры привело к появлению корвета. От фрегата он отличался отсутствием палубных надстроек и меньшим числом пушек. Их количество доходило до 20. Они размещались на открытой верхней палубе. Кроме парусов у корвета имелись еще и весла. Были корветы с одинаково заостренными штевнями, способные одинаково легко передвигаться вперед и назад.

Судна с прямым вооружением могли идти под всеми парусами только при сравнительно слабом ветре. При его усилении число парусов убавляли. Верхние паруса спускали, а на нижние брали рифы, т. е. уменьшали их площадь. Для этого на парусе пришивалось несколько рядов специальных завязок – риф-сезней.

Работа с прямыми парусами требовала от команды умения, сноровки и физической силы. Для того чтобы убрать или поставить паруса, нужно было взобраться по вантам на мачты и по пертам на реи. Лежа на рее, нужно было подтянуть парусину, выкатать ее и перевязать плетеными концами – сезнями.

Корабли с прямым вооружением развивали большую скорость при попутном ветре, но круто к нему ходить не могли. На таких курсах прямые паруса не годились.

Поэтому в конце XVII в. в Голландии появился еще один вид парусного вооружения – шхуна. На классической шхуне количество мачт могло составлять две и более, и на всех были только косые паруса. Суда с таким вооружением прекрасно шли при боковом ветре и под острыми углами к нему. Количество снастей в бегучем такелаже было значительно меньше, а оснастка проще, чем на барке или бриге. При уборке парусов не взбирались на мачты, а спускали их на палубу. Это требовало меньшего количества людей.

Недостатком шхун было то, что они плохо ходили при попутном ветре, рыская при этом. При ветре, дующем в корму, паруса шхуны нельзя было поставить перпендикулярно к борту.

Это привело к появлению кораблей со смешанным вооружением. Двухмачтовое судно с прямыми парусами на фок-мачте, как у брига, и парусами на грот-мачте, как у шхуны, называлось бригантина, или шхуна-бриг. Если судно имело три и более мачт с прямым вооружением на фок-мачте и косыми на всех остальных, оно называлось баркентина, или шхуна-барк. Иногда при попутном ветре и на шхунах убирали косые паруса и на фок-мачте поднимали брифок.

В начале XVIII в. на кораблях появилось штурвальное колесо, облегчившее управление кораблем.

Искусство плавания под парусами было непростым, овладение им требовало от моряков многих лет плаваний. Ветер мог быть как союзником корабля, надувавшим его паруса, так и врагом, при малейшей ошибке беспощадно карававшим экипаж.

Плавание парусника начинается с рейда, где он стоит без парусов на якоре. Даже с поставленными парусами он является игрушкой стихии до тех пор, пока паруса не наберут ветер. Во избежание столкновений с другими судами капитан парусника оценит обстановку на рейде, понаблюдает за ветром, определит маршрут, который позволит безопасно покинуть рейд. Только после этого он прикажет поднять якорь и по очереди ставить нужные паруса.

Существуют несколько курсов судна относительно ветра. Если ветер дует прямо в корму и паруса необходимо располагать перпендикулярно диаметральной плоскости судна, такой курс называется фордевинд. Если ветер дует перпендикулярно борту судна, такой курс называется галфвинд. Любое положение корабля между фордевиндом и галфвиндом называется бакштаг.

Прямо против ветра не может идти ни один парусник. Под некоторым углом, менее  $90^\circ$ , к направлению ветра идет любой парусник.

Если при этом пункт прибытия корабля находится прямо или почти прямо против ветра, судно должно лавировать. При этом судно движется то вправо, то влево от направления прибытия. Капитан старается идти круче к ветру, чтобы выиграть в расстоянии. В этом случае только один галс (курс судна относительно ветра) является выгодным. Именно его стараются держаться как можно дольше, меняя лишь в последний момент. Поворот может стать тяжелым испытанием.

Возможен поворот одним из двух способов. При повороте оверштаг судно пересекает линию ветра носом, при повороте фордевинд – кормой.

Последним широко известным типом парусников, появившимся в самом конце парусной эры, стали клиперы. Первым из них стала построенная в 1845 г. «Радуга». Ее появление вызвало яростные споры у капитанов. Это объяснялось формой корпуса: наибольшая его ширина была отнесена далеко к корме, поперечное сечение ниже

ватерлинии напоминало треугольник, нос был сильно заострен и вогнут.

Предсказания скептиков не оправдались: «Радуга» показала превосходные ходовые качества. Новые парусники получили широкое распространение. Они словно обрезали гребни волн, отчего и получили свое название («to clip» означает «обрезать»). От своих предшественников клиперы отличались большой остойчивостью, несли множество парусов, хорошо всходили на волну, легко двигались при слабом ветре.

Клиперы применялись для перевозки пассажиров и грузов, входили в состав военных флотов. Из Англии они шли по двум направлениям. Именно на этих маршрутах они раскрыли свои возможности, показав при этом рекордные по своим временам скорости – в среднем до 18 узлов.

Увлекательнейшей страницей истории парусников стали гонки чайных клиперов, доставлявших из Китая в Англию первый чай нового урожая. Судно, прибывшее первым, получало денежную премию. До появления клиперов груз доставляли разнотипные суда, поэтому первенство было делом случая. Клиперы же превратили это соревнование в настоящие гонки, выявлявшие лучшие качества как парусников, так и их капитанов и экипажей.

Капитаны плыли разными маршрутами, то выбирая кратчайшие, то находя благоприятные ветры и течения, рискуя проходили узкие проливы ночью. Лучшие суда преодолевали 14 000 морских миль менее чем за 80 дней.

С развитием паровых двигателей парусники стали отходить на второй план. В XX в. некоторые парусники стали изготавливаться не из дерева, а из металла. Это позволило повысить водоизмещение до 4 тыс. тонн. После Второй мировой войны в строю осталось около сотни таких больших парусников.

Сейчас парусники в основном суда небольшие. На них начинают свою дорогу в море те, кто станет сменой морским волкам. Именно на парусниках молодые моряки получают необходимую закалку.

А для большинства людей, не связанных с морем, парусники останутся символом отваги, романтики и мужества.

## Персональный компьютер

Персональные компьютеры стремительно ворвались в нашу жизнь. Они стали неразлучными спутниками многих людей на работе и отдыхе. Компьютеры проникли практически во все сферы деятельности. Мы не ставим целью дать полную и исчерпывающую картину истории взаимодействия людей и компьютеров – это потребовало бы значительного объема, а картина все равно была бы неполной, поскольку она постоянно дополняется. Мы лишь напомним основные вехи развития и дадим краткие сведения о компьютере.

В конце 50-х гг. XX в. появились первые интегральные полупроводниковые микросхемы, или чипы. Одним из их создателей был сотрудник фирмы «Fairchild Semiconductor» Р. Нойс, создавший монолитную технологию производства микросхем. Первая экспериментальная ЭВМ на интегральных микросхемах была создана в 1961 г., а в 1964-м фирма IBM выпустила IBM-360 – первую серийную ЭВМ на интегральных микросхемах, имевшую шесть совместимых модификаций и 40 периферийных устройств.

В 1968 г. из «Fairchild Semiconductor» ушел Р. Нойс, занимавший в ней пост управляющего, и начальник отдела исследований и развития Г. Мур. С помощью друга Нойса, финансиста А. Рока, они создали компанию «Intel» (сокращение от Integrated Electronics). Начинала фирма с разработки биполярной статической оперативной памяти. Это приносило небольшой доход.

Однажды в «Intel» обратилась японская фирма «Busicom», занимавшаяся производством калькуляторов. Она предложила заказ на разработку двенадцати различных микросхем. На тот момент «Intel» не могла вести одновременную разработку такого количества продуктов. Тогда один из инженеров фирмы Т. Хофф предложил вместо разработки двенадцати микросхем создать одну универсальную микросхему, которая смогла бы заменить все двенадцать. Эту работу возглавил Ф. Феджина, и идея была воплощена в жизнь.

Вместо того чтобы передавать исключительные права на разработанные чипы заказчику, руководство «Intel» решило получить права на производство новых чипов и продажу лицензий другим

потребителям. Для этого у фирмы-заказчика за 60 тысяч долларов были выкуплены все права на изобретение.

Разработанный чип в дальнейшем стали называть микропроцессором, ему был присвоен номер 4004. Он имел тактовую частоту 108 кГц и объем памяти 640 байт. Его вычислительная мощность была равна мощности одной из первых ЭВМ – «ENIAC», и предлагал оптимальное соотношение цены и производительности. «Intel-4004» поступил в открытую продажу в 1971 г. Фирма «Intel» начала развивать микропроцессорную технологию, производя все более мощные чипы.

Но от микропроцессора до компьютера предстояло сделать еще один длинный шаг. И основой первого персонального компьютера стал другой процессор, «Intel-8080», разработанный в 1974 году. Он имел тактовую частоту 2 МГц и объем памяти 64 кБ.

Теперь оставалось лишь объединить различные компоненты в единый блок. Первой это сделала фирма «MITS», выпустившая в 1975 г. микрокомпьютер «Альтаир-8800», собранный на базе новейшего микропроцессора «Intel-8080». Микрокомпьютер включал 100-контактную шину и допускал подключение карт расширения. В собранном виде он стоил 397 долларов, а комплект из деталей и корпуса – 297 долларов.

Пользователи могли самостоятельно паять и тестировать собранные узлы. После успешной сборки они становились программистами и могли создавать программы для «Альтаира» на машинном языке с помощью нулей и единиц. Компьютер не имел ни клавиатуры, ни дисплея, ни долговременной памяти. Весь объем оперативного запоминающего устройства составлял 256 байт. Программы вводились переключением тумблеров, расположенных на передней панели, а результаты считывались со светодиодных индикаторов.

Спустя несколько месяцев после «Альтаира» появился компьютер производства компании «IMS Associates, Inc.» – IMSAI 8080. По техническим характеристикам и внешнему виду он почти не отличался от «Альтаир-8800». В 1975 г. к главе компании «MITS» Э. Робертсу обратились представители небольшой компании «Traf-O-Data» Б. Гейтс и П. Аллен с предложением о продаже языка программирования Бейсик. Этот язык открывал дорогу для создания прикладного

программного обеспечения, следовательно, и нового применения компьютера в таких отраслях, как бухгалтерский учет и статистика. Робертс принял это предложение, и сделка состоялась.

В 1976 году новая фирма, «Apple Computers», основанная С. Возняком и С. Джобсом, вышла на рынок с компьютером «Эппл-І» стоимостью 695 долларов. Его системная плата была привинчена к куску фанеры, а корпус и блок питания отсутствовали. Было выпущено всего несколько экземпляров этого компьютера. В 1977 г. появился компьютер «Эппл-ІІ», ставший прообразом большинства последующих моделей компьютеров. Он был оснащен клавиатурой, системным блоком и монитором. С 1977 по 1983 г. было выпущено 3 млн «Эппл-ІІ».

В 1979 г. фирма IBM решила освоить выпуск персонального компьютера на базе процессора «Intel-8088». На разработку была выделена ограниченная сумма денег, поэтому сотрудники подразделения фирмы подошли к решению задачи творчески.

Одним из нововведений стал принцип открытой архитектуры, заключавшийся в применении блочной схемы сборки. Эти блоки могли быть разработаны другими фирмами, но могли совмещаться друг с другом. Пользователь сам определял, какие периферийные устройства ему нужны, и при необходимости мог их доустанавливать.

В 1981 г. этот компьютер модели «IBM-5150», названный IBM PC (Personal Computer – персональный компьютер), был представлен публике. Специально для него малоизвестной фирмой «Microsoft» была разработана операционная система MS-DOS.

IBM PC не превосходил своих современников. В работе с графикой он уступал компьютерам фирмы «Apple». Мощности процессора хватало для работы с операционной системой, но было мало для обработки игровых программ. Его основным преимуществом был принцип открытой архитектуры, по достоинству оцененный как пользователями, так и производителями комплектующих. Через небольшое время на рынке появилось большое количество устройств для IBM PC, произведенных как IBM, так и другими производителями.

Но это же сыграло против самого производителя: небольшие фирмы, разрабатывавшие комплектующие для компьютеров, не несли таких издержек, как IBM, кроме того, они тратили меньше времени на разработку и реализацию проектов. IBM сохраняла свое лидерство на

рынке персональных компьютеров благодаря появлению модернизированной модели «IBM-PC XT», оснащенный таким же процессором «Intel-8088», но имевшей встроенную память – жесткий диск объемом 10 или 20 МБ. Год спустя появилась следующая модель, «IBM PC AT», с процессором «Intel-80286».

Постепенно IBM потеряла свое лидирующее положение на рынке персональных компьютеров.

1980–1990 годы ознаменовались лидерством фирмы «Intel» в производстве микропроцессоров – «мозга» современных компьютеров, и фирмы «Microsoft» в области разработки операционных систем MS-DOS, графической операционной системы «Windows» и других программ для персональных компьютеров.

Основными блоками современных персональных компьютеров являются: системный блок, клавиатура для ввода символов в компьютер, монитор (дисплей) для изображения информации в текстовой или графической форме. В портативном варианте, например, ноутбуках, вышеперечисленные блоки соединены в одном корпусе: системный блок находится под клавиатурой, а монитор совмещен с крышкой клавиатуры.

В системном блоке находятся главные узлы компьютера: электронные схемы, управляющие работой компьютера (микропроцессор, оперативная память, контроллеры устройств и т. п.); блок питания, преобразующий переменный ток сети в постоянный ток низкого напряжения, используемый в компьютере; накопители (дисководы) для гибких магнитных дисков; накопитель на жестком магнитном диске для чтения и записи информации на жесткий магнитный диск.

К системному блоку компьютера могут подсоединяться внешние устройства. К ним относятся принтер – устройство для печатания текстов и рисунков; манипулятор «мышь», облегчающий управление компьютером; CD-ROM для чтения лазерных дисков; сканер – устройство для быстрого автоматического считывания графической и текстовой информации; графопостроитель (плоттер) для вывода чертежей на бумагу.

Некоторые устройства могут располагаться как внутри системного блока, так и снаружи. Это модем для обмена информацией между компьютерами через телефонную сеть. Разновидностью

модемов являются факс-модемы, сочетающие свойства модема и телефакса. К подобным устройствам также относятся звуковые и видеокарты для воспроизведения и записи звуков и изображений и другие.

Современные персональные компьютеры позволяют проводить сложные расчеты и играть в разнообразные игры, слушать музыку и смотреть фильмы, рисовать и общаться по Интернету.

# Письменность

Письменность играет чрезвычайно важную роль в человеческом обществе, она – двигатель человеческой культуры. Благодаря письменности люди могут использовать огромный запас знаний, накопленный человечеством во всех сферах деятельности, и развивать далее процесс познания.

За несколько тысяч лет письменность прошла длинный и сложный путь развития. Письменность – средство общения, дополнительно к звуковому языку, возникшее на его базе. Появление ее было вызвано потребностью расширения связей между людьми при общении на больших расстояниях и передачи знаний будущим поколениям.

История письменности начинается с того момента, когда человек стал использовать графические изображения для передачи информации. Хотя и до того люди общались разнообразными способами и средствами. Известно, например, «письмо» скифов персам, состоявшее из птицы, мыши, лягушки и пучка стрел. Персидские мудрецы расшифровали его «ультиматум»: «Если вы, персы, не научитесь летать, как птицы, прыгать по болотам, как лягушки, прятаться в нору, подобно мышам, то будете осыпаны нашими стрелами, как только ступите на нашу землю».

Следующим этапом было использование условной сигнализации, в которой предметы сами по себе ничего не выражают, но выступают как условные знаки. Это предполагает предварительную договоренность общающихся, что именно должен обозначать тот или иной предмет. Примерами условной сигнализации могут служить письмо инков – «кипу», ирокезское письмо «вампус», зарубки на деревянных дощечках-«бирках».

«Кипу» – это система шнуров из шерсти различного цвета с завязанными узелками, каждый из которых имеет определенное значение.

«Вампус» – нити с нанизанными на них кружочками из раковин разного цвета и размера, нашитые на пояс. С его помощью можно было передать достаточно сложное послание. Используя систему

«вампум»), американские индейцы составляли мирные договора, заключали союзы. У них были целые архивы таких документов.

«Бирки» с зарубками использовались для счета и закрепления различных сделок. Иногда бирки расщеплялись на две половины. Одна из них оставалась у должника, другая – у кредитора.

Собственно письмо представляет собой систему графических знаков (картинок, букв, цифр) для фиксации и передачи звукового языка. Исторически в развитии начертательного письма сменилось несколько типов. Каждый из них определялся тем, какие элементы звукового языка (целые сообщения, отдельные слова, слоги или звуки) служили единицей письменного обозначения.

Различают четыре вида письма: пиктографическое, идеографическое, слоговое и буквенно-звуковое (фонемографическое).

Изначальным этапом развития письма явилось рисуночное, или пиктографическое, письмо (от лат. *pictus* «нарисованный» и греч. *grapho* — пишу). Оно представляет собой изображение на камне, дереве, глине предметов, действий, событий с целью общения. Пиктографическое письмо посредством рисунка передает высказывание в целом, не расчленяя его на отдельные слова. Отдельные элементы пиктограммы выступают как части единого целого и могут быть правильно поняты лишь в связи друг с другом.

Пиктография передавала только содержание высказывания, не отражая языковых особенностей передаваемого сообщения. Пиктографическое письмо формировалось на основе первобытного рисунка. Его появление связано с тем периодом, когда рисунок стал использоваться как средство передачи сообщений в дополнение к устному рассказу и закреплению сообщений в памяти.

Среди известных пиктограмм есть записи условий обмена предметами охоты и рыбной ловли, сообщения о походах и охоте, письма, летописи-хроники, надгробные надписи.

Пиктография – весьма доступный вид письма, не связанный с конкретным языком. Ее использование не требует специального обучения грамоте, что позволяло применять ее для общения разноязычных племен. Благодаря этой особенности пиктографическое письмо иногда применяется и сейчас, когда хотят привлечь внимание к сообщению, сделать его максимально понятным людям, говорящим на разных языках. В качестве примера можно привести изображения

калача, сапога или ноты на вывесках магазинов и мастерских, пиктографические обозначения различных олимпийских видов спорта, дорожные знаки.

Но этот вид письма не позволял передать информацию, не поддающуюся графическому изображению, а также абстрактные понятия. Поэтому с развитием человеческого общества на базе пиктографического письма возникло более совершенное – идеографическое.

Его появление связано с развитием человеческого мышления и, как следствие, языка. Человек стал мыслить более абстрактно и научился разлагать речь на составные элементы – слова. Сам термин «идеография» (от греч. *idea* — понятие и *grapho* — пишу) указывает на способность этого вида письма передавать отвлеченные понятия, воплощенные в словах. Знаки идеографического письма связываются со значением слов, по-разному произносимых в различных языках. Поэтому одно и то же слово, произношение которого в различных диалектах китайского языка существенно отличается, понимается всеми благодаря тому, что передается одним графическим знаком. Оно может быть одинаково понято также китайцем и японцем.

В отличие от пиктографии, идеографическое письмо фиксирует сообщение дословно и передает, кроме словесного состава, еще и словопорядок. Знаки здесь не изобретаются заново, а берутся из готового набора.

Зарождение государств, развитие производства и торговли способствовали развитию идеографического письма. Появилась потребность писать быстро и передавать более сложные и длинные тексты. Это привело к схематизации рисунков и, как следствие, превращению их в еще более условные знаки – иероглифы.

Иероглифическое письмо – высший этап развития идеографии. Оно возникло в Египте около IV тысячелетия до н. э. и просуществовало до второй половины III в. до н. э. Первоначально каждый рисунок обозначал то, что было нарисовано – дом, птицу, животное и т. д. Позднее рисунки приобрели определенную символику. Сначала иероглифическое письмо было достоянием священников, которые при его помощи общались с богами. Позднее им стали пользоваться представители правящего класса.

Египетские иероглифы использовали для монументальных надписей на стенах храмов, статуях богов, пирамидах. Их еще называют монументальным письмом. Каждый знак высекался самостоятельно, без связи с другими знаками. Не было установлено и направление письма. Как правило, египтяне писали столбцами сверху вниз и справа налево. Иногда встречались надписи столбцами слева направо и справа налево в горизонтальную строку. Направления строки указывали изображаемые фигуры. Их лица, руки и ноги смотрели в сторону начала строки.

Когда в качестве писчего материала стал использоваться папирус, закрепилось горизонтальное направление письма справа налево. Это было связано с тем, что пишущий мог легко затереть уже написанные знаки вертикальной строки. С появлением папируса иероглифы начали писать более схематично, передавая лишь их контуры. Такое упрощенное письмо получило название иератического.

Эволюция письма привела к тому, что язык народных масс начал передаваться исключительно иератическим письмом, из которого позднее выделилась более беглая и лаконичная форма, названная демотическим письмом.

Расшифровка надписей, сделанных на древнеегипетском языке, позволила установить, что египетское письмо состояло из трех видов знаков – идеографических, обозначавших слова, фонетических (звуковых) и детерминативов, в качестве которых употреблялись идеографические знаки. Так, например, рисунок «жук» обозначал жука, действие «идти» передавалось изображением шагающих ног, изображение человека с посохом символизировало старость.

Однако многие слова, в первую очередь обозначавшие понятия, не поддающиеся изображению, требовали передачи звучания. В таких случаях слова-иероглифы превращались в буквы-иероглифы. Например, иероглиф «хт» – изображение дома, стал передавать звуки [хт]. Так из идеографических иероглифов возникли изображения звуковые.

Не менее древней, чем египетские иероглифы, разновидностью идеографического письма является клинопись. Эта система письма возникла в междуречье Тигра и Евфрата и позже распространилась по всей Передней Азии. Материалом для нее служили мокрые глиняные плитки, на которых при помощи резца выдавливались нужные

графические знаки. Полученные углубления были утолщенными сверху, в месте нажима, и утончались по ходу резца. Они напоминали клинья, отсюда и название этой системы письма – клинопись.

Глиняные дощечки с нанесенными на них знаками сушились, обжигались и сохранялись.

Первыми стали применять клинопись шумеры. Первоначально они, как и египтяне, использовали рисуночное письмо, затем для удобства и быстроты письма начертание знаков упростили, превратили их в условные значки клинообразной формы. Сначала шумерская письменность имела только идеографический характер. Позднее шумеры стали составлять из односложных слов многосложные. В связи с этим в клинописи появились элементы слогового письма.

Шумерскую письменность приспособили для своего языка вавилоняне и ассирийцы. Затем она была позаимствована другими народами Передней Азии – хеттами, урартами, персами.

Наряду с египетской и шумерской одной из древнейших письменностей считается китайская. Старейшими из дошедших до нас памятников китайской письменности являются надписи на черепашьих панцирях, сосудах из керамики и бронзы. Они были обнаружены в конце XIX века в бассейне реки Хуанхэ. В письменах каждый отдельный знак соответствует отдельному понятию.

Китайское письмо развилось из рисуночного письма. Постепенно упрощаясь в начертании, пиктограмма превратилась в иероглифы. По мере ускорения письма произошел переход от вырезания знаков на костях, камне и бамбуке к письму на коже, шелке и бумаге. Это повлекло за собой изменение начертаний письменных знаков.

Китайские иероглифы обычно писались вертикальными столбцами сверху вниз и справа налево, хотя сейчас для удобства применяется и горизонтальное письмо. С развитием культуры и науки возникло много понятий и слов, не поддававшихся графическому изображению. В связи с этим появились новые иероглифы, обозначающие числа, направления. Другие иероглифы получались путем изменения изобразительных иероглифов. К следующей категории относились составные иероглифы, образуемые путем сочетания изобразительных иероглифов.

Недостаток китайской иероглифической системы в том, что для ее усвоения требуется запоминать большое количество иероглифов.

Кроме того, начертание иероглифов весьма сложно – самые употребительные из них состоят в среднем из 11 штрихов каждый.

Трудность ее использования заключается в том, что большое количество иероглифов требует ручного типографского набора. Затруднено печатание текстов на пишущей машинке и передача текстов по телеграфу. Поэтому сейчас в Китае делаются попытки перехода на буквенно-звуковое письмо.

Идеография, в сравнении с пиктографическим письмом, более точно отражает тот устный язык, который обслуживает, поскольку передает не только содержание речи, но и членение ее на слова. Кроме того, идеографическая письменность имеет некоторые преимущества перед слоговым и буквенно-звуковым письмом. Обладая возможностью передавать одним знаком целое слово, она является более экономным письмом, чем два последних.

В связи с тем, что идеограммы связаны не со звучанием, а со смыслом, они используются в письменных системах различных языков для обозначения слов, разных по звучанию, но одинаковых по значению.

Недостатком идеографических систем является их громоздкость и трудность в передаче грамматической формы слова. Поэтому, по мере дальнейшего развития человеческого общества, расширения сфер применения письма, произошел переход к слоговым и буквенно-звуковым системам.

В слоговом, или силлабическом (от греч. *syllabe*) письме каждый графический знак обозначает такую единицу языка, как слог. Появление первых слоговых систем относят ко II–I тысячелетиям до н. э.

Это объясняется рядом причин, среди которых трудности разложения речи на слоги, отсутствие непосредственной связи между слогом и обозначающим его знаком, кроме того, консервативным влиянием жреческих каст, профессиональных писцов (Египет, Вавилон), ученой бюрократии (Китай), стремившихся к монополизации письма.

Формирование слогового письма шло разными путями. Некоторые слоговые системы возникли на основе идеографического письма (шумерская, ассиро-вавилонская, критская, майя). Но они не являются чисто слоговыми.

Другие, такие как эфиопская, индийские – кхарошта и брахми, появились на основе звукового письма, в котором знаками обозначались только согласные звуки (так называемое консонантно-звуковое письмо) путем добавления знаков, обозначающих гласные звуки. Для этих систем были характерны отсутствие идеограмм, применение для обозначения слогов с одинаковыми гласными или согласными звуками близких по написанию знаков.

Индийское письмо брахми состояло из 35 знаков. Оно положило начало многим индийским письменностям, а также слоговым системам Бирмы, Таиланда, Центральной Азии и островов Тихого океана (Филиппины, Борнео, Суматра, Ява). На его основе в XI–XIII в. н. э. возникло современное слоговое письмо Индии – деванагари. Первоначально оно использовалось для передачи санскрита, а затем и для передачи ряда современных индийских языков (хинди, маратхи, непали). В настоящее время деванагари является общегосударственным индийским языком. В нем насчитывается 33 слоговых знака. Пишут на деванагари слева направо, покрывая буквы и слова горизонтальной чертой.

Третью группу составляют слоговые системы, возникшие первоначально как дополнение к идеографическим для обозначения грамматических аффиксов. Они возникли в конце I – начале II тысячелетия н. э. К ним относится японская слоговая азбука кана.

Японская кана сформировалась в VIII веке н. э. на основе китайской идеографической письменности. За несколько веков до того последняя получила широкое распространение вместе с буддийскими книгами. С переводом этих книг на японский язык китайские иероглифы стали применяться и для передачи японского языка. Поскольку китайский и японский языки различаются по типу, то японцы, сохранив за китайскими иероглифами их смысловое значение, стали пояснять его по-японски. Для передачи грамматических аффиксов, характерных для японского языка, подбирались иероглифы, обозначающие китайские слова, по звучанию напоминающие нужный японский слог. На этой основе и сформировалось японское слоговое письмо кана. Оно выступает в двух графических ипостасях – катакана и хирагана.

Кана насчитывает небольшое количество слоговых знаков (первоначально их было 51, сейчас – 45). Современная японская

письменность представляет собой смешанное письмо иероглифов с каной. Слоги пишут слева направо.

Слоговые системы более удобны и легки для обучения, чем идеографическая письменность. Количество знаков в ней намного меньше. Слоговая письменность точнее отражает звуковую и грамматическую стороны языка. Но, по сравнению с буквенно-звуковыми системами, число знаков в слоговой системе намного больше.

В буквенно-звуковом письме каждый графический знак обозначает отдельный типовой звук – фонему. Возникновение этого вида письма значительно облегчило передачу языка при помощи минимального набора письменных знаков. Это способствовало распространению грамотности.

Известны две разновидности буквенно-звукового письма – консонантно-звуковая и вокализовано-звуковая.

Более древним является консонантно-звуковое письмо, в котором знаками обозначались только согласные звуки. Гласные звуки примысливались при чтении. Это позволяло обходиться небольшим количеством знаков, но нередко затрудняло понимание написанного.

Впервые консонантно-звуковые знаки появились в египетском письме, где применялись наряду с идеографическими и детерминативами.

В основе большинства современных буквенно-звуковых алфавитов лежит финикийское письмо. Оно состояло из 22 знаков, расположенных в строгой последовательности. Его возникновение было значительным шагом в совершенствовании письма. Относительно небольшое количество знаков позволяло легко передать любое слово, не прибегая к дополнительным знакам. Это позволило овладеть письмом широкому кругу людей. На основе финикийского возникли древнееврейское, иранское, арамейское письмо. Последнее, видоизменившись, дало начало арабскому письму. Постепенно в арабском и еврейском алфавитах появились специальные надстрочные и подстрочные знаки для обозначения гласных звуков.

Следующий шаг в развитии буквенно-звукового письма был сделан греками. На основе финикийского они создали алфавит, добавив знаки, обозначающие гласные звуки, а также знаки для некоторых согласных, которые отсутствовали в финикийском

алфавите. Даже названия греческих букв произошли от финикийских: альфа от алеф, бета от бет. В греческом письме несколько раз менялось направление строки. Первоначально они писали справа налево, затем получил распространение способ «бустрофедон», при котором, закончив написание строки, следующую начинали писать в противоположном направлении. Позже было принято современное направление – справа налево.

Наиболее распространенный в современном мире латинский алфавит восходит к азбуке этрусков – народа, жившего на территории Италии до прихода римлян. Та, в свою очередь, возникла на основе западно-греческого письма, письма греческих колонистов. Вначале латинский алфавит состоял из 21 буквы. По мере расширения Римского государства он приспособлялся к особенностям устной латинской речи и насчитывал 23 буквы. Остальные три были добавлены в Средние века. Несмотря на использование латиницы в большинстве европейских стран, она плохо приспособлена для передачи звукового состава их языков в письме. Поэтому в каждом языке есть знаки для обозначения специфических звуков, отсутствующих в латинском алфавите, в частности шипящих.

Современная славянская азбука возникла на основе азбуки, составленной братьями Кириллом и Мефодием во второй половине IX в. н. э. Хотя еще до них был известна другая разновидность славянского письма – глаголица. Она во многом схожа с кириллицей, отличаясь лишь количеством букв (в глаголице – 40, в кириллице – 44), а также цифровым значением и написанием букв. 24 из 44 букв кирилловского алфавита совпадали с греческими. Остальные обозначали звуки, присущие лишь славянской речи.

С развитием русского языка изменялась и азбука. В начале XVIII века Петр Первый провел реформу, исключив из русского алфавита некоторые буквы. Кроме того, он упростил написание оставшихся букв. Последняя реформа русского алфавита была проведена в 1918 году большевиками, которые решительно исключили несколько букв, облегчив написание слов.

Современная украинская азбука появилась после Октябрьской революции и была основана на русской. Это позволило составить единую орфографию украинского языка. Ранее украинцы, жившие на

территории Российской и Австро-Венгерской империй, а также в Румынии, использовали разные написания звуков украинского языка.

После получения Украиной независимости в украинском алфавите появилась новая буква для обозначения взрывного «Г», изменено написание некоторых слов и географических названий.

Появление и развитие письменности отражает путь, который прошло человечество, познавая окружающий мир и свое место в нем. Благодаря ей мы можем восстановить основные этапы этого пути.

Завершая рассказ, хотелось бы привести перевод послания, зашифрованного в названиях букв славянской азбуки на современный русский язык, выполненный Я. Кеслером:

Я знаю буквы:  
Письмо – это достояние.  
Трудитесь, усердно, земляне,  
Как подобает разумным людям —  
Постигайте мироздание!  
Несите слово убежденно,  
Знание – дар Божий!  
Дерзайте, вникайте,  
чтобы Сущего свет постичь!

# Пластмассы

Слово «пластичность» на греческом означает «податливый», «годный для лепки». Долгое время единственным материалом, пригодным для лепки, оставалась глина.

Теперь, говоря о пластических массах, или пластмассах, имеют в виду материалы, созданные на основе полимеров – веществ, молекулы которых (макромолекулы) состоят из большого количества повторяющихся структурных единиц (звеньев) одного или нескольких типов.

Все животные и растительные организмы построены из макромолекул, т. е. из полимеров. Без них не было бы жизни на земле. Еще первобытный человек широко использовал камень, дерево и кость для изготовления орудий труда и оружия. Дерево и кость – органические полимеры. Кроме того, природными полимерами являются волокна растений, из которых делали нити и веревки, соединявшие части орудий, смолы растительного и минерального происхождения.

С появлением одежды стали применяться органические полимеры животного и растительного происхождения – шкуры, лен, шелк. Органические полимеры, и прежде всего древесина, сыграли огромную роль в строительстве, судостроении, транспорте и авиации.

До середины XIX в. человечество вполне обходилось природными полимерными материалами, но затем положение изменилось. Это произошло по нескольким причинам: во-первых, стала ощущаться нехватка некоторых природных материалов, во-вторых, развитие техники выявило потребность в материалах с новыми свойствами, не существовавших в природе. Их нужно было получать. Несмотря на то, что некоторые вещества были открыты, прошло много времени до начала их промышленного производства.

С давних времен химики во время опытов получали на дне и стенках колб смолу – густое, вязкое вещество, которое не всегда удавалось отделить от стекла. Сначала посуду просто выбрасывали, позже химики начали исследовать странные вещества.

Подобные исследования иногда позволяли обнаружить неизвестный ранее полимер. Многие известные сейчас синтетические полимеры были открыты случайно. Их широкое применение началось лишь десятилетия спустя.

Так, полистирол впервые был получен в 1839 г., его промышленное производство началось в 1920 г. Приоритет получения полимера из формальдегида принадлежит А. М. Бутлерову, сделавшему это в 1859 г. Промышленное же производство его началось 101 год спустя, в 1860 году.

Одними из первых полимерных материалов, запущенных в промышленное производство, были целлулоид, резина и эбонит. Их получали на основе природных полимеров.

Целлулоид получали из нитрата целлюлозы и камфоры. Его применение в качестве материала для бильярдных шаров спасло жизни тысячам слонов, бивни которых служили сырьем для изготовления главного атрибута этой благородной игры. В конце XIX – начале XX в. непременным атрибутом мужчин были целлулоидные воротнички и манжеты. Целлулоиду обязаны своим развитием фотография и кинематограф. Это были новые области техники, для которых традиционные материалы не подходили. Впоследствии целлулоид из-за своей легковоспламеняемости был вытеснен другими пластиками. Теперь он применяется лишь для изготовления шариков для настольного тенниса.

Эбонит – резина, содержащая около 30 % серы. По свойствам он совсем не похож на резину.

В конце XIX в. нужды электротехники вызвали к жизни фенольные пластики – различные фенопласты, резолы, карболиты. Это уже были настоящие синтетические полимеры, получаемые из фенола и формальдегида. Из них прессовали электрические патроны, выключатели, розетки, телефонные аппараты, детали радиоприемников и т. п. Настала эра синтетических полимеров.

В конце XIX – начале XX в. на основе формальдегида и фенола стали изготавливаться бакелиты, названные по имени бельгийского ученого.

В 30-е годы XX в. английский химический концерн «Ай-Си-Ай» развернул программу исследований химических реакций под высоким давлением (50–150 МПа). Одна из целей этой работы состояла в

проверке предположения, согласно которому при повышенном давлении некоторые реакции конденсации (соединения) молекул должны протекать с высокой скоростью без катализатора. Случайно одной из первых изученных реакций было взаимодействие этилена с бензальдегидом. Ожидаемого продукта конденсации в лабораторном автоклаве обнаружено не было. Но иногда на стенках сосуда находили белый твердый налет рогоподобного вещества.

Сначала ему не придавали значения, так как, согласно данным анализа, он не содержал фрагментов бензальдегида. Но позже его начали исследовать. Вскоре было установлено, что это полимер этилена, по свойствам схожей с гуттаперчей – одним из видов натурального каучука. Гуттаперча, благодаря высокому электрическому сопротивлению, водонепроницаемости и пластичности, в то время широко применялась для изоляции подводных электрических, телеграфных и телефонных кабелей.

Фирма, которой был предложен новый материал, специализировалась на изготовлении оболочек кабелей из гуттаперчи. Она располагала необходимым оборудованием. Уже через год стало ясно, что перед полиэтиленом как новым электроизоляционным материалом открывается большое будущее. Теперь концерн «Ай-Си-Ай» выделил крупные средства на создание уникального производства полимера этилена под давлением 150 МПа, и началась «полиэтиленовая» жизнь.

Коротко остановимся на других, наиболее распространенных видах пластмасс.

Фторопласт сейчас более известен под названием тефлон. Он представляет собой полностью фторированный полиэтилен. Фтор придает полиэтилену высокую химическую стойкость. Фторопласт применяется для уплотнения трубопроводов, производства посуды.

Нейлон – это волокнообразующий полимер из группы полиамидов, разработанный американской фирмой «Дюпон».

Лавсан, получивший название от лаборатории высокомолекулярных соединений Академии наук СССР – волокнообразующий полиэфир – полиэтилентерефталат.

Все пластмассы делятся на термопласты и реактопласты.

Термопласты построены из длинных нитевидных макромолекул. Температура размягчения термопластов от 100 до 250 °С в

зависимости от химического состава.

Термопласты при нагревании ведут себя подобно металлам. Если такой полимер нагреть, он начнет размягчаться, станет эластичным, тянущимся, как резина. Он становится пластичным, его можно продавливать, придавать ему любую форму. При охлаждении вновь затвердеет.

Основными видами термопластов являются полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол, полиформальдегид, фторопласт, полиамиды, поликарбонаты.

Нитевидные макромолекулы называют линейными макромолекулами. Если у макромолекулы есть боковые ответвления – это разветвленные макромолекулы.

При определенных условиях отдельные макромолекулы могут соединяться. Полимер, образованный из таких молекул, называется сшитым, сетчатым или трехмерным. Такой полимер уже не расплавляется при нагревании, а может только размягчаться.

Свойства полимеров такого типа меняются в зависимости от строения.

Редкосшитые полимеры более устойчивы к воздействию высокой температуры, чем линейные. Густосшитый полимер твердый, жесткий и неплавкий. Такие неплавкие полимеры получили название терморезистивных, или реактопластов.

Однородные, водостойкие, устойчивые к разным видам нагрузок реактопласты получают, используя в качестве связующего вещества эпоксидные, полиэфирные, феноло-альдегидные или меламино-формальдегидные смолы, а в качестве наполнителя – синтетические волокна, ткани, бумагу из этих волокон. После окончания формования изделий из реактопласта полимерная фаза в них приобретает трехмерную структуру. Поэтому реактопласты имеют более высокие, чем термопласты, твердость, прочность, упругость. При этом их свойства не зависят от температуры.

Деление синтетических полимеров на термопласты и реактопласты обусловлено особенностями формования изделий из этих полимеров. Термопласты можно расплавить при нагревании, а из жидкого расплава формовать банки, коробки, волокна, трубы, листы, пленки. Одним из наиболее распространенных способов производства изделий из термопластов является литье под давлением.

При этом способе пластмасса нагревается в отдельной камере и после размягчения насосом под давлением подается в холодную пресс-форму. Пластмасса заполняет ее и, охлаждаясь, затвердевает.

Реактопласты из-за сетчатой структуры приходится перерабатывать горячим прессованием. При горячем прессовании смесь полимера с добавками засыпают в горячую пресс-форму, состоящую из неподвижной подставки, по форме которой сходной с формой прессуемых изделий, и подвижного поршня-пуансона. После загрузки смеси пресс-форму закрывают и начинают давить на смесь пуансоном. Нагреваясь, смесь становится пластичной и под давлением заполняет пресс-форму. Затем при нагревании и под действием повышенного давления (а иногда на воздухе при обычных температурах) протекает реакция сшивания макромолекул, которую часто называют отверждением. Таким образом, реактопласт образуется непосредственно в форме. Этот процесс может занимать от нескольких минут до многих часов.

Постепенно масса затвердевает, и изделие вынимают из пресс-формы.

Таким способом можно изготавливать детали любой формы. Помимо полимера в состав пластмасс могут входить различные добавки: наполнители, пластификаторы, красители.

Наполнители придают пластмассе прочность, термостойкость, высокое электрическое сопротивление. В качестве наполнителя используют волокна, ткани, опилки и другие материалы. Если в качестве наполнителя используют ткань, то такие пластмассы называют текстолитами. Ткань, выступая в роли каркаса, значительно повышает прочность пластмассы.

Применение наполнителей снижает стоимость пластмасс, поскольку они дешевле самого полимера.

Пластификаторы увеличивают пластичность материала и готовой пластмассы. Пластификатором обычно выступают молекулы низкомолекулярного органического вещества. Его молекулы внедряются между молекулами полимера, ослабляя связи между ними. Это позволяет формовать пластмассу при более низкой температуре.

С помощью добавок можно придать пластмассам необходимые свойства. Так, вводя в состав пластмасс вещества, которые при

нагревании разлагаются с образованием газов, получают газонаполненные пластмассы – пенопласты и поропласты.

Газ внутри пенопластов образует замкнутые полости. В поропластах материал пронизан сообщающимися друг с другом сквозными порами. Газонаполненные пластмассы образуют целое семейство. Среди них есть жесткие, твердые, эластичные. Они прекрасные тепло– и звукоизоляторы. Удельный вес пено– и поропластов значительно ниже, чем у дерева и пробки.

В стеклопластиках используется для упрочнения стекло в виде волокон, жгутов, матов, коротких волоконцев. Связующим полимером могут быть эпоксидные и полиэфирные смолы, полиамиды, полипропилен и другие.

Существуют пластмассы, в которых роль усиливающих элементов играют углеродные, борные волокна. Их называют углепластиками, боропластиками.

Пенопласты, стеклопластики, а также слоистые пластмассы называют собирательным термином – композиционные материалы.

В начале XX в. во всем мире производилось всего несколько тысяч тонн пластмасс – очень мало по сравнению с другими конструкционными материалами – металлами, деревом, цементом, стеклом.

В XX в. производство полимеров превысило по объему производство стали и цветных металлов. Очень важно сравнивать эти показатели именно по объему, поскольку плотность синтетических полимеров значительно ниже, чем плотность металлов. Самый легкий металл – алюминий, его плотность  $2,3 \text{ г/см}^3$ , железа –  $7,8 \text{ г/см}^3$ . Плотность большинства полимеров колеблется от  $0,9 \text{ г/см}^3$  (плотность полипропилена) до  $1,4 \text{ г/см}^3$  (плотность поливинилхлорида). Следовательно, при равной массе объем полимеров примерно в 5–7 раз больше объема стали.

С каждым годом прирост выпуска полимеров постоянно растет, а выпуск металлов фактически стабилизировался.

По сравнению с металлами, у пластмасс есть несколько важных преимуществ:

1) пластмассы намного легче железа. При создании новых самолетов, автомобилей, кораблей, машин и механизмов, бытовых приборов и других конструкций это крайне важно: возрастают

грузоподъемность, производительность, мощность, экономится топливо;

2) пластмассы не ржавеют, а из-за коррозии железа и стали почти треть ежегодно добываемого металла идет на замену проржавевшего;

3) трущиеся детали из пластмасс работают гораздо бесшумнее металлических, требуют меньше смазочных материалов или не требуют их вовсе. Это, в конечном итоге, тоже экономит энергию;

4) существует еще одна причина, пожалуй, наиболее важная: практически в любой отрасли промышленности, где для производства различных изделий применяют синтетические полимеры, они обеспечивают рост производительности труда, позволяют снизить энергетические и материальные затраты.

Пластмассы успешно заменяют дерево, натуральные волокна, керамику. Изделия из них легче формовать, производство пластмасс дает меньше отходов, они более долговечны. Помимо того, из-за резкого возрастания населения Земли возникла нехватка натуральных материалов.

Сырье для производства полимеров станет (или уже стало) дефицитным, поэтому нужно научиться его экономить. Ученые уже сейчас работают над этой проблемой в четырех направлениях.

1. Упрочнение материала для уменьшения его расхода. Из более прочного материала можно сделать изделие с более тонкими стенками, более тонкую пленку или волокно. Одно из основных направлений повышения прочности – создание композитов. Не исчерпаны также резервы повышения качества полимеров за счет направленной кристаллизации, ориентации.

В качестве примера можно взять полиэтилен.

Полиэтиленовая пленка легко рвется, ее прочность при растяжении всего 20 МПа. Но специально ориентированные при вытяжке высококристаллические волокна и пленки из полиэтилена могут иметь прочность до 200 МПа.

2. Стабилизация для увеличения срока службы. Полимерам не страшна ржавчина, но им свойственно старение. Под действием ультрафиолетовых лучей, кислорода воздуха, влаги они темнеют, растрескиваются, становятся хрупкими. Со старением полимеров борются, вводя в них различные стабилизаторы – добавки, замедляющие процессы старения. Полиэтиленовая пленка без

стабилизаторов служит один сезон, стабилизированная – три сезона. Хотя стоимость стабилизаторов высока.

3. Утилизация отходов. Отходы полиэтиленовой пленки собирают и пускают на вторичную переработку. Вторичный полиэтилен уступает по свойствам «свежему», но находит широкое применение. «Вторичный» капрон получают из чулок и носков.

Изделия из реактопластов нельзя вновь расплавить. Сначала ученые искали способы их разложения химическими или биологическими методами. Но это энергетически не выгодно. Возможный путь – использование размолотых полимеров в виде наполнителей для композитов.

4. Наполнить для того, чтобы разбавить. Во многих случаях в полимерные материалы можно вводить дешевые минеральные наполнители: мел, тальк, глиноземы, песок, цементную пыль, вулканическое стекло, отходы производства волокон и т. п. Многие из этих веществ уже используют для наполнения реактопластов. Когда полимер образует трехмерную сетку, он цепко удерживает частицы наполнителя. Материал при этом приобретает прочность, твердость, расход полимера снижается.

Теперь на очереди наполнение термопластов. Здесь задача посложнее: линейные полимеры слабо взаимодействуют с неорганическими наполнителями, и материалы, содержащие 30–50 % наполнителя, получаются хрупкими. Для решения этой проблемы предложены добавки поверхностно-активных веществ, которые заметно улучшают взаимодействие между полимером и частицами наполнителя. Небольшие (около 1 %) добавки этих веществ позволяют получать наполненные термопласты с хорошими механическими свойствами.

Перспективным является метод так называемой механохимической обработки. В этом случае частицы наполнителя подвергают размолу в быстродействующей аппаратуре (шаровые или струйные мельницы, дезинтеграторы) в присутствии полимеров или мономеров. При разламывании твердой частицы на ее поверхности образуются химически активные группы, способные взаимодействовать с полимером. Если наполнитель сначала подвергнуть размолу, а затем смешать с полимером, то прочностные

показатели такой композиции будут на 25–40 % ниже показателей композиции, полученной механохимическим способом.

Еще больше надежд ученые возлагают на способ полимеризационного наполнения. В этом случае с наполнителем смешивают мономер, жидкий или газообразный. Предварительно на поверхности наполнителя тем или иным химическим способом закрепляют молекулы катализатора. Затем создают такие условия, чтобы макромолекулы полимера выросли непосредственно на поверхности частиц наполнителя. Получается композит, в котором неорганический наполнитель химически связан с органическим полимером. Прочностные показатели такой композиции будут на 25–40 % ниже показателей композиции, полученной механохимическим способом.

В результате технической революции пластмассы практически во всех отраслях промышленности потеснили традиционные природные материалы.

## Плуг

С переходом к земледелию у людей возникла потребность в специальных орудиях для обработки почвы. Первым таким орудием стала деревянная мотыга, позже замененная металлической.

На смену мотыге пришла соха. Первоначально она изготавливалась целиком из дерева, затем стала снабжаться железными наконечниками.

Железные сошники (лемешы или лемехи) служили для горизонтального подрезания пласта земли, который затем приподнимался ими и передвигался на полицу или отвал. Каждый из них имел носок, перо и трубку, или трубницу. Коловые сошники имели очень узкое перо (4,5–5 см) или совсем его не имели. Перовые сошники были шире коловых (15 см). Перо у них имело вид прямоугольного треугольника. Трубница состояла из верхней поверхности и обхватов, при помощи которых сошник насаживался на «ногу» – нижнюю суженную часть раздвоенной внизу рассохи. Сошники устанавливались рядом не горизонтально к почве, а в наклонном положении. Расстояние между ними в простой сохе обычно равнялось примерно 4,5 см. Поверхность сошников не лежала в одной плоскости, но составляла желобок, чтобы пласт подрезался и сбоку. Длина обоих сошников была одинакова и вместе с трубницей обычно составляла 33 см.

Рассоха – главная часть корпуса сохи – представляла собой длинную деревянную доску с раздвоенными внизу ногами, на которые насаживались сошники. Рассоха укреплялась верхней частью между корцом и вальком или вдавливалась в рогаль, а именно ниже середины своей длины подтягивалась под углом 42–50° неподвижно к оглоблям подвоями. Внизу рассоха загибалась сильно вперед. Эта изогнутость была различна в разных конструкциях. Глубина вогнутости доходила возле бородки до 18 см. Длина всей рассохи вместе с плечами обычно равнялась 117 см.

Полица служила для поднятия и переворачивания подрезанной сошниками земли и представляла собой железную продолговатую лопатку, суженную книзу, с ручкой и отогнутыми вниз боками для

обхвата трубницы сошника, на котором она стояла нижним краем. Ручка была цельная, железная или, что чаще, деревянная, более дешевая. Полица обычно укреплялась рукояткой в поперечной веревке, соединявшей два подвоя, и пахарь мог переставлять ее с правого сошника на левый. Если полица стояла на левом сошнике, правый бок ее наклонялся вправо и стоял намного ниже левого, отчего земля падала направо. Когда полица стояла на правом сошнике, понижался ее левый бок, и земля падала налево. В начале каждой борозды полица переставлялась.

Подвои служили для более прочной установки рассохи и для регулирования глубины пахоты путем изменения угла, образуемого рассохой с оглоблями. Подвои состояли из вицы – деревянного прута или толстой веревки, свитой из двух или трех тонких веревок, и обходившей рассоху сзади, немного выше бороздки. Спереди рассохи подвои стягивались веревкой (хомутом) и привязывались концами к оглоблям и к бруску поперечине. Для увеличения или уменьшения длины подвоев в них вставлялись рычажки или клепки, посредством которых веревки могли скручиваться или раскручиваться.

В оглобли с дугой или без дуги, или обжи, запрягали лошадь. Гужи хомута закреплялись за колышки на переднем конце оглобель, или обеж. Оглобли делали из прямых или круглых брусьев. Около рассохи оглобли были толще и оканчивались крюками, загибами вверх, на которые клали валец, служивший для укрепления верхнего конца рассохи. Иногда валец привязывали к оглоблям веревками. Оглобли возле рассохи соединяли друг с другом поперечной сосновой подушкой (доской или корцом), а на некотором расстоянии от рассохи – бруском.

Перовыми сохами пахали черноземные, заливные поемные почвы, за исключением самых рыхлых и самых плотных. Применялись они также наряду с коловыми сохами на легких суглинистых почвах.

На старопашотных землях при трехполье преобладали двузубые сохи-ралки с низким прикреплением тяговой силы. Двузубые сохи были без полиц, с перекладными полицами и с неподвижными полицами или отвалами.

Плуг возник еще в древности как развитие сохи. Основными частями плуга являются лемех и отвал.

Обычная форма лемеха в виде прямоугольного треугольника. Впрочем, бывают лемехи и других форм (трапеции, четырехугольника). Лемех подрезает почву снизу и при движении плуга подает ее на отвал, кривую поверхность, двигаясь по которой она оборачивается, крошится и падает в раздробленном виде в борозду. У большинства плугов имеется нож, который отрезает вертикальный пласт от непаханой части поля. Для большей устойчивости в работе у плуга имеются пятка и полевая доска. Все эти части составляют корпус плуга и прикрепляют к так называемому грядилю, к которому крепятся другие части плуга – нож, ручки, передок.

Еще в начале XVIII в. в Англии и в других европейских странах был распространен деревянный однолемешный конный плуг, изобретенный в конце XVII в. в Голландии. Все части плуга, кроме лемеха, были деревянными. Глубина запашки плуга не превышала 10 см.

Такой плуг мог применяться лишь на небольших земельных участках. Для сравнительно крупного английского фермерского хозяйства он не подходил. При обработке больших участков земли деревянные части плуга быстро изнашивались. Поэтому основной задачей его усовершенствования стало стремление найти такой материал, который обеспечил бы более длительный срок работы орудия.

В России работа над усовершенствованием плуга велась с конца XVIII в. Вольное экономическое общество дважды, в 1773 и в 1791 гг., объявляло конкурс на создание лучшего плуга. В начале XIX в. были распространены передковые плуги конструкции Лукьяна Рудницкого, Трофима Петренко и беспередковый плуг.

В 30-х годах XVIII в. в Шотландии появился плуг, у которого наиболее изнашивающиеся части – лемех и отвал – были сделаны целиком из железа. Некоторое время в Англии, а потом и в США были распространены так называемые железные плуги. Однако они не отличались большой прочностью, а их лемех быстро изнашивался.

В 1803 г. англичанин Роберт Рансон сделал цельный плуг из чугуна. Хотя это повысило его прочность, однако чугунный плуг был пригоден лишь для вспашки чернозема. При обработке глинистой почвы он увязал в ней, а по песку – скользил. Поэтому плуг Рансона не получил большого распространения.

В 1819 г. американский фермер П. Вуд сконструировал чугунный плуг оригинального типа. Этот плуг делался из чугуна, причем все его части изготовлялись отдельно. По мере изнашивания отдельных частей их можно было заменять другими. Однако чугунные плуги обладали некоторыми существенными недостатками: лемехи при обработке рыхлой земли скоро притуплялись, а в каменистой, твердой почве чугун ломался.

В 1833 г. кузнец Джон Лен из Чикаго в лемех деревянного плуга вделал острое стальное лезвие в чугунной оправе. Это был первый шаг к изготовлению цельного стального плуга.

В том же 1833 г. в США кузнец Джон Дир создал первый цельностальной плуг. Вначале плуги изготавливались из так называемой пильной стали, считавшейся наиболее прочной, но затем, в 1868 г., американец Вильям Морисон получил специальную плужную сталь, из которой и начали делать плуги.

Наряду с поисками нового материала для изготовления плуга шла работа над усовершенствованием его конструкции. Уже к 30-м годам XIX в. была выработана наиболее целесообразная конструкция плуга. В зависимости от назначения начали выпускать специальные плуги – одно– и многолемешные, окучники, почвоуглубители, культиваторы и т. д. Все это позволило достигнуть более глубокой пахоты, доходящей до 30 см, перевертывания и крошения пласта земли, а также значительно увеличить площадь, обрабатываемую плугом.

Последний этап эволюции плуга был связан с применением паровой машины как тягловой силы. Мысль об использовании паровой машины в сельском хозяйстве зародилась в конце XVIII в. Еще Джеймс Уатт работал в этом направлении. Однако в практику сельского хозяйства паровая машина вошла лишь к 60-м годам XIX века.

В 1855 г. английские фермеры Фаулер и Говард выработали наиболее подходящее сочетание паровой машины и плуга. Это позволило создать плуг весьма совершенной конструкции. Глубина запашки паровым плугом доходила до 48 см. Средний урожай пшеницы на участках, где применялся паровой плуг, повысился на 24 %. Паровой плуг вспахивал от 2 до 9 десятин в день, тогда как конный четырехлемешный плуг – не больше 1,5–2 десятин. К 80-м годам XIX в. паровой плуг стали широко использовать в крупных помещичьих и капиталистических земледельческих хозяйствах.

К 70-м годам XIX в. в сельском хозяйстве различных стран имелись плуги самых разнообразных конструкций. В каждой стране, в зависимости от климата, почвы, социально-экономических условий, уровня развития машиностроения, выпускались и применялись самые различные виды плугов, приспособленные к специфическим условиям данной страны.

С появлением тракторов были сконструированы специальные многокорпусные плуги, сначала прицепные, а затем навесные. Они позволяют обрабатывать большие площади земли.

Современные плуги делятся на лемешные, дисковые, роторные и комбинированные. Кроме плугов для обычной пахоты есть плантажные плуги для глубокой пахоты, а также специальные плуги: садовые, кустарниково-болотные, для трехъярусной обработки почвы, безотвальные и дисковые.

Безотвальные плуги рыхлят почву без подъема пласта. Они получили распространение в местах, где мало влаги и нет необходимости переворачивать отрезанный пласт. Кроме того, они применяются там, где есть опасность эрозии грунта.

У дисковых плугов рабочим органом является острый тарелкообразный диск. При перемещении плуга диск подрезает, поднимает, крошит пласт почвы.

## Подводная лодка

Создание корабля, способного скрытно приближаться к противнику, внезапно нанося удары по врагу, давно занимало умы изобретателей.

Еще в 1620 г. в Англии голландец К. ван Дреббель построил первую подводную лодку.

В 1718 г. крестьянин подмосковного села Покровское, плотник Е. Никонов, предложил Петру I изготовить «потаенное судно», которое «в море в тихое время будет из снаряду разбивать корабли». В 1721 г. Никонов построил в Петербурге модель, а в 1724 г. завершил изготовление такого судна. Для его сооружения использовались дубовые и сосновые доски, кожа, холст, смола, железные полосы, медные листы и другие материалы. Во время первого погружения днище судна было повреждено. В 1725 г. испытания продолжились, но после смерти Петра интерес к изобретателю-самоучке пропал. В 1727 г. из-за невозможности добиться герметичности потаенного судна, работы над ним были прекращены.

В 1776 г. француз Д. Бушнелл построил в Северной Америке подводную лодку «Тартю» («Черепаша»). Она имела яйцеобразный корпус диаметром примерно 2,5 м, изготовленный из медных листов. Лодкой управлял один человек. Погружение осуществлялось путем заполнения водой специального бака. Глубина погружения регулировалась вертикальным винтом. Движение по прямой осуществлялось при помощи горизонтального винта, а его направление изменялось при помощи руля. Лодка всплывала, когда вода из бака откачивалась вручную двумя насосами.

«Тартю» могла атаковать вражеский корабль при помощи мины, размещавшейся в ящике под рулем. В погруженном состоянии она должна была подойти под киль корабля противника. В этот момент мина поднималась из ящика, всплывала, ударялась о киль и взрывалась.

В 1801 г. американец Р. Фултон построил во Франции подводную лодку «Наутилус». Она имела сигарообразную форму.

Длина лодки достигала 6,5 м, диаметр – 2 м. Корпус «Наутилуса» был сделан из меди, а шпангоуты – из железа. Погружение лодки достигалось путем заполнения балластной цистерны. Команда состояла из трех человек. В погруженном состоянии лодка передвигалась мышечной силой членов экипажа, вращавших рукоятку, от которой движение передавалось на двухлопастный винт. В надводном положении для передвижения использовался парус или весла. На поверхности воды «Наутилус» мог передвигаться со скоростью до 7 км/ч, под водой – до 3 км/ч. Глубина погружения регулировалась двумя горизонтальными рулями. Лодка могла находиться в погруженном состоянии несколько часов благодаря баллону со сжатым воздухом.

Для испытаний лодка Фултона совершила переход по Сене до Гавра. Морские испытания подтвердили высокие качества судна: оно могло находиться под водой до 5 часов и преодолевало расстояние в 450 м за 7 минут. Боевые возможности «Наутилус» продемонстрировал, взорвав старый корабль при помощи мины. При переходе из Гавра в Шербур корабль затонул. Фултон пытался построить новую подводную лодку. Для этой цели он предлагал свой проект англичанам. Но все его попытки оказались тщетными.

В 1834 г. в России была построена подводная лодка по проекту инженера К. А. Шильдера. Она впервые была снабжена перископом и вооружена шестовой миной, зажигательными и фугасными ракетами.

Первое боевое применение подводные лодки получили во время Гражданской войны в США 1861–1865 гг. Тогда по проекту американца – южанина Анулея – были построены несколько лодок «Давид». Длина их составляла 10,6 м, ширина и высота – около 2 м. Экипаж насчитывал 9 человек. Вооружение «Давида» составляла шестовая мина с зарядом пороха в 45 кг.

17 февраля 1864 г. одна из таких лодок потопила корвет северян «Хусатоник», при этом сама погибла.

В 1866 г. в России по проекту инженера И. Ф. Александровского была построена первая в мире подводная лодка с механическим двигателем, работающим на сжатом воздухе.

В 1878 г. русский инженер С. К. Джевецкий создал лодку с pedalным приводом. Его вращал экипаж из 4 человек. Кроме гребного винта привод вращал пневматический и водяной насосы.

Пневматический насос прогонял воздух через баллон с едким натром, поглощавшим углекислый газ, а водяной откачивал воду из балластных цистерн.

Как и лодка Шильдера, лодка Джевецкого имела перископ. Она была вооружена миной с резиновыми присосками и запалом, приводившимся в действие гальванической батареей. Мина прикреплялась к днищу корабля, после чего лодка начинала отплывать. При этом разматывался провод. В нужное время цепь замыкалась, и происходил взрыв. Подводная лодка Джевецкого была принята на вооружение русского флота.

В 1884 г. Джевецкий снабдил свою лодку электрическим двигателем, приводимым в движение аккумулятором, после чего ее скорость достигла 7 км/ч.

В этом же году швед Норденфельд создал лодку с паровой машиной. Перед погружением она наполнялась паром под высоким давлением. Этот запас позволял лодке плыть со скоростью 7,5 км/ч. На лодке Норденфельда были впервые установлены торпеды, созданные в 1864 г. совместно англичанином Уайтхедом и австрийцем Люппи. На испытаниях торпеда, приводимая в движение пневматическим двигателем со сжатым воздухом, прошла 650 м со скоростью 13 км/ч. Конструкция торпеды сохранилась неизменной до начала XX в. В ее передней части находились детонатор и заряд, а дальше – емкость со сжатым воздухом, регулятор, двигатель и приборы управления.

С появлением торпеды подводные лодки стали представлять реальную угрозу для надводных кораблей. К началу XX в. они появились на вооружении всех основных морских государств.

Быстрое всплытие и погружение лодок осуществлялись при помощи балластных цистерн, которые стали разделяться на два вида: цистерны главного балласта и цистерны вспомогательного балласта.

Цистерны главного балласта позволяют переходить из надводного положения в подводное. Они состояли из носовой, средней и кормовой цистерн. Цистерны вспомогательного балласта делились на носовую и кормовую дифференциальные цистерны, уравнивательную цистерну и цистерну быстрого погружения.

Дифференциальные цистерны позволяли регулировать дифферент – угол наклона продольной оси лодки. Уравнивательная цистерна

приводила корабль в горизонтальное положение. Цистерна быстрого погружения позволяла лодке быстро уйти под воду.

В 1902 г. в России по проекту инженера И. Г. Бубнова была построена подводная лодка «Дельфин». В надводном положении она приводилась в движение бензиновым двигателем внутреннего сгорания, а в подводном – электродвигателями на аккумуляторах. Надводное водоизмещение лодок этого типа достигало 113 т, подводное – 135,5 т. «Дельфин» мог погружаться на глубину 50 м и проходить в надводном положении 4 500 км, в подводном – 110 км при скорости 6 узлов.

Несколько усовершенствованных лодок такого типа принимали участие в Русско-японской войне 1904–1905 годов.

Применение бензинового двигателя на подводных лодках было крайне опасным: пары бензина могли скапливаться внутри лодки, воспламеняясь от малейшей искры.

Поэтому в 1905 г. Бубнов спроектировал дизельную лодку «Минога». Она была спущена на воду в 1908 г. Ее энергетическая установка включала в себя два дизеля, электродвигатель и аккумуляторную батарею. Дизели и электродвигатель устанавливались в одну линию, работая на один гребной винт. При помощи разобщительных муфт гребной вал мог быть подключен к дизелям или электромотору. Один дизель мог соединяться с электродвигателем, при этом электродвигатель работал в режиме генератора, заряжая аккумуляторы.

«Минога» имела длину 32 м, скорость в надводном положении 20 км/ч, в подводном – 8 км/ч.

Дальнейшим развитием «Миноги» стали подлодки типа «Барс». Они имели надводное водоизмещение 650 т, подводное – 782 т, были вооружены 12 торпедными аппаратами и 2 пушками.

К началу Первой мировой войны подводные лодки могли погружаться на глубину до 50 м, имели дальность плавания до 7200 км, скорость надводного хода до 18 узлов, а подводного – 9–10 узлов. Они предназначались для ведения разведки и обороны своих баз. В русском флоте в 1915 г. на вооружение был принят первый в мире подводный минный заградитель «Краб».

Начало войны показало возросшее значение подводных лодок. Так, 22 сентября 1914 г. немецкая подводная лодка «U-9» под

командованием О. Веддигена потопила 3 английских крейсера. А всего в сентябре – октябре 1914 г. немецкие подводные лодки потопили 6 английских крейсеров и 1 подлодку.

В ходе войны подводные лодки воюющих сторон вели борьбу с кораблями противника, транспортными судами, ставили минные заграждения. В 1915 г. Германия объявила неограниченную подводную войну против всех судов, находящихся в водах, омывающих Великобританию. Это привело к гибели пассажирских судов, в частности английского лайнера «Лузитания», на котором погибло около 1200 человек.

Для борьбы с подводными лодками стали организовываться противолодочные конвои, создаваться специальные подводные лодки.

За время войны подводными лодками было потоплено 192 военных корабля и 5755 транспортов.

После войны подводные лодки продолжали оставаться одним из главных родов сил флота. Расширялась дальность их плавания: она достигала 14 500 км, а у отдельных лодок – до 33 000 км. Водоизмещение больших подводных лодок доходило до 2000 тонн, глубина погружения – до 100 м. Увеличился калибр торпедных аппаратов до 533–550 мм. Калибр артиллерийских орудий, установленных на лодках, достигал 100–150 мм.

В Советском Союзе строительство подводных лодок началось в 1927 г. закладкой корабля «Декабрист». Позже были разработаны лодки типа «Л» – «Ленинец», «Щ» – «Щука», «К» – «Крейсерская». В конце 30-х гг. в СССР были построены экспериментальные подводные лодки с единым двигателем для надводного и подводного хода.

На Вашингтонской конференции 1921–1922 г. Великобритания предлагала запретить применение подводных лодок, но это предложение было отвергнуто. В 1936 г. был подписан Лондонский протокол, регламентирующий действия подлодок в военное время по отношению к торговым судам. К нему присоединились все основные военно-морские державы мира.

Согласно этому протоколу, топить торговые суда можно было лишь в случае обнаружения на их борту стратегического сырья или в случае сопротивления досмотру или обыску, предварительно приняв меры к спасению экипажа и пассажиров.

Но начавшаяся вскоре Вторая мировая война опрокинула все ранее принятые конвенции.

3 сентября 1939 г. западнее Ирландии немецкая подводная лодка U-30 потопила английский лайнер «Атения».

17 сентября 1939 г. немецкой подлодкой U-29 был потоплен английский авианосец «Корейджес», а в ночь на 15 октября другая немецкая подводная лодка U-47 проникла на базу английского флота в Скапа-Флоу и потопила линкор «Ройял Оук». Затем началась подводная война на морских коммуникациях.

Сначала немецкие подводные лодки атаковали одиночные транспорты, находясь под водой, так как опасались самолетов противника. Это позволяло английским кораблям обнаруживать их прибором «асдик». Позже немцы отказались от дневных атак и стали атаковать ночью из надводного положения.

Помимо торпедных атак, немецкие подводные лодки ставили минные заграждения у восточного побережья Англии и в устье Темзы. К ноябрю 1939 г. на этих заграждениях англичане потеряли 48 судов и 1 эсминец.

Это побудило Англию и Францию ввести систему конвоев, в которых транспортные суда шли под охраной боевых кораблей. В ответ на это немцы изменили тактику действий подлодок. Если в начале войны отдельные лодки занимали строго ограниченные позиции, то затем им стали выделяться обширные районы, в которых лодки могли вести поиск противника. Теперь при обнаружении конвоя одной подводной лодкой в зону его движения направлялись другие подводные лодки, находящиеся поблизости. Сосредоточившись в группу, которую стали называть «волчьей стаей», лодки атаковали конвой из различных направлений в надводном положении. Это затрудняло действия кораблей охранения и ограничивало маневр всего конвоя.

Суммарные потери судов союзников и нейтральных стран только до июня 1941 г. составили 7,6 млн брутто-тонн, большая часть из которых была потоплена подводными лодками немцев и итальянцев.

На борьбу с подводными лодками были мобилизованы даже торговые суда, на которых устанавливались орудия.

С началом Великой Отечественной войны в бой вступили и советские подводники. Среди их побед можно отметить атаку

немецкого линкора «Тирпиц», которую провела 5 июля 1942 г. подводная лодка «К-21» под командованием Н. А. Лунина, потопление в феврале 1945 г. подводной лодкой «С-13» под командованием А. Маринеско немецкого лайнера «Вильгельм Густлофф».

Наиболее важным усовершенствованием в конструкции подводных лодок во время Второй мировой войны стал шнорхель – устройство, позволяющее подзаряжать аккумуляторы подводной лодки без всплытия на поверхность. Впервые оно появилось на немецких подводных лодках.

Всего подводными лодками во Второй мировой войне было потоплено около 5,5 тысяч кораблей общим водоизмещением примерно 23 млн тонн.

Послевоенное развитие подводных лодок шло по пути увеличения глубины погружения, скорости и дальности подводного плавания, снижения шумности, совершенствования оружия и радиоэлектронного оборудования.

Появление в 1950-е гг. атомных энергетических установок сделало дальность плавания подводных лодок практически неограниченной, резко увеличило скорость подводного хода и улучшило условия обитания экипажа.

На вооружении подводных лодок были приняты баллистические и крылатые ракеты с атомными боеголовками, ракеты-торпеды. Глубина погружения подводных лодок достигает 400 м, скорость – 70 км/ч.

## Полупроводники

После изобретения в 1904 г. Дж. Флемингом двухэлектродной лампы-диода и Л. Де Форестом в 1906 г. трехэлектродной лампы-триода в радиотехнике произошла революция. Эти изобретения позволили усиливать не только телеграфные сигналы, но и перейти к радиотелефонии – передаче по радио человеческого голоса. Помимо этого, они позволили усиливать высокочастотные колебания.

Началось бурное развитие радиотехники. Но одновременно с ним выявились недостатки применения вакуумных электронных приборов. Электронная лампа имеет небольшой срок службы. Приняв средний срок службы лампы за 500 часов, при количестве ламп в одном устройстве 2000 штук в среднем каждые 15 минут следовало бы ожидать отказа по крайней мере 1 лампы. Для обнаружения неисправности следовало проверить как минимум несколько сотен ламп. Самой уязвимой частью ламп является нить накала. При включении и выключении прибора нить поочередно раскаляется и охлаждается, что повышает вероятность ее перегорания. Для разогрева лампы требуется мощность в сотые доли ватта. Помноженная на количество ламп потребная мощность достигает нескольких сотен, а иногда тысяч ватт.

Недостатки электронных ламп особенно остро выявились в конце 40-х – начале 50-х гг. прошлого века с появлением первых электронно-вычислительных машин. Их надежность и размеры определялись именно размерами, энергетической емкостью и надежностью используемых в них вакуумных ламп.

Выход из кризиса открыли полупроводниковые приборы, которые, несмотря на свои недостатки, имели явные преимущества по сравнению с лампами: небольшие размеры, мгновенная готовность к работе ввиду отсутствия нити накала, отсутствие хрупких стеклянных баллонов. Эти необходимые в то время свойства побудили к поиску способов устранения недостатков полупроводников.

Исследования проводимости различных материалов начались непосредственно в XIX в. сразу после открытия гальванического тока.

Первоначально их делили на две группы: проводники электрического тока и диэлектрики, или изоляторы. К первым относятся металлы, газы и растворы солей. Их способность проводить ток объясняется тем, что их электроны сравнительно легко отрываются от атома. Особый интерес представляли те из них, которые обладали низким электрическим сопротивлением и могли применяться для передачи тока (медь, алюминий, серебро).

К изоляторам относятся такие вещества, как фарфор, керамика, стекло, резина. Их электроны прочно связаны с атомами.

Позже были открыты материалы, чьи свойства не подходили полностью ни под одну из вышеназванных категорий.

Эти вещества получили название полупроводников, хотя они вполне заслуживали и названия «полуизоляторы». Они проводят ток несколько лучше, чем изоляторы, и значительно хуже проводников.

К полупроводникам относится большая группа веществ, среди которых графит, кремний, бор, цезий, рубидий, галлий, кадмий и различные химические соединения – окислы и сульфиды, большинство минералов и некоторые сплавы металлов. Особенно велико значение германия, а также кремния, благодаря которым произошла поистине техническая революция в электротехнике.

Изучение свойств полупроводников началось, когда возникла потребность в новых источниках электричества. Это заставило исследователей обратиться к изучению явлений, связанных с образованием так называемой контактной разности потенциалов. Было замечено, в частности, что многие материалы, не являющиеся проводниками тока, электризуются при соприкосновении между собой. Первые опыты в этом направлении проводились в XIX в. Г. Дэви и А. С. Беккерелем.

Еще одно направление в исследовании полупроводников появилось в процессе изучения проводимости таких веществ, как минералы, соединения металлов с серой и кислородом, кристаллы, различные диэлектрики и т. п. В этих работах исследовалась величина проводимости и влияние на нее температуры. Исследование в середине XIX в. ряда колчеданов и окислов показало, что с увеличением температуры их проводимость быстро возрастает. Многие кристаллы (горный хрусталь, каменная соль, железный блеск) проявляли анизотропию (неодинаковость свойств внутри тела) по

отношению к электропроводности. В 1907 г. Пирс открыл униполярную (одностороннюю) проводимость в кристаллах карборунда: их проводимость в одном направлении оказалась примерно в 4000 раз большей, чем в противоположном.

В ходе этих исследований было также установлено, что существенное влияние на проводимость полупроводников оказывают содержащиеся в них примеси. В 1907–1909 гг. Бедекер заметил, что проводимость йодистой меди и йодистого калия существенно возрастает, примерно в 24 раза, при наличии примеси йода, не являющегося проводником.

Во II половине XIX в. были открыты еще 2 явления, связанные с полупроводниками – фотопроводимость и фотоэффект.

Было обнаружено, что световые лучи влияют на проводимость отдельных веществ, среди которых особое место занимал селен. Влияние света на проводимость селена впервые открыл в 1873 г. Мэй, о чем сообщил В. Смитту, которому иногда приписывают честь этого открытия.

Необычные свойства селена использовались в ряде приборов. Так, В. Сименс соорудил физическую модель глаза с подвижными веками и с селеновым приемником на месте сетчатой оболочки. Его веки закрывались, когда к нему подносили свечу. Тот же Сименс, используя свойства селена, построил другой оригинальный физический прибор – фотометр с селеновым приемником. Корн пытался построить телефонограф, служащий для передачи изображений на расстояние.

К другому сходному явлению, связанному с действием света на материалы, можно отнести фотоэффект. Впервые это явление открыл в I половине XIX в. А. С. Беккерель. Сущность его наблюдений сводилась к тому, что два одинаковых электрода, помещенные в одном электролите при одинаковых условиях, обнаруживали разность потенциалов, когда на один из них направляли поток света.

В 1887 г. Герц заметил подобное же явление в газовой среде. Он установил, что ультрафиолетовый свет, испускаемый одной искрой, облегчает прохождение разряда в соседнем искровом промежутке, если при этом освещается отрицательный электрод. Наблюдение Герца, изученное затем А. Г. Столетовым, привело к открытию фотоэлектрического эффекта, заключающегося в испускании телами отрицательного электричества под влиянием света.

В радиотехнике вначале нашли применение некоторые окислы, в частности кристаллы цинкита и халькопирита. Было обнаружено, что они обладают свойством выпрямлять электрический ток. Это позволило применять их для детектирования радиосигналов – отделения тока звуковой частоты от несущих сигналов. В первых любительских радиоприемниках начала XX в. для детектирования использовались настоящие полупроводники. Но обращение с ними требовало больших усилий. Для приема сигналов требовалось попасть тонкой иглой в определенную точку на кристалле. Это было целое искусство и те, кто им владел, ценились на вес золота. Замена кристаллов лампами значительно упростила работу радистов.

Низкая надежность работы радиоустройств с большим количеством вакуумных электронных ламп в начале 20-х годов XX в. заставила вспомнить, что кристаллический детектор, подобный углесталистому детектору А. С. Попова, обладает не менее широкими возможностями, чем электронная лампа. В 1922 г. сотрудник Нижегородской радиолaborатории О. В. Лосев обнаружил возможность получения незатухающих колебаний с помощью полупроводникового кристаллического диода. Свой прибор Лосев назвал кристодином. На его основе ученый создал различные полупроводниковые усилители для радиоприемников.

Многие предрекали, что кристаллы со временем займут место вакуумных ламп. Но в 1920–1930-е гг. этого не произошло. Лампы удовлетворяли тогдашние запросы, постепенно раскрывались их новые достоинства и возможности.

А полупроводниковые кристаллы в то время лишь начали изучать, технологи не имели возможности производить чистые, лишенные примесей кристаллы. Многие годы физики исследовали процессы, протекающие в полупроводниках на уровне микроструктуры, и на основе этих исследований пытались объяснять их свойства. Оказалось, что так же, как и в изоляторах, в полупроводниках все электроны прочно связаны с атомами. Но эта связь непрочна, и при нагреве или под действием света некоторым электронам удастся вырваться из притяжения атомов. С появлением свободных электронов электрическая проводимость полупроводников резко возрастает.

В отличие от проводников, носителями тока в полупроводниках могут быть не только электроны, но и «дырки» – места на орбите

положительно заряженных частиц – ионов, образовавшихся после потери электрона. Положительный заряд этих частиц стремится захватить недостающий электрон у одного из соседних атомов. Таким образом, «дырка» путешествует по полупроводнику, переходя от атома к атому. Вместе с ней путешествует и положительный заряд, равный по значению отрицательному заряду электрона.

Один и тот же полупроводник может обладать либо электронной, либо дырочной проводимостью. Все зависит от химического состава введенных в него примесей. Так, небольшая добавка в германий примесей, богатых электронами, например мышьяка или сурьмы, позволяет получить полупроводник с электронной проводимостью, так называемый полупроводник n-типа (от лат. *negativus* – отрицательный). Добавка же алюминия, галлия или индия приводит к избытку «дырок» и образованию дырочной проводимости. Такие проводники называются проводниками p-типа (от лат. *positivus* – положительный).

Развитие полупроводников в 20–30-е гг. прошлого века позволило создать полупроводниковые приборы, термоэлектрогенераторы, сегнетоэлектрические и фотоэлектрические приборы.

В 1929 г. советский ученый А. Ф. Иоффе высказал мысль о возможности получения с помощью термоэлектрического генератора из полупроводников электроэнергии с КПД в 2,5–4 %. Уже в 1940–1941 гг. в Советском Союзе были получены полупроводниковые термоэлементы с КПД в 3 %.

Во второй половине 20-х гг. XX в. были созданы твердые выпрямители переменного тока, представлявшие собой окисленную медную пластинку. Позже их стали делать из селена. Серьезным недостатком первых твердых выпрямителей были большие тепловые потери. Использование новых веществ, в частности германия, позволило резко их снизить. Были созданы опытные образцы выпрямителей переменного тока из германия и аналогичных полупроводниковых материалов с КПД до 98–99 %. Полупроводниковые выпрямители удобны в эксплуатации, поскольку они миниатюрны и прочны, не требуют тока накала, потребляют немного энергии и долговечны.

Изучение свойств кристаллов показало, что выпрямление и детектирование тока происходит не на границе кристалла и металла, а вследствие образования на поверхности кристалла оксидной пленки.

Для выпрямления было необходимо, чтобы пленка также обладала полупроводниковыми свойствами. Причем ее проводимость должна была отличаться от проводимости самого кристалла: если кристалл обладал n-проводимостью, то пленка должна иметь p-проводимость – и наоборот. В этом случае кристалл и пленка образуют полупроводниковый вентиль, пропускающий ток только в одну сторону.

Постепенно ученые научились получать чистые кристаллы кремния и германия, добавляя затем в них нужные примеси, создающие необходимый тип проводимости.

В начале Второй мировой войны для обеспечения приема и выпрямления сантиметровых волн в США для радиолокации стали применяться германиевые и кремниевые детекторы, обладавшие большой устойчивостью. Вскоре после войны были разработаны полупроводниковые усилители и генераторы.

1 июля 1948 г. в газете «Нью-Йорк тайме» появилась заметка о демонстрации фирмой «Белл телефон лабораториз» прибора под названием «транзистор». Он представлял собой полупроводниковый триод, несколько напоминавший по конструкции кристаллические детекторы 20-х годов. Транзистор создали физики Дж. Бардин и У. Браттейн. Его устройство было простым: на поверхности пластинки из германия, с одним общим электродом-основанием, были помещены два близко расположенных металлических стержня, один из которых был включен в пропускном, а другой – в запирающем направлении. При этом пластинка обладала p-проводимостью, а стержни – n-проводимостью. Концентрация случайных примесей в пластинке германия не превышала 10<sub>-6</sub> %.

В 1951 г. У. Шокли создал первый плоскостной триод, в котором контакт между зонами с n- и p-проводимостью осуществлялся по всей торцевой поверхности кристаллов. У него, как и у точечного транзистора, был предшественник. В свое время радиолюбители, чтобы избавиться от необходимости искать необходимую точку на кристаллическом детекторе, решили перейти к плоскостным контактам, создав плоскостной диод. В нем использовались кристаллы цинкита и халькопирита. Но он обладал малой надежностью, поскольку из-за плохой поверхности окислов выпрямление осуществлялось лишь в отдельных точках.

В 1956 г. Бардин, Браттейн и Шокли были удостоены Нобелевской премии по физике за исследования полупроводников и открытие транзисторного эффекта.

Надежно работающие плоскостные полупроводниковые диоды и триоды были созданы только после изучения свойств полупроводниковых кристаллов и овладения технологией изготовления сверхчистых материалов.

Преимуществом плоскостных контактов по сравнению с точечными является их способность пропускать более сильный ток. Но при этом они имеют значительно большую паразитную емкость, вред которой возрастает с повышением частоты сигналов.

Поэтому плоскостные диоды и триоды применяются для обработки и усиления низкочастотных сигналов, а точечные, называемые также кристаллическими детекторами, для детектирования слабых сигналов высоких и сверхвысоких частот.

Область применения полупроводников не ограничивалась радиотехникой. Еще в 1932 г. А. Ф. Иоффе создал из закиси меди, а затем из селена фотоэлементы, вырабатывавшие при их освещении электрический ток без помощи внешних источников энергии. Однако их КПД при использовании солнечной энергии не превышал 0,05–0,1 %. Но уже перед Великой Отечественной войной в СССР были созданы фотоэлементы из сернистого таллия и сернистого серебра с КПД до 1 %.

В 1954 г. был создан кремниевый фотоэлемент. В этом же году впервые была построена солнечная батарея, состоявшая из большого числа кремниевых фотоэлементов. В начале 1955 г. были созданы фотоэлементы с КПД до 6 %. Современные фотоэлементы имеют КПД до 20 % и выше.

Располагая полупроводниковый диод рядом с радиоактивным материалом, получают атомную батарею, которая может вырабатывать электрическую энергию на протяжении многих лет.

На основе полупроводников были созданы фотодиоды. В сочетании с электрическими счетчиками они ведут учет движущихся объектов – от производимых деталей до пассажиров в метро. Приборы, созданные с применением фотодиодов, могут определять бракованные изделия на конвейере и выключать оборудование, если в его опасную зону попадают руки рабочих.

Создание приборов на основе полупроводников произвело в середине XX в. техническую революцию. Дальнейшее их развитие привело к созданию интегральных микросхем, появлению новых поколений электронно-вычислительных машин и персональных компьютеров. Сейчас ни одна область науки и техники не обходится без их применения.

# Порох

Время и место изобретения пороха сейчас точно установить невозможно. Считается, что он был изобретен в Китае, и долгое время его использовали только для фейерверков.

Кто и как догадался соединить вместе три основных компонента дымного пороха и поджечь, неизвестно. Некоторые исследователи утверждают, что порох был получен как побочный продукт при изготовлении «пилюли бессмертия» китайскими даосами – представителями религиозно-мистического течения.

Основные составные части пороха люди знали издревле. Поскольку серой, помимо химического элемента, раньше называли любые горючие вещества, есть основания полагать, что человек давно заметил особенность серы гореть, образуя при этом дым с сильным запахом. Возможно, это свойство использовалось для уничтожения вредных насекомых в жилищах.

Древесный уголь люди получали, пережигая дрова без доступа воздуха. Он выделял при сгорании намного больше тепла, чем обычная древесина.

Оба вышеназванных компонента не могли гореть без доступа воздуха. Поэтому требовался сильный окислитель, разлагающийся при нагревании с выделением кислорода. Таким ингредиентом стала калийная селитра  $K_2CO_3$ . Она была продуктом разложения и гниения органических остатков. Следствием этого стало накопление в почве смесей различных нитратов. Но для выделения из них чистой калийной селитры требовались специальные знания химии и технологии. Считается, что первыми технологию очистки калийной селитры от добавок разработали китайцы.

Итак, родиной дымного пороха считается Китай, где, по сведениям историков, он был известен еще в конце VI – начале VII века.

Но его применение, повторяем, ограничивалось производством «ракет» для фейерверков. Для большего эффекта в порох добавляли другие вещества, не улучшавшие горение, но увеличивавшее искрение, например поваренную соль.

В Византии применялся аналог пороха – греческий огонь. Там вместо угля применялась нефть.

В 670 и 718 годах при помощи греческого огня, так утверждают историки, были уничтожены корабли арабского флота, осаждавшие Константинополь. Возможно, в составе «греческого огня» не содержалось селитры, и, соответственно, он не мог гореть без доступа воздуха.

Из разных описаний (например, «Огненная книга» Марка Грека, 1250 г.) можно сделать вывод, что в состав «греческого огня» входили смола, сера, нефть, масла. Возвратившиеся из неудачного похода на Царьград в 941 г. дружинники князя Игоря рассказывали: «У греков в руках точно молнии небесные, которые они пускали трубами и жгли нас: вот почему и не одолели мы их». Вполне вероятно, что «греческий огонь» в то время уже содержал селитру, поскольку смесь, не содержащая окислителя (селитры), не могла бы гореть в трубах.

Первым европейцем, описавшим изготовление пороха примерно в 1250 г., был Роджер Бэкон. Но он зашифровал свою книгу, полностью ее смогли расшифровать только в XIX в. Примерно в то же время Марк Грек описал «гремящие» и «летающие» трубы с пороховой смесью – первые бомбы и ракеты. В 1300 г. во Фрайбурге (Германия) была отлита первая европейская пушка. В этом городе жил монах Бертольд Шварц, составивший в 1388 г. рецепт приготовления пороха высокого качества, чем и обессмертил на века свое имя.

Первый порох применялся в виде порошка – пороховой мякоти (отсюда прах, пыль), получаемой механическим смешением калиевой селитры, угля и серы в соотношении, примерно, 75:15:10. На Руси он долгое время назывался зельем. У него была низкая плотность, что затрудняло зарядание орудий и, особенно, ружей.

Огнестрельное оружие было впервые использовано в 1326 г. в Англии и Флоренции, в 1331 г. – в Германии. На Руси первое боевое применение пушек произошло в 1382 г. при обороне Москвы от орды хана Тохтамыша.

Первые артиллерийские орудия оказывали, в основном, психологическое воздействие на противника, в частности на лошадей, пугавшихся громких взрывов.

Большое влияние порох оказал на методы осады городов. Вместо стенобитных орудий осаждающие с большим успехом стали

применять подкопы под крепостные стены – «тихую сапу». Затем под стену подводился мощный пороховой заряд. Взрыв проделывал в ней брешь, в которую врывались атакующие.

В XV в. вместо пороховой мякоти стали применять зернистый порох. Он горел более равномерно, что давало возможность увеличить заряды и повысить исходные скорости снарядов. Пропорции компонентов пороха изменялись в зависимости от калибра оружия.

Вплоть до XIX в. порох оставался единственным взрывчатым веществом. После изобретения в 1831 г. в Англии Бикфордом огнепроводного шнура, дымный порох стал применяться для его изготовления.

В середине XIX в. дымный порох стал широко применяться как бризантное взрывчатое вещество в подводных минах В. С. Якоби и как метательное взрывчатое вещество в боевых ракетах К. И. Константинова.

Но в середине XIX в. появились другие взрывчатые вещества – пироксилин, динамит, нитроглицерин, тротил.

В огнестрельном оружии долгое время воспламенение происходило при помощи трута или искры. В 1799 г. Говардом было изобретено вещество, вызывающее детонацию пороха, – гремучая ртуть. Это позволило увеличить надежность огнестрельного оружия, сделав воспламенение пороха независимым от дождя и сильного ветра.

Появление гремучей ртути привело к созданию унитарного патрона, объединяющего снаряд или пулю, гильзу, в которой находился порох, и капсюль, содержащий гремучую ртуть, предназначенный для воспламенения пороховой заряды. Это ускорило заряжание оружия и его скорострельность. Одновременно возникла проблема, заключающаяся в ухудшении видимости и затруднении прицеливания из-за большой задымленности. Это вызвало потребность в порохе, не выделявшем при горении большое количество дыма.

В 1884 г. француз Вьель изобрел бездымный пироксилиновый пластинчатый порох, получивший название пороха «В».

Первые испытания пироксилинового пороха при стрельбе из ружья Лебеля и 65-миллиметровыми пушки показали исключительные преимущества нового пороха, по сравнению с дымным. Было установлено, что полученный Вьелем порох не дает при стрельбе дыма, не оставляет нагара в канале ствола, горит параллельными

слоями, его сила в три раза превышает дымный порох и позволяет значительно увеличить начальные скорости снарядов при меньшем, по сравнению с дымным порохом, весе заряда. В России пироксилиновый порох, независимо от Вьеля, получил Г. Г. Сухачев в 1887 году.

В 1888 г. шведским инженером Альфредом Нобелем был предложен пироксилино-нитроглицериновый порох – твердый раствор коллоидного хлопка (коллоксилина) в нитроглицерине. Количество нитроглицерина в порохе Нобеля составляло 40–60 %. Позже в состав этого пороха добавлялись инертные примеси (например камфара) для снижения скорости горения и дифениламин для повышения химической стойкости пороха.

Порох Нобеля под названием «баллистит» был принят на вооружение в Германии и Австрии, под названием «филит» – в Италии.

Баллистит имел существенные преимущества перед пироксилиновым порохом. Он не впитывал при хранении влаги, его изготовление занимало примерно один день, в то время как пироксилиновый порох должен был сушиться неделями и даже месяцами.

Другой тип нитроглицеринового пороха под названием «кордит» был предложен в 1889 г. Абелем и Дюаром в Англии. (Название «кордит» происходит от английского слова *cord*, что значит «шнур» или «струна».)

При изготовлении этого пороха применялся нерастворимый пироксилин, пластификация которого осуществлялась нитроглицерином и ацетоном в мешателях при обычной температуре. Для повышения химической стойкости и снижения скорости горения добавлялся вазелин. Масса прессовалась через матрицы гидравлического пресса в виде шнуров без канала, которые резались затем на стержни. Ацетон после получения пороха удалялся из него длительной сушкой.

Принципиально способ приготовления кордита не отличается от способа приготовления пироксилинового пороха.

Первый образец кордита в виде струны содержал в своем составе 58 % нитроглицерина, 37 % нерастворимого пироксилина и 5 % вазелина и предназначался для винтовок и малокалиберных орудий. Для снижения степени выгорания каналов крупных орудий был

разработан кордит «МД», содержащий 30 % нитроглицерина, 65 %, пироксилина и 5 % вазелина.

Широкие опыты по разработке метода производства пироксилиновых порохов и создание промышленности бездымных порохов были начаты в России в конце 1888 г. под непосредственным руководством начальника мастерской Охтинского завода З. В. Калачева и при участии С. В. Панпушко, А. В. Сухинского и Н. П. Федорова.

К концу 1889 г. Охтинский завод разработал образец винтовочного пироксилинового пороха в виде пластинок, который при стрельбе из ружья Лебеля дал требуемую начальную скорость при допустимом давлении и значительно меньшем, по сравнению с дымным порохом, весе заряда. Но при дальнейшем испытании из отечественного оружия этот порох оказался неудовлетворительным.

При стрельбе из винтовки Мосина образчик пороха, изготовленный из нерастворимого пироксилина с применением в качестве растворителя ацетона, дал недопустимо высокие давления, достигающие  $4000 \text{ кг/см}^2$ , хотя при стрельбе из французского ружья Лебеля этот порох давал вполне удовлетворительные результаты, давление пороховых газов не превышало  $2500 \text{ кг/см}^2$ .

Вследствие этого были предприняты изыскания другого образца пороха, который давал бы в этой винтовке начальную скорость  $615 \text{ м/с}$  при допустимом давлении не выше  $2500 \text{ кг/см}^2$ .

Опыты по приготовлению такого пороха были поручены С. А. Броунсу, тот в середине 1890 г. предложил образец пороха, где в качестве растворителя применялась смесь ацетона и эфира. Для уменьшения скорости горения пороха в состав пороховой массы было введено 2 % касторового масла. Порох на ацетоноэфирном растворителе имел большую механическую прочность и при стрельбе из винтовки Мосина давал вполне удовлетворительные баллистические результаты как по величине начальных скоростей и давлений, так и по однообразию действия отдельных зарядов. В том же 1890 г. З. В. Калачевым на Охтинском заводе были приготовлены образцы пороха из смесового пироксилина на спиртоэфирном растворителе, которые отвечали полностью предъявляемым к нему требованиям.

Работы с порохом на ацетоноэфирном растворителе, как более дорогим и менее доступным для массового применения, были

прекращены.

С начала 1890-х годов Д. И. Менделеев и его сотрудники вели работы по синтезу пироколлодия и разработке на его основе бездымного пороха.

В 1892 г. были получены образцы пироколлодийного пороха и произведена ими стрельба из морских орудий. По заключению специалистов, производивших испытания, пироколлодийный порох оказался первым бездымным порохом из всех ранее испытанных, который не показал каких-либо неожиданностей. Порох Д. И. Менделеева сразу же вызвал доверие к себе, поскольку все теоретические предположения о его свойствах были подтверждены опытными данными, полученными стрельбой из дальнобойных морских орудий.

В июне 1893 г. в России была произведена стрельба пироколлодийным порохом из 12-дюймового орудия, и инспектор морской артиллерии адмирал С. О. Макаров поздравил Д. И. Менделеева с блестящим успехом.

После того как пироколлодийный порох выдержал испытания при стрельбе из морских орудий всех калибров, Д. И. Менделеев считал задачу по разработке бездымного пороха выполненной и больше не возвращался к исследованиям в области порохов.

Пироколлодийный порох Д. И. Менделеева был принят на вооружение американского военно-морского флота в 1897 г., а в армии – в 1899 г. Он производился в громадных количествах на заводах США в период Первой мировой войны и после нее до замены его беспламенными негигроскопическими порохами. В России же этот порох не использовался.

В 1893 г. профессор Монро в Америке взял патент на изготовление пороха из нерастворимого пироксилина, пластифицированного нитробензолом. После приготовления пороха нитробензол удалялся из него обработкой в горячей воде, а порох при этом «затвердевал», становился более плотным. Такой порох был назван индюритом (от английского *induration* — затвердевание).

Индюрит вследствие ряда недостатков не нашел широкого применения и вскоре был снят с производства.

Впоследствии все они получили название бездымного пороха коллоидного типа.

В России и Франции были приняты на вооружение пироксилиновые порохи, в Соединенных Штатах Америки – пироколлодийные, в Германии и Италии – баллиститные, в Англии – кордитные. Необходимо заметить, что общие принципы производства нитроцеллюлозного пороха и качественный его состав не претерпели существенных изменений. Вместе с тем современные вещества имеют значительные отличия от своих предков по составу, форме и методам производства. За прошедшее время с момента появления нитроцеллюлозного пороха возникало много проблем в порохопроизводстве, которые постепенно разрешались в научных лабораториях и на заводах.

В 30-е годы XX в. в СССР был создан баллиститный порох для реактивных снарядов, применявшихся в реактивных системах залпового огня («катюшах»). В конце 40-х годов был разработан смесевый порох для ракетных двигателей.

В настоящее время различают два вида пороха: нитроцеллюлозный (бездымный) и смесевый (в том числе дымный). Порох, применяемый в ракетных двигателях, называется твердым ракетным топливом. Основу нитроцеллюлозных порохов составляют нитроцеллюлоза и растворитель. Помимо основных компонентов они содержат присадки.

По составу и типу растворителя они делятся на пироксилиновые, баллиститные и кордитные.

Пироксилиновый применяется в стрелковом оружии и в артиллерии. В зависимости от присадок и назначения, помимо обычных пироксилиновых, имеются специальные порохи: пламегасящие, малогигроскопичные, малоградиентные (с малой зависимостью скорости горения от температуры заряда), малоэрозионные (с пониженным разгарно-эрозионным воздействием на канал ствола), флегматизированные (с пониженной скоростью горения поверхностных слоев), пористые и другие.

Баллиститные делятся на ракетные (для зарядов к ракетным двигателям и газогенераторам), артиллерийские (для метательных зарядов к артиллерийским орудиям) и минометные (для метательных зарядов к минометам). По сравнению с пироксилиновыми, баллиститные порохи отличаются меньшей гигроскопичностью, быстротой изготовления (6–8 часов), возможностью получения

крупных зарядов (до 1 метра в диаметре), высокой физической стойкостью и стабильностью баллистических характеристик. Недостатком баллистического пороха является взрывоопасность в производстве, обусловленная наличием в их составе нитроглицерина, очень чувствительного к внешним воздействиям.

Кордитные порохи содержат высокоазотный пироксилин, для растворения которого требуется кроме нитроглицерина добавка летучих растворителей (спиртоэфирная смесь, ацетон). Их преимущество – большая мощность, однако они вызывают повышенный разгар (нагрев) стволов.

Твердые ракетные топлива содержат примерно 60–70 % перхлората аммония (окислитель), 15–20 % полимерного связующего (горючее), 10–20 % порошкообразного алюминия и различных присадок. Они обладают рядом преимуществ перед баллистическими порохами: более высокая удельная тяга, меньшая зависимость скорости горения от давления и температуры, большой диапазон регулирования скорости горения при помощи различных присадок. Благодаря их высоким эластичным свойствам можно изготавливать заряды жесткокрепленными со стенкой двигателя, что повышает коэффициент наполнения топливом двигательной установки.

Современный дымный порох изготавливается в виде зерен неправильной формы. Роль окислителя выполняет калиевая селитра, а основного горючего – древесный уголь. Сера является цементирующим веществом, понижающим гигроскопичность пороха, облегчающим его воспламенение. Существуют следующие сорта дымного пороха: шнуровой (для огнепроводных шнуров), ружейный (для воспламенителей к зарядам из нитроцеллюлозных порохов и смесевых твердых топлив, а также для вышибных зарядов в зажигательных и осветительных снарядах), крупнозернистый (для воспламенителей), медленногорящий (для усилителей и замедлителей в трубках и взрывателях), минный (для взрывных работ), охотничий.

Древняя пиротехническая смесь сохраняет значение и в наше время. Сейчас ведутся разработки новых рецептов и создание новых видов пороха.

## Прививки

На протяжении всей истории человечества его опасными спутниками были болезни. Они вызывались разными причинами: переохлаждением и перегревом, плохой пищей и недостатком полезных веществ.

Но с того времени, как люди стали селиться более скученно и между поселениями наладились прочные транспортные и торговые связи, главную опасность для человечества стали представлять заразные болезни, передающиеся от человека к человеку различными путями: по воздуху и через зараженные предметы, посредством насекомых и животных – переносчиков болезней.

Такие болезни нередко принимали характер эпидемий – массовой вспышки заболевания на определенной территории, а иногда и пандемий, когда болезнью были охвачены целые континенты.

Наиболее страшной заразной болезнью в древности и в Средние века была чума. Ею были охвачены огромные территории Европы и Азии. Известны пандемии чумы в VI и в XIV веках. Она выкашивала целые города и провинции. В XIV в. появилась ее еще более опасная ее разновидность – бубонная чума.

Помимо чумы, известны и другие заразные болезни, часто приобретающие характер эпидемий: тиф, холера, оспа, сибирская язва и др.

Еще в древности медицине были известны противоэпидемические меры: удаление заболевших из городов, сжигание имущества заболевших или умерших, привлечение людей, переболевших данной болезнью, к уходу за больными.

В XIV в. в Европе стали вводить карантин – систему мероприятий для предупреждения распространения инфекционных болезней из очага эпидемии с последующей ликвидацией самого очага заражения.

Впервые карантин ввели в Италии, где применили сорокадневную задержку на рейде судов, прибывших из мест, зараженных чумой. Само слово «карантин» переводится с итальянского как «сорок дней».

Одной из самых древних болезней, с которой человечество столкнулось еще на заре своего существования, была оспа. Ее первые

очаги возникли в странах Азии. В Египте она была известна шесть тысяч лет назад. Палеопатологи (специалисты, исследующие останки древних людей и животных и изучающие болезни, которыми болели в древности) считают, что рубцы на костях мумий египетских фараонов, в частности Рамзеса V (XI в. до н. э.), – следы перенесенной болезни.

В Древней Греции и Риме оспы не было. Причина тому – слишком маленькая скорость передвижения пешехода или конного путешественника. Если человек заболел, он останавливался там, где его застигла оспа. Большая часть заболевших заражала только тех, кто за ними ухаживал – вирус оспы передается только при непосредственном контакте здорового человека с заболевшим. Больные часто умирали (смертность при оспе составляет от одной трети до трех четвертых из общего числа заболевших). В этом и заключался главный секрет медленного распространения оспы в древности.

В Европе оспа появилась только с изобретением паруса в V–VI вв. н. э. Гребные суда имели малую скорость, и путь из Малой Азии или Египта через Средиземное море в Европу занимал много времени. Больной, попавший на такой корабль, либо умирал, либо поправлялся до окончания путешествия. Когда скорость судов повысилась, оспа была завезена сначала в Грецию, затем в Италию. С тех пор она стала бичом европейского континента.

Во время эпидемий оспы в некоторых странах погибало до половины населения. Так было в Европе, Азии и Африке.

В XVI в., когда отряд Кортеса прибыл из Испании в Америку, среди солдат оказался один больной оспой. До XVI в. Американский континент не знал оспы – преградой служил Атлантический океан. Солдат заразил нескольких местных жителей, и эпидемия оспы стала распространяться по Мексике, у жителей которой не было иммунитета против страшной болезни. За несколько лет в Мексике умерло 3,5 млн человек. Эта эпидемия стала главной причиной гибели цивилизации майя.

В течение последующих 400 лет оспа оставалась бичом для всего Американского континента. Она убивала и калечила индейцев с большей жестокостью, чем конкистадоры. Оспа свирепствовала в Бразилии и Северной Америке, убивая при ежегодных эпидемиях практически каждого третьего жителя.

В Средние века к оспе привыкли настолько, что считали ее неотвратимым злом и Божьим наказанием. Еще во второй половине XVIII в. ею переболела большая часть людей. Выжившие были так обезображены, что в то время любая женщина с чистым лицом, без следов оспы, уже считалась красавицей.

Еще в Древнем Китае и Индии врачи разработали метод защиты людей от оспы путем так называемой вариоляции. Для этого собирали оспенные корочки больного, высушивали их и растирали в мелкий порошок. Этот порошок втирали в кожу специальным шпателем или иглой, которой надрезали поверхность кожи, а иногда вдвухали в нос здоровому человеку. Целью этих процедур было вызвать у него легкую форму болезни.

Вариоляция действительно защищала многих людей. Но, поскольку для ее проведения использовали вирус натуральной оспы, вариоляция часто вызывала тяжелое заболевание и даже смерть. Больной в дальнейшем мог заразить контактировавших с ним людей и даже вызвать новую эпидемию.

В начале XVIII в., когда оспа широко распространилась по странам Европы, начались поиски защиты населения от этой инфекции. Члены Лондонского королевского медицинского общества решили обсудить все «за» и «против» метода вариоляции, о котором сообщали многие путешественники. Были собраны отчеты англичан о путешествиях в азиатские страны. Несмотря на опасность метода, его решили рекомендовать к применению, поскольку ущерб от эпидемий, наносимый обществу, был гораздо тяжелее.

В это время леди Монтегю, жена британского посла в Константинополе, наблюдала, как пожилые турчанки прививали здоровым местным жителям материал, взятый от больного оспой. В Турции она провела вариоляцию собственному сыну, а вернувшись в Англию, стала пропагандировать турецкий метод вариоляции.

Сначала вариоляция была принята в штыки. Духовенство усмотрело в ней нечто противное воле Божественного Провидения. Понадобилась поддержка короля Георга I, чтобы провести опыты, доказавшие огромную эффективность метода вариоляции. Для проверки выбрали заключенных Ньюгейтской тюрьмы, которым была обещана амнистия. Шесть человек – трое мужчин и три женщины – дали свое согласие на вариоляцию. Все они остались здоровыми.

После этого началось широкое применение вариоляции в самой Великобритании, а также в ее американских колониях.

Ярким приверженцем вариоляции стал доктор Т. Гимздейл. Он предложил использовать этот метод при дворе русской императрицы Екатерины II. В 1768 г. его пригласили в Россию для проведения вариоляции членов императорской семьи. Гимздейл получил титул барона, звание государственного советника, чин генерал-майора, единовременное пособие в 10 000 фунтов стерлингов и пожизненную пенсию в 500 фунтов.

Несмотря на широкое применение вариоляции во многих странах Европы, врачи понимали опасность метода и его бесперспективность в борьбе с оспой как с эпидемическим процессом. Был необходим метод, который, надежно защищая людей от оспы, исключил бы опасность новых эпидемий.

Эффективный метод профилактики оспы изобрел английский врач Э. Дженнер. Он был уверен, что можно найти способ, который позволил бы защитить людей от этой смертельной инфекции. Дженнер заметил, что доярки, доившие коров, у которых на вымени были оспенные пузырьки, не заражаются натуральной оспой.

Пять лет Дженнер вел наблюдения и анализировал известные ему случаи успешной прививки корочек коровьей оспы человеку, а также искал подтверждение защитного эффекта этого метода.

14 мая 1796 г. Дженнер ввел восьмилетнему мальчику материал, который получил из оспенной корочки на руке молочницы. Через семь недель он заразил этого мальчика натуральной оспой, но мальчик не заболел. Дело в том, что вирус коровьей оспы, не опасный для человека, вызвал в организме пациента появление антител, нейтрализующих вирус черной оспы.

Дженнер справедливо заключил, что доярки тоже болеют оспой, поэтому приобретают иммунитет, но болезнь протекает в легкой форме. По этой причине сами женщины-доярки не замечают своего заболевания, не жалуются на здоровье и не обращаются к врачу, хотя натуральная оспа значительно ослабляет человеческий организм и зачастую приводит к смерти. Врач пытался понять, каким образом доярки могли заразиться легкой формой оспы. Поскольку он знал о существовании так называемой коровьей оспы – похожего заболевания

у коров, то предположил, что инфекция передается дояркам именно от животных.

Дальнейшие опыты подтвердили правоту Дженнера. Он доказал, что инфекция попадает в организм доярок через ссадины на руках. Здесь вырабатываются антитела к возбудителю, клетки-защитники учатся его отличать и успешно бороться с ним. Поэтому когда переболевшая коровьей оспой доярка заражается оспой натуральной, человеческой, то иммунная система ее организма оказывается готовой к нанесению ответного удара. Передача инфекции осуществляется благодаря оспенным пузырькам на вымени коровы. Из лопнувших пузырей вытекает жидкость, содержащая возбудитель оспы. Она-то и проникает в мельчайшие повреждения кожи на руках доярки.

Дженнер ввел в медицинскую практику предупредительные прививки, содержащие жидкость из коровьих пузырьков. Предупредительное прививание получило название вакцинации, а препарат для прививки – вакцины (от латинского слова, означающего «корова»). Дженнер не предполагал, что болезнетворное начало, с которым он работал, является разновидностью микроорганизмов. Это установил французский микробиолог Л. Пастер, с именем которого связано дальнейшее развитие иммунологии и техники прививания. Он первый понял, что возбудителями инфекционных болезней являются микробы и что после перенесения болезни человек, как правило, не болеет. Пастер предположил: если удастся ослабить микроорганизмы настолько, чтобы они могли вызвать заболевание человека лишь в легкой форме, то человек, перенесший эту искусственную легкую болезнь, окажется защищенным от микробов, вызывающих натуральное заболевание. Опыты это подтвердили.

Созданный Пастером метод ослабления возбудителя опирался на открытие Э. Дженнера. Дженнер, проводя предупредительное прививание, вводил в организм своих пациентов возбудитель оспы. Но, поскольку этот возбудитель был слабее натурального, иммунная система успешно с ними боролась, попутно вырабатывая антитела против микроорганизмов, вызывающих любую форму данного заболевания. Так приобретался иммунитет против смертельно опасной натуральной оспы.

Пастер разумно рассудил, что поиски слабых форм возбудителей разных инфекционных заболеваний в большинстве случаев окажутся

бесплодными. Поэтому решил для приготовления профилактических и лечебных вакцин искусственно получить ослабленные или умерщвленные возбудители, которые не представляют собой угрозы для здоровья человека. Они пожираются фагоцитами, сообщающими В-лимфоцитам информацию, необходимую для синтеза соответствующих антител. Таким образом, иммунная система запоминает возможного чужеродного агента и подготавливается к очередной встрече с ним.

Впервые защитная прививка человеку была сделана 6 апреля 1885 г. В этот день к Пастеру обратилась женщина, ребенок которой был укушен бешеной собакой. Защиты от бешенства тогда не существовало, ее создал сам Пастер, но пока не применял при клиническом лечении больных. Лечение прошло успешно. Метод Пастера приобрел большую известность. К «благодетелю человечества», как называли врача благодарные пациенты, обращались люди из всех стран Европы, из США и России.

В 1888 г. в Париже по инициативе Пастера открывают первый микробиологический институт, названный впоследствии его именем. Пастер собрал вокруг себя большую группу молодых врачей, которых учил новому подходу к лечению болезней. На пастеровских «охотников за бактериями» больше не смотрели как на чудаков, застывших над микроскопом. Микробиология и иммунология определяют последующее развитие хирургии, гигиены и всей медицинской науки в целом.

Препараты из ослабленных микробов (или их ядов) также стали называть вакцинами в память о первой коровьей вакцине, созданной Э. Дженнером. Процедура введения вакцины получила название прививки. После прививки иммунитет развивается в среднем в течение месяца.

Иммунитет человека может быть природный (естественный) и искусственно созданный.

Естественный иммунитет может быть видовой, наследственный и приобретенный. Например, человек никогда не заболевает чумкой собак, потому что в человеческом организме нет условий для жизнедеятельности возбудителя этого заболевания. Это видовой иммунитет. Некоторые люди невосприимчивы к заболеваниям, которыми страдают другие.

Это наследственный иммунитет. Наконец, есть иммунитет, приобретенный в результате перенесенного заболевания или же полученный грудным ребенком с молоком матери. Искусственный иммунитет может быть только приобретенным. Он активен, когда вводится вакцина и организм сам вырабатывает антитела, или пассивный, когда человеку вводят лечебную сыворотку, содержащую уже готовые антитела.

При введении вакцины организм самостоятельно вырабатывает антитела, но их можно вводить и в готовом виде. Особенно это важно в том случае, если заражение уже произошло и на предохранительную прививку уже нет времени.

Кровь для лечебной сыворотки берут либо у человека, перенесшего данное заболевание, либо у животных, которых предварительно иммунизируют, вводя возбудитель инфекционного заболевания или же его токсин (яд). В ответ в организме животного вырабатываются защитные антитела – антимикробные или антитоксические. Например, противодифтерийная сыворотка – антитоксин. Ее получают путем введения в организм животного дифтерийного токсина.

Все вакцины и сыворотки специфичны, то есть обладают строгой направленностью действия (например, антидифтерийная сыворотка не предохранит от других инфекционных заболеваний).

В XX веке микробиология бурно развивалась. На счету ученых-микробиологов вакцины от болезней, считавшихся ранее неизлечимыми: желтая лихорадка и полиомиелит, клещевой энцефалит, корь, дифтерия и многие другие. В 1977 г. был зарегистрирован последний случай заболевания оспой.

Сейчас идет дискуссия о необходимости прививок. Их противники выдвигают аргументы, среди которых есть и такие: прививки нарушают естественный ход вещей, помогая выжить людям, в итоге дающим ослабленное потомство; организм детей, подвергающихся прививкам в раннем возрасте, испытывает сильный стресс и т. п. Сложно сказать, насколько они правы. Но в любом случае следует оценить самоотверженность врачей, зачастую рисковавших своим здоровьем и жизнью во имя спасения других людей.

## Прокатный стан

Прокатка – обжатие металла между вращающимися валками, придающее изделию требуемую форму и размеры. Она позволяет производить равномерные по толщине металлические листы.

До XVI в. их получали лишь свободной ковкой. Однако сделать лист с одинаковой по всей площади толщиной было сложно. Эту проблему помог решить прокатный стан.

Впервые о прокатке металлов написал в 1495 г. Леонардо да Винчи. Он изобразил ручной прокатный стан с плоскими валками и пояснил его работу. На стане делали равномерные тонкие оловянные листы. В этом стане приводным был нижний валок, на оси которого находилось червячное колесо. Массивная рукоятка вращала валок посредством червячной передачи.

В первой половине XVI в., наряду с гладкими валками, появились калиброванные. Первые предназначались для прокатки широких полос и листов, а вторые – для прокатки различных профилей.

В XVI в. прокатные станы применялись для изготовления изделий из олова, свинца, золота, серебра и меди.

Итальянец Дж. Бранка в книге «Машины» изобразил вальцево-чеканочный стан для прокатки и одновременной чеканки медалей и монет. На нем были установлены нарезные валки. Для передачи движения от верхнего валка к нижнему применялась шестеренная передача. Ведущая шестерня была насажена на ось верхнего прокатного валка, ведомая – на ось нижнего. Шестеренная передача обеспечивала одинаковую окружную скорость валков.

В XVI–XVII вв. для привода станом использовались сила рабочих и гидравлический двигатель. Во Франции с 1550 г. было разрешено применять на монетных дворах прокатные станы на конной тяге.

Гораздо медленнее прокатные станы прокладывали себе дорогу в железодельной промышленности.

Начальник Уральских горных заводов В. И. Геннин наладил на Урале производство железных прутков с помощью плющильных и резательных станом. Они были установлены на Екатеринбургском заводе в начале 30-х годов XVIII века.

Важнейшей частью плющильного стана являлись рабочие валки. Их делали из железа, наваривая на него уклад. После этого, во избежание выпуска брака, их гладко и ровно обтачивали. Общий вес такого стана составлял 2130 кг. Его ремонт выполняли мастера с подмастерьями и работниками. Мастер был обязан наблюдать и ухаживать за машиной, регулярно ее смазывать.

Позже прокатный и резательный станы стали располагать в линию. Это позволило соединить их верхние и нижние валки, приводящиеся в движение двумя гидравлическими двигателями. Правое колесо вращало верхние валки прокатного стана, левое, двигаясь в противоположном направлении, вращало нижние валки обоих станов. Валки отливались из чугуна и укреплялись в прочных металлических стойках.

В XVIII в. прокатные устройства применялись для выделки листового и полосового железа на предприятиях Швеции. В них нагретые куски железа пропускались между двумя цилиндрами. Полученные листы вновь нагревали в печи и пропускали через валки.

Однако листовое железо производилось в основном ковкой. Трудность введения прокатных станов состояла в том, что железо, даже размягченное нагревом, дает большую нагрузку на прокатные валки, что требует применения мощных гидравлических колес и значительного расхода воды.

В то время листовая прокатка применялась при выделке листов из свинца и олова. На английских предприятиях были крупные прокатные станы для прокатки свинца. Они приводились в действие с помощью гидравлических двигателей или лошадей. Стан состоял из двух прокатных валков из литого железа диаметром 300 мм и длиной более 1,5 м. Изменение направления вращения валков, осуществлялось системой шестерен. Она позволяла не переносить свинцовые плиты для повторной прокатки на другую сторону стана, а задавать в валки там, где они находились. Металл подавался к валкам деревянными роликами – прообразом современного рольганга. Отлитая заготовка поднималась на ролики поворотным краном. Для обслуживания стана требовалось 6 рабочих и 6 лошадей. За 10 рабочих часов толщина листа уменьшалась с 45 до 2,5 мм. На это уходило около 200 пропусков.

Впервые прокатку железа в валках с ручьями осуществил француз Флюер. Для этого он применил двухвалковый реверсный прокатный стан с ручьями ромбической и овальной формы. Кованая заготовка подвергалась шестикратной прокатке при трех промежуточных нагревах. В первый ручей ромбической формы задавалась заготовка овального сечения, затем она пропусклась через ручей овальной формы. Потом она вновь нагревалась и прокатывалась. При заключительной прокатке металл поступал в калибр круглой формы. В результате получался пруток диаметром 6,3 мм. За 24 часа 6 рабочих и несколько учеников прокатывали более 2720 кг прутков. За то же время на рычажно-клещевых станах изготавливали около 230 кг.

В XIX в. прокатка опередила по масштабам вырабатываемой продукции кузнечную обработку металлов. Тогда выпускались катаные железные рельсы, различные профили, полосовой и листовой металл, трубы и проволока. Все применявшиеся в этот период прокатные станы относились к одной из следующих групп: обжимные, заготовочные, сортовые, листовые и полосовые, трубокатные и деталепрокатные.

За 70 лет XIX в. были заложены основы современного прокатного машиностроения. Получили распространение прокатные станы с горизонтальными и вертикальными валками, появились трехвалковые станы.

В XIX в. было разработано несколько новых типов прокатных станов, отличающихся друг от друга расположением рабочих клеток. В их числе линейные, сдвоенные, ступенчатые, непрерывные и полунепрерывные станы.

На рубеже XVIII–XIX вв. прокатный стан сыграл важную роль в широком распространении нового способа получения сварочного железа – пудлингования.

При пудлинговании накатанная в печи крица после проковки под молотом обжималась в валках прокатного стана, превращаясь в полосовое железо. При прокатке металл уплотнялся и освобождался от шлаков. Применение прокатки значительно сократило время обработки крицы.

Для обжатия криц применялись также так называемые «качающиеся» станы, изобретенные английским металлургом Дж.

Вилкинсоном в 1792 году. Они стали прообразом реверсивных прокатных станов – блюмингов и слябингов.

Двухвалковые прокатные станы в 1828 г. стали использоваться для прокатки рельсов в Бедлингтоне (Англия). Они делались из пакетов, средняя часть которых собиралась из сырого железа, а поверхность катания – из твердого железа. На подошву пакета шло волокнистое катаное железо. Прокатку производили обжимными и сварочными ручьями. Затем рельс пропускали через ручьи чистового стана.

До 40-х годов XIX в. для привода прокатных станов наряду с паровым двигателем применялось гидравлическое колесо. Каждый валок приводился во вращение отдельным гидравлическим двигателем. Водяные колеса располагались по обе стороны рабочей клетки.

Однако более прогрессивной была зубчатая передача. Она имела ряд преимуществ: небольшие габариты, высокий КПД, долговечность и надежность.

В конце XVIII в. появились линейные прокатные станы, состоявшие из двух или трех расположенных рядом рабочих клеток (дуо). Верхние валки первой и второй рабочих клеток жестко соединялись друг с другом и с верхним зубчатым колесом шестеренной клетки с помощью шпинделей. Таким же образом нижние валки соединялись с нижним зубчатым колесом шестеренной клетки, вал которого был связан с двигателем.

Эти станы применялись для прокатки криц. Крица пропускалась через первый ручей, затем передавалась на противоположную сторону клетки и пропускалась во второй ручей. Аналогично металл пропускался и в остальных ручьях. При каждой подаче заготовку поворачивали на 90°. Число пропусков зависело от размера изделия.

Диаметр валков таких станов колебался от 400 до 600 мм, длина – от 1200 до 1600 мм, скорость вращения – от 25 до 40 об/мин. На каждом валке было 7–12 ручьев. Для удаления жидких шлаков между поверхностями валков делался зазор, а ручьи имели закругленную форму. Клеть с квадратными ручьями была обжимной, с прямоугольными – чистовой. Прокатанные полосы разрезали, сортировали в пакеты и сваривали в заготовки для дальнейшей обработки.

В линейном стане прокатные валки обеих клетей вращаются с одинаковой скоростью. Эта система называлась английской. Ее основной недостаток – большие потери времени при передаче металла от одной клетки в другую и невозможность изменения скорости прокатки с увеличением длины изделия. Он был устранен французом Ф. Томе, который в 1838 г. поставил обжимную клетку перед чистой линией, состоящей из нескольких клеток. Валки чистой клетки вращались с повышенной скоростью, что увеличивало производительность стана. Такая схема получила название французской.

На основе французской системы была создана так называемая ступенчатая система, при которой в стане было несколько линий. Такую систему называли немецкой. Ее производительность возросла за счет увеличения скорости прокатки на каждой ступени. Ступенчатая система стала наиболее эффективной.

Увеличение заготовок и появление крупных слитков литой стали требовали создания более мощных и совершенных прокатных станов.

Идею создания трехвалкового стана предложил в XVIII в. шведский металлург Х. Подем. Такой стан позволял пропускать металл в двух направлениях без реверсирования вращения валков. Трехвалковые станы появились в начале XIX в. и применялись для сортовой прокатки. Позже на них изготавливали крупные профили, листы и полосы.

В 1857 г. американец Джон Фриц создал мощный трио-стан для прокатки рельсов, снабженный приспособлениями для подачи металла в валки и механизмами для передвижения его в агрегате. На нем прокатывали слитки стали массой до 3–5 тонн.

Американец А. Голлей создал прокатный трио-стан с неподвижными верхним и нижним валками. В 1871 г. он сконструировал трио-стан (блюминг) для прокатки рельсов и сортового металла.

Для обработки крупных заготовок и слитков требовались надежные способы реверсирования валков. Первые конструкции таких станов имели реверсивные передачи и муфты, управляющиеся сначала вручную, а позднее гидравлическими устройствами. Позже стали реверсировать сам двигатель.

В 1866 г. Делен применил для листопрокатного стана дуореверсивную сдвоенную паровую машину. В 1867 г. в Англии инженер Дж. Рамсботтом применил такую же машину для привода валков дуопрокатного стана.

В универсальном прокатном стане, наряду с парой горизонтальных валков, есть пара вертикальных валков для обжатия металла с боков. Он применяется в том случае, когда кантовка изделия затруднена.

Такой стан был изобретен в 1848 г. директором сталелитейного завода в Вестфалии (Германия) Деленом. Он позволил изменять в широких пределах размеры изделий без замены валков, что обусловило его более высокую производительность и экономичность. На нем изготовляли различные изделия, в том числе полосы и рельсы. Вначале прокатку рельсов осуществляли на прокатных станах с одной парой обжимных и одной парой чистовых валков. В 1868 г. Маррель предложил вести черновую прокатку на реверсивном стане с изменяемым давлением. Для этого валки раздвигались и захватывали поданную в них болванку. Верхний валок опускали после каждого пропуска рельса пока он не сходил в плотную с нижним. В процессе прокатки рельс обжимался двумя вертикальными валками. Затем его пропускали через чистовые ручьи без вертикальных валков.

В 1857 г. англичанин Г. Бессемер запатентовал бесслитковую прокатку. Она позволила получать металлические листы путем заливки жидкого металла в зазор между вращающимися в разные стороны горизонтальными валками. На такой установке впервые был получен стальной лист толщиной 1 мм и длиной 1,2 м. В ней были совмещены литье, кристаллизация и деформация металла.

Ученых и изобретателей давно занимала идея создания прокатного стана непрерывного действия. Еще в 1775 г. механик Нижнетагильского металлургического завода Е. Г. Кузнецов создал модель непрерывного прокатного стана, состоявшего из двух пар горизонтальных валков. В процессе прокатки заготовка автоматически передавалась из первой пары валков во вторую. В 1778 г. изобретатель построил действующий стан. Однако запустить его не позволила недостаточная мощность водяного колеса.

В 1798 г. непрерывный прокатный стан с горизонтальными валками предложил англичанин У. Хезлидайн. Стан состоял из трех

прокатных клетей дуо, связанных друг с другом направляющими. По ним прокатываемая полоса передавалась из клетки в клетку. Этот проект не был реализован.

В 1861 г. Ч. Уайль изобрел непрерывный прокатный стан. Он имел несколько прокатных клетей с попеременно чередующимися горизонтальными и вертикальными валками и служил для обжатия криц и заготовок из сварочного железа.

Непрерывный прокатный стан Дж. Бедсона был запатентован в 1862 г. Он состоял из нескольких пар вертикальных и горизонтальных валков (от 13 до 16), расположенных друг за другом на расстоянии, несколько меньшем длины прокатываемой полосы, что обеспечивало автоматическую подачу проката в валки. Попеременная горизонтальная и вертикальная расстановка валков не требовала поворота заготовки при перемещении из клетки в клетку. Скорость валков возрастала с уменьшением длины полосы. Вместо 6 человек новый стан обслуживали рабочий и помощник.

Быстрое распространение непрерывных прокатных станов началось в 70-е годы XIX в., когда появились бессемеровская и мартеновская стали. Прокатка на непрерывных станах резко повысила производительность производства.

Для повышения эффективности прокатки требовалось рациональное размещение рабочих клетей. Кроме уже существовавших схем получили распространение новые: полунепрерывные, с последовательным («кросс-каунтри») и шахматным расположением рабочих клетей.

При прокатке на станах «кросс-каунтри» полоса движется зигзагообразно. Затем она периодически движется параллельно, но в противоположном направлении.

В «шахматных станах» число рабочих клетей соответствует количеству проходов для прокатки. Скорость прокатки увеличивается по мере роста длины заготовки. Особенность прокатки на этих станах в том, что заготовка поступает в следующую клетку лишь выйдя из предыдущей. Это происходит автоматически, благодаря косому расположению роликов в передней части рольганга.

Повышение требований к точности размеров проката вызвало необходимость создания станов с многовалковыми клетями, уменьшающими или исключаящими прогиб валков при работе и

придающими конструкции необходимую жесткость. Начало этому направлению положил Б. Лаут. В 1862 г. он создал 3-валковый прокатный стан с одним рабочим и двумя опорными валками.

Его развитием стал 4-валковый стан (кварто). В нем два рабочих валка опираются на два опорных валка большего диаметра. Все валки расположены в одной вертикальной плоскости. Станы кварто получили широкое распространение в горячей и холодной прокатке тонкого листа и ленты из стали и цветных металлов.

В 1860 г. немецкий инженер Рейнхард Маннесман подал идею прокатки бесшовных труб. В 1885 г. Р. Маннесман и его брат Макс взяли патент на валковый прошивной стан. В нем нагретая сплошная заготовка превращалась в короткую толстостенную трубу или гильзу. Стан состоял из двух вращающихся в одном направлении валков, расположенных под углом друг к другу. Возникающая между валками и заготовкой сила трения направлена под углом к оси заготовки. В процессе взаимодействия заготовки и валков она разлагается на две составляющие. Сила, касательная к окружности заготовки, вращает ее, а сила, параллельная оси заготовки, двигает ее вперед. При одновременном вращательном и поступательном перемещении заготовка надвигается на оправку, препятствующую ее поступательному движению. В результате периферийные слои металла вытягиваются валками по винтовой линии вдоль оправки, выходя из конусов в виде трубы. Этот процесс был впервые применен в 1887 году.

В 1891 г. Маннесманы создали пильгер – стан для раскатки короткой толстостенной гильзы в длинную трубу с нормальной толщиной стенки. Он состоял из двух валков, имеющих калибры переменного сечения по окружности.

Возрастание скорости прокатки требовало автоматической передачи полосы из клетки в клетку или из одного ручья в другой. Эта задача была решена созданием специальных приспособлений – автоматических проводок (обводок).

В 1877 г. Мак-Каллип предложил проводку для передачи прокатываемой полосы из верхней пары валков одной клетки в нижнюю пару валков другой клетки. Этот процесс усовершенствовали в начале XX в. Шепф и Мозаннер. Это решило проблему безопасной эксплуатации и высокопроизводительной работы прокатных станков.

В конце XIX в. в прокатном производстве применялись различные системы, передающие движение от двигателя к прокатным станам. Наиболее распространенным был групповой привод, в котором энергия передавалась ременными и канатными передачами. Для выравнивания хода двигателя на его валу устанавливался маховик. Сообщенная маховику во время ускорения хода машины кинетическая энергия расходовалась в остальное время для плавной и равномерной работы стана.

Позже появился электрический привод. Его особенность – плавность включения и быстродействие. Электропривод позволил точно регулировать скорости прокатных валков и создать станы с автоматизированным управлением. Впервые такой привод был применен в 1897 г. в Германии. Наиболее рациональным стал вариант, в котором каждый валок приводится в действие отдельным электродвигателем.

В 30-е годы XX в. прокатные станы были механизированы. Так, для подъема и опускания верхнего валка использовался механизм, состоящий из электрического нажимного устройства и гидравлического уравнивателя. Станы оборудовались механическими рольгангами, направляющими линейками, манипуляторами. Реверсирование валков осуществлялось изменением направления вращения главного двигателя. В 50-е годы XX в. были разработаны литейно-прокатные агрегаты, соединившие процессы непрерывного литья заготовок и прокатку. Они обеспечивали непрерывность процессов литья и прокатки благодаря использованию первичной теплоты слитка.

В СССР первая такая установка была создана в 1965 г. В ней жидкий металл подавался между валков снизу вверх. В другом способе формирования слитка происходило после окончания кристаллизации. В конце 50-х годов XX в. в СССР был разработан так называемый литейно-прокатный стан, совмещавший непрерывное литье и прокатку.

В 60-е годы прошлого века применение вычислительной техники произвело коренные преобразования в прокатке. ЭВМ осуществляет оперативный учет производства и слежения за прокатываемым металлом, управляет нажимным устройством и манипуляторными линейками, контролирует все производственные процессы.

## Радио

Первым, кому удалось практически осуществить прием распространяющихся в эфире электромагнитных волн, был профессор анатомии в Болонье Луиджи Гальвани, описавший свои наблюдения в опубликованном в 1791 г. «Трактате о силах электричества при мышечном движении». Приемником волн в опытах Гальвани явилась лапка препарированной лягушки, мускулы которой во время прикосновения к ним скальпелем сокращались, если при этом из провода стоявшей неподалеку электростатической машины извлекалась искра.

Заинтересовавшись природой столь необычного явления, Гальвани старался понять, производит ли такое же действие, как и разряд электростатической машины, «естественная» электрическая искра, т. е. молния. Он поместил препарированную лягушку в банку, протянув проволоку от ее мускулов на крышу дома, а от нерва в колодец. Как только вблизи ударяла молния, наблюдались заметные сокращения мускулов лягушки.

В то время Гальвани не мог знать о существовании электромагнитных волн и не сделал из своих наблюдений открытия. Между тем в его опытах препарированная лягушка представляла собой довольно чувствительный индикатор происходившего в окружающем пространстве электромагнитного волнового процесса.

Прошло почти столетие, прежде чем люди дошли до правильного понимания загадочного наблюдения Гальвани.

После выдающихся теоретических работ английского ученого Максвелла, полностью подтвердивших мысль о существовании в природе электромагнитных волн, за экспериментальное изучение этого вопроса взялся молодой немецкий физик, профессор высшей технической школы в Карлсруэ Генрих Рудольф Герц. В статье «Об электродинамических волнах в воздухе и их отражении», опубликованной в 1888 г., этот ученый представил миру результаты своих исследований. Он впервые установил существование свободных электромагнитных волн и на опыте подтвердил справедливость всех теоретических выводов Максвелла. Герц не только нашел способ

возбуждать электромагнитные волны («Лучи Герца») в пространстве, но изобрел и метод их обнаружения. В качестве приемника или индикатора волн Герц применил чрезвычайно простой прибор, названный «резонатором». В первом выполнении он представлял собой точную копию «вибратора»– устройства, примененного Герцем для излучения волн. Это был металлический прут с сосредоточенными на его концах емкостями (пластинами или шарами) и незначительным воздушным зазором – «искровым промежутком» в середине. Более чувствительным и удобным оказался, однако, резонатор другой формы, выполненный в виде одного витка проволоки с небольшим искровым промежутком. Если длина проволоки и искровой промежуток резонатора соответствовали по своей величине проводникам вибратора, то наступало явление резонанса, вследствие которого в искровом промежутке резонатора начинали проскакивать электрические искры.

С помощью резонатора Герцу удавалось обнаруживать электромагнитные волны на расстоянии до 16 м от вибратора.

Схема передающей станции Герца была достаточно совершенной и уже после изобретения радио как средства связи почти без изменений просуществовала более десятка лет. Самым слабым местом в опытной установке Герца был приемник – весьма простой по конструкции «резонатор», чувствительность которого была безусловно недостаточной.

Создание более чувствительных индикаторов электромагнитных волн оказалось возможным лишь с изобретением волноуказателей иного, так называемого «когерентного» типа.

Уже давно физики заметили, что при электрическом искрении мельчайшие частицы вещества приобретали удивительную способность сцепления. В 1850 г. Гитар наблюдал, например, соединение частичек пыли в группы во время работы электростатической машины. Подобное же явление с угольным и графитным порошком пришлось наблюдать в 1866 г. английскому электротехнику Варлею. Серию опытов провел для выяснения этого явления в 1884 г. итальянский физик Кальцески-Онести, наполнявший стеклянную трубку металлическими опилками и наблюдавший их сцепление и увеличение проводимости в момент электростатического разряда или замыкания в электрической цепи. Однако впервые

высказал идею использования металлических опилок для обнаружения электромагнитных волн французский ученый Эдуард Бранли. Готовясь к защите диссертации о проводимости металлических опилок, он для удобства измерений помещал опилки в стеклянную трубочку с выведенными по концам металлическими контактами. Во время опытов Бранли обнаружил, что опилки не всегда оказывают одинаковое сопротивление прохождению постоянного тока. При возникновении вблизи трубочки с опилками электромагнитных волн, например от искры, получаемой посредством катушки Румкорфа, сопротивление опилок быстро падало и восстанавливалось лишь после их легкого сотрясения. Он назвал свой прибор «радиокондуктором» и указал на возможность его применения для обнаружения лучей Герца. Вскоре прибором заинтересовался английский физик Оливер Лодж, включивший его в качестве индикатора электромагнитных волн в электрическую цепь, составленную из батареи и чувствительного гальванометра. В момент прохождения электромагнитных волн, создававшихся вибратором Герца, сопротивление радиокондуктора резко падало, и стрелка гальванометра отклонялась. В 1894 г. Лодж усовершенствовал свой прибор внесением в него механического молоточка-встряхивателя, возвращавшего опилки в нормальное непроводящее состояние. С помощью такого усовершенствованного радиокондуктора, названного Лоджем «когерером», электромагнитное излучение обнаруживалось на расстоянии до 40 ярдов (около 37 м) от вибратора. Таким образом, Лодж фактически имел под руками все приборы, необходимые для передачи сигналов без проводов и весьма близко подошел к практическому осуществлению радиотелеграфа.

Первым, кто высказал и претворил в жизнь идею телеграфирования без проводов, был преподаватель офицерского минного класса в Кронштадте Александр Степанович Попов.

В 1886 г. Попов решил подвергнуть тщательному исследованию явления короткого замыкания в проводах корабельного освещения и углубился в теорию искры. Узнав в 1888 г. об опытах Герца, Попов понял, какие большие практические возможности таит в себе это научное достижение. Он совершенствует применяемые Герцем приборы и продолжает исследования электромагнитных волн. Собственные представления в этой области Попов излагает в лекциях на тему «Новейшие исследования о соотношении между световыми и

электрическими явлениями», сопровождая их экспериментами. Передающее устройство – вибратор Герца – было в тот момент уже достаточно разработано, поэтому Попов обратил особое внимание на усовершенствование приемной части. Ведь Лоджу и всем другим физикам, изучавшим распространение электромагнитных волн, приходилось каждый раз после приема очередного импульса электромагнитных колебаний встряхивать когерер для восстановления сопротивления опилок. Попов решил устранить этот существенный недостаток, сделав встряхивание когерера автоматическим. Он включил в цепь когерера и батареи телеграфное реле, которое при замыкании когерера срабатывало и, в свою очередь, включало цепь, состоящую из обычного электрического звонка. Молоточек звонка при движении ударял о когерер и встряхивал его. Свой приемник электромагнитных волн Попов сначала решил применить в метеорологии для изучения электрических разрядов в атмосфере и определения приближения грозы. Для регистрации отдельных разрядов изобретатель присоединил к приемнику пишущий прибор.

Чувствительность прибора повысилась после применения Поповым весной 1895 г. антенны из отрезка проволоки длиной 2,5 м.

Присоединением антенны Попов завершил создание классической принципиальной схемы приемного устройства, которая практически без изменений сохранилась до наших дней. Современные радиоприемные установки имеют и антенну, и волноуказатель (детектор), и регистрирующий прибор на выходе. Позднее к этим основным частям добавились лишь усилительные средства. Электромагнитное устройство, служившее у Попова для встряхивания заключенного в когерере металлического порошка, на современном языке может быть названо системой обратной связи, так как это устройство, воздействовавшее на входную цепь приемника, срабатывало от эффекта, который создавался на выходе (замыкание реле, соединенного с пишущим прибором). Именно использование принципа обратной связи позволило Попову создать качественно отличный от предыдущих прибор – первый практически действующий радиоприемник.

Свой прибор Попов продемонстрировал 7 мая (25 апреля по ст. ст.) 1895 г. на заседании физического отделения Русского физико-химического общества. Он указал, что изобретенный им прибор при

дальнейшем усовершенствовании «может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

Интерес к опытам Попова проявили ученые и изобретатели из многих стран. Среди них молодой итальянец Гульельмо Маркони. В июне 1896 г. Маркони сделал в Англии заявку на аналогичное изобретение и спустя полтора года, в июне 1897 г., опубликовал первые результаты своих опытов и описание приборов. Хотя схема приемника Маркони ничем по существу не отличалась от приемника, изобретенного Поповым, тем не менее была сделана попытка приписать честь этого открытия Маркони. Объективные данные не оставляли никакого сомнения относительно приоритета Попова, что и было официально засвидетельствовано в 1900 г. на Всемирной электротехнической выставке в Париже присуждением ему почетного диплома и золотой медали.

Изобретение прибора, способного принимать радиотелеграфные сигналы, и первые успешные опыты с ним показали практическую ценность нового средства связи.

В 1899 г. помощники Попова П. Н. Рыбкин и Д. С. Троицкий обнаружили детекторный эффект когерера. На основе этого эффекта Попов построил «телефонный приемник депеш» для слухового приема радиосигналов (на головные телефоны) и запатентовал его. Приемники этого типа выпускались в 1899–1904 гг. в России и во Франции и широко использовались для радиосвязи. В начале 1900 г. приборы Попова были применены для связи во время работ по ликвидации аварии броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» у острова Гогланд и при спасении рыбаков, унесенных на льдине в море. При этом дальность связи достигла 45 км. В 1901 г. Попов в реальных корабельных условиях получил дальность связи 148–150 км.

В 1901 г. Маркони, находясь в Ньюфаундлеле (Канада), впервые принял сигнал, посланный через Атлантику из английского графства Корнуолла.

Появилась новая область техники, получившая в то время название техники беспроволочной телеграфии. Развитие этой новой отрасли техники и практические нужды очень скоро определили и те

специальные требования, которым должна была удовлетворять радиоаппаратура вообще и радиоприемные устройства в частности.

Одно из главнейших требований было самым непосредственным образом связано с дальностью действия радиопередачи. Так как от передающей станции к месту приема доходили лишь ничтожно малые количества электромагнитной энергии, для надежного телеграфирования на далекие расстояния необходимо было, чтобы способность каждого приемника к улавливанию этой энергии, или, как говорят теперь, чувствительность приемного устройства была по возможности высокой.

Другое возникшее вслед за первым техническое требование оказалось не менее важным. Необходимо было найти средства защиты приемника от воздействия на него других работавших поблизости передающих станций, а также разного рода атмосферных помех. Эта задача, сводившаяся к повышению избирательности (селективности) приемного устройства, стала особенно настойчиво требовать своего разрешения после заметного расширения сети и увеличения мощностей передающих радиотелеграфных станций.

Наконец в полной, если не в большей мере, относилось к приемным устройствам общее для технической аппаратуры требование, заключающееся в надежности ее работы в условиях практической эксплуатации. Совершенно очевидно, что первые когерентные приемники были чрезвычайно капризными и требовали больших навыков и внимания от обслуживавшего персонала.

Перечисленные здесь требования на многие годы определили основные линии развития техники радиоприема. Чувствительность, избирательность и надежность работы до сих пор остаются главнейшими качественными показателями любой современной радиоприемной установки.

Какие же технические средства и пути использовались для улучшения этих показателей, какие методы и принципы лежали в то или иное время в основе построения приемных электрических схем?

Как уже было отмечено, чувствительность приемника с первых же дней появления радиосвязи была именно той его характеристикой, улучшение которой самым непосредственным образом влияло на увеличение дальности передачи. В настоящее время технические средства позволяют доводить чувствительность приемной аппаратуры

до невероятно **больших** значений и обеспечивать усиление принимаемых сигналов в десятки миллионов раз.

## Радиолампа

В 1883 году Т. Эдисон, пытаясь продлить срок службы осветительной лампы с угольной нитью накаливания и разобраться, почему на ее стекле образуется черный налет, ввел в баллон металлический электрод. При включении между электродом, названным впоследствии анодом, и одним из концов нити накаливания батареи и гальванометра в цепи обнаружился ток, меняющий направление в зависимости от полярности присоединения батареи. При подключении к аноду плюса батареи ток был интенсивным, при смене полярности – резко ослабевал или вовсе не возникал. Кроме того, величина тока зависела от степени разогрева нити. Эдисон предположил, что поток угольных частичек, испускаемых отрицательной стороной нити, делает участок пути между нитью и пластинкой проводящим и установил, что поток этот пропорционален степени нагрева самой нити.

Американский изобретатель и представить себе не мог, на пороге каких величайших научных открытий он стоял. Прошло почти двадцать лет, прежде чем наблюдавшееся Эдисоном явление, или, как его стали называть, «эффект Эдисона», получило свое правильное и всестороннее объяснение. Только работы Рентгена, Дж. Томсона и других физиков, приведшие к открытию электрона и пролившие свет на многие неясные вопросы, касавшиеся прохождения электрических токов в газах, односторонней проводимости и испускания электронных потоков в вакууме нагретыми телами, привели к полному пониманию действительных причин затемнения стеклянных баллонов в лампах Эдисона.

Мысль о возможности практического использования «эффекта Эдисона» впервые пришла к голову английскому ученому Флемингу, который в 1904 г. создал основанный на этом принципе детектор, получивший название «двухэлектродной трубки», «термионной лампы» или «диода Флеминга».

Лампа Флеминга представляла собой обычный стеклянный баллон заполненный разреженным газом. Внутри баллона помещалась нить накала вместе с охватывавшим ее металлическим цилиндром.

Будучи включенной в приемную схему, лампа действовала, подобно выпрямителю, пропуская ток в одном направлении и не пропуская в обратном, и могла служить, таким образом, волноуказателем-детектором. Для некоторого повышения чувствительности лампы на ее металлический цилиндр (анод) подавался соответствующим образом подобранный положительный потенциал. Приемная схема с лампой Флеминга практически ничем не отличалась от ранее описанных детекторных схем. Она несколько уступала в чувствительности схемам с детектором магнитного и кристаллического типа, но обладала, безусловно, более высокой надежностью в эксплуатации.

Вакуумный диод Флеминга позволял лишь выпрямлять переменные токи, но не усиливать их, а быстро развивающаяся радиотехника настоятельно требовала усиления улавливаемых антенной слабых сигналов. Решающий шаг в этом направлении сделал американский инженер Ли Де Форест. 25 октября 1906 года он подал заявку на выдачу патента. Предметом изобретения стала трехэлектродная лампа, названная автором «аудионом», поскольку предназначалась им для усиления сигналов звуковой частоты. Единой терминологии тогда не было, и наряду с «аудионом» лампу называли «вакуумной трубкой», в России – «катодным реле», но прижилось короткое слово «триод».

К аудиону Ли Де Форест пришел через открытие явления, сходного с эффектом Эдисона. В 1906 году он обнаружил, что раскаленное тело может работать как детектор даже в отсутствие вакуума. В опыте Де Фореста два электрода соединялись так: один – с антенной, другой – с землей, параллельно им присоединялась батарея и телефон. Электроды (позднее – один из них) нагревались пламенем горелки, и наблюдалось интересное явление. При отсутствии сигнала в антенне в цепи телефона протекал слабый ток, так как пламя горелки делало промежуток между электродами проводящим. Но как только в антенне возникали колебания, ток через телефон заметно менялся, электроды работали как клапан. Для управления током был введен между электродами третий. В результате получился триод, патент на который был выдан Ли Де Форесту в январе 1908 года. Поместив электроды в вакуумный баллон, Ли Де Форест назвал третий электрод сеткой. Было замечено, что слабые изменения напряжения на сетке приводят к заметному изменению тока лампы, в чем и состоял эффект

электронного усиления. Вначале триод использовался в качестве детектора и усилителя, но в дальнейшем стал основой генераторов высокой частоты.

В 1910 г. немецкие инженеры Либен, Рейсе и Штраусе предложили трехэлектродную лампу, в которой сетка выполнялась в форме перфорированного листа алюминия и помещалась в центре баллона, деля его на две части. В нижней части лампы находилась нить накала, в верхней – анод. Такое расположение сетки позволяло усиливать ее управляющее действие, так как через нее проходил весь электронный поток. Она служила также некоторым заслоном для нити накала, предохраняя ее от разрушительной бомбардировки со стороны положительных ионов. Анод в этой лампе имел форму прутка или спирали из алюминиевой проволоки, а катодом служила платиновая нить. Особое внимание изобретатели обратили на повышение эмиссионных свойств лампы. В этих целях впервые было предложено покрытие нити накала тонким слоем окисла кальция или бария. Кроме того, в баллон вводились ртутные пары, которые должны были, по замыслу авторов, создавать дополнительную ионизацию и тем самым увеличивать анодный ток.

В 1911 г. американский ученый Кулидж предложил применять в качестве покрытия вольфрамовой нити накала окись тория, что значительно повышало эмиссионные свойства ламп. В лампах с торированным или оксидированным катодом для получения необходимого анодного тока уже не требовался большой разогрев нити накала, расход тока накала при этом заметно снижался.

Важное усовершенствование в первоначальную конструкцию лампы внес в 1913 г. английский инженер Раунд. Для предотвращения попадания катодного потока на стеклянный баллон Раунд полностью окружил нить накала проволочной сеткой, а анод сделал в форме цилиндра.

Аудионы Ли Де Фореста имели низкий коэффициент усиления, причиной чего оказался весьма неглубокий вакуум. Благодаря работам В. Годе в Германии, М. Ленгмюра в США и С. А. Боровика в России, были найдены способы откачки воздуха ламп до очень малых давлений, и с 1916–1917 гг. начали использоваться вакуумные лампы с чисто электронными процессами.

Если для детектирования и усиления принимаемых сигналов подходили лампы очень малых мощностей, то для генераторов передатчиков потребовались мощные лампы. С ростом мощностей ламп возникла задача охлаждения их баллонов и электродов. Среди первых простейших ламп с принудительным охлаждением можно отметить триоды Ли Де Фореста и Никольсона (1915–1916 гг.). В лампе Де Фореста анод был выполнен в виде металлического сосуда с вмонтированными внутри него электродами. Вводы проходили сквозь герметически закрытую пробку, а анод помещался в сосуд с водой и отдавал ей тепло. В лампе Никольсона также помимо воздушного охлаждения применялось водяное.

В развитии генераторной лампы огромную роль сыграли работы русских ученых-радиотехников. Первые русские генераторные лампы были построены в 1914 году Н. Д. Папалекси для радиотелефонного передатчика в Царском Селе. Лампы имели оксидный катод прямого накала, а для удаления газов из электродов применялся их прогрев от дугового генератора токами высокой частоты.

В Советской России еще в 1918 г. начались работы над развитием радиовещания. Была создана Нижегородская радиолaborатория, ставшая первым в СССР научно-исследовательским и производственным центром в области радиодела. Именно здесь были разработаны лампы с внешним анодом и водяным охлаждением, принципиально отличные от ламп Ли Де Фореста и Никольсона. Разработчиком их стал научный руководитель НРЛ, в недавнем прошлом военный инженер Тверской приемной радиостанции М. А. Бонч-Бруевич. Первые генераторные лампы, названные «пустотными реле», в НРЛ были созданы в 1919 году, и в декабре того же года сотрудники НРЛ собрали макет радиотелефонного передатчика. Его мощность была всего 20 Вт, но ее хватило, чтобы установить связь с Москвой на расстоянии 400 км. Осенью 1920 года макет другой радиостанции мощностью уже 5 кВт был установлен на Ходынском поле в Москве для организации первого в мире телефонного моста Москва – Берлин.

В следующей конструкции охлаждение осуществлялось проточной водой. Эта лампа отдавала мощность около 160 Вт. К декабрю 1919 года была разработана лампа, отдающая 950 Вт мощности при напряжении анода 10 000 В, ставшая основной моделью

для последующего поколения генераторных ламп. Созданная в конце 1920 года лампа мощностью 1,25 кВт стала базовой при строительстве первой в мире радиовещательной станции, начавшей работать в августе 1922 года в Москве, хотя опытные передачи начались еще в мае. Центральная радиотелефонная станция им. Коминтерна, названная позднее РВ-1, имела мощность 12 кВт, отдаваемую двенадцатью генераторными лампами, включенными параллельно. Еще двенадцать таких же ламп использовались в модуляторе этого передатчика. Станция работала на волне 3200 метров. Предусматривался телеграфный режим работы, при котором мощность повышалась до 20 кВт.

РВ-1 стала самой мощной передающей станцией того времени. В 1922 году в Германии заработала Кенигвустергаузенская станция мощностью 5 кВт, во Франции – Эйфелева башня мощностью 3 кВт, в Нью-Йорке – 1,5 кВт. Все они были радиотелеграфными.

Последующее развитие радиовещания шло по пути создания все более мощных радиоламп при одновременном снижении длины волны. Мощности ламп последовательно возрастали до двух, пяти, двадцати пяти кВт (1923 год). В 1925 году были созданы три радиолампы мощностью по 100 кВт. Одновременно разрабатывались и строились новые и модернизировались имеющиеся передатчики. Так, станция им. Коминтерна в 1923 году была переведена на двухкиловаттные лампы, благодаря чему мощность ее возросла в 2,5 раза. В конце 1924 года она перешла на более короткую волну – 1500 метров. Это было вызвано тем, что для радиовещания отвели диапазон волн от 200 до 1500 метров.

Создание мощных ламп продолжалось и в последующие десятилетия как в СССР, так и в других странах. В начале 1930-х годов генераторные триоды мощностью 300 кВт выпускались в Англии и Германии. В Англии в 1933 году была создана 500-киловаттная лампа с водяным охлаждением.

С 1930 года в СССР и других странах началась разработка конструкций ламп с принудительным воздушным охлаждением на колебательную мощность до 50 кВт. В последующие годы появились генераторные тетроды и пентоды, позволившие освоить короткие и ультракороткие волны. Появились разборные и полуразборные лампы,

позволявшие быстро заменять испорченные электроды. Были и другие интересные разработки.

Радиолампы сыграли важнейшую роль в развитии радио и телевидения. Начиная с 60-х годов XX в. они были потеснены полупроводниками. Но еще и сейчас радиолампы применяются в электронных схемах большой мощности и радиоаппаратуре класса High-End.

## Радиолокация

Радиолокация (от лат. *location* — размещение, распределение) — это обнаружение, распознавание и определение пространственных координат различных объектов с помощью радиотехнических средств. В основе радиолокации лежит явление отражения радиоволн, которое наблюдал Г. Герц.

Факт задержки радиоволн отдельными объектами установил еще в 1897 г. А. С. Попов, когда прохождение одного корабля между двумя другими кораблями нарушило радиотелеграфную связь между ними вследствие отражения радиоволн от металлического корпуса корабля.

Первый радиолокатор (под названием телемобилоскоп) был описан в патентной заявке немецким инженером Х. Хюльсмайером в 1904 году.

В 1922 г. американские ученые А. Тейлор и Н. Юнг повторили опыты Попова. В 1925 г. в США были использованы посылки импульсов радиоволн для определения высоты ионизированного слоя. С середины 1920-х годов и позднее рядом ученых во многих странах, в том числе и советскими учеными (Б. А. Введенским и др.), велись исследования по изучению характера распространения ультракоротких волн над земной поверхностью.

Появление в Первой мировой войне авиации и танков заставило искать пути раннего обнаружения техники противника. В 1920-е годы для этого использовались звукоуловители и теплоуловители. Но в условиях плохой погоды они не могли работать надежно. Поэтому в 1930-е годы на первый план вышла радиолокация — обнаружение объектов при помощи радиоволн, отражающихся от их поверхности.

Для теоретической разработки основ радиолокационной техники важнейшее значение имели исследования советских ученых Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси по разработке радиотехнических методов измерения расстояний. В 1930 г. они впервые предложили радиоинтерференционный метод измерения расстояний. При помощи радиоволн, длина которых точно известна, определялось число волн, «укладывающихся» на данной дистанции (излучаемых в одном ее конце и отраженных от другого конца).

Реализация идеи радиолокации потребовала решения ряда научно-технических проблем, в частности, было необходимо создать генераторы ультракоротких волн и чувствительные приемники очень слабых сигналов отраженных от объекта. В 1934–1935 годах английским ученым, исследователем ионосферы Р. Уотсоном-Уаттом, были начаты работы по обнаружению движущихся целей, а также определению расстояния до них методом «радиоэхо». Эти исследования привели к созданию первых в Англии образцов радиолокационной аппаратуры. С 1935–1936 гг. на восточном побережье Англии стали создаваться радиолокационные станции (РЛС), позволявшие засекают самолеты на расстоянии до 75 миль, в 1939 г. здесь уже была построена почти сплошная цепь радарных станций.

Уже в начале Второй мировой войны в Англии появились первые наземные радиолокационные станции, предназначенные для обнаружения вражеских самолетов и кораблей. С этого времени радиолокационные установки стали играть все большую роль в военных операциях.

Работы по созданию первых советских РЛС были начаты под руководством инженеров М. И. Куликова и Д. С. Стогова, они использовали непрерывное излучение радиоволн. Подобные системы радиолокации исследовались уже с 1932 г. по инициативе инженера П. К. Ощепкова, а первые макеты РЛС с непрерывным излучением были разработаны и испытаны в 1934–1936 гг. под руководством инженера Б. К. Шембеля.

Действие первых практически использовавшихся советских РЛС было основано на появлении биений при пересечении линии передатчик – приемник. Первые станции появились в 1938 году.

Впоследствии наибольшее распространение получили импульсные РЛС, которые в нашей стране были разработаны впервые в 1937 г. под руководством инженера Ю. Б. Кобзарева. В СССР первые РЛС были применены для прикрытия Ленинграда с воздуха во время советско-финской войны 1939–1940 годов.

Принцип действия импульсной РЛС заключается в следующем. Радиолокационный передатчик посылает в пространство радиоволны, которые, отражаясь от какого-либо объекта, попадают в приемник РЛС. Зная скорость распространения радиоволн по интервалу времени

между посылкой и возвращением радиосигнала можно определить расстояние до этого объекта. При этом направление на обнаруженный объект можно установить, применяя остронаправленные антенны. Для удобства отсчета моментов посылки и возвращения радиолокационных сигналов в импульсных РЛС эти сигналы формируются в виде кратковременных радиоимпульсов. Эти радиоимпульсы подобны радиотелеграфным точкам азбуки Морзе, но имеют длительность порядка нескольких микросекунд. Сейчас в радиолокации используются даже наносекундные радиоимпульсы.

В качестве индикатора локационных импульсов на выходе РЛС используется электронно-лучевая трубка. В современных РЛС трубка дополняется специализированной ЭВМ, которая значительно расширяет круг задач, оперативно решаемых с помощью РЛС, и повышает точность определения координат объекта.

Огромную роль сыграли радиолокаторы во время «битвы за Англию» в 1940 г. Сеть английских радиолокационных станций, расположенных по всему побережью Ла-Манша, засекала немецкие самолеты, бомбившие объекты на территории страны в основном ночью, наводила на них истребители. Немцы, стремясь воспрепятствовать бомбардировкам своих городов, также создали локаторы. Для борьбы с ними союзники применяли ложные цели, сбрасывая с самолетов миллионы кусочков алюминиевой фольги.

Во время Второй мировой войны локаторы устанавливали на самолетах, выполнявших «слепое бомбометание», а также борющихся с подводными лодками противника.

Вследствие непригодности обычных радиоламп с электростатическим управлением для генерации и приема сантиметровых и миллиметровых волн появилась необходимость создания принципиально новых электронных приборов. К началу 40-х годов XX в. для генерирования больших мощностей был создан новый тип генератора сверхвысокочастотных колебаний сантиметрового диапазона, рассчитанный на импульсный режим работы – магнетрон, а также менее мощный генератор – клистрон.

После 1945 г. для усиления сантиметровых волн начинают все больше применяться так называемые электронно-волновые приборы – лампы с бегущей волной.

Радиолокация стимулировала развитие импульсной техники, освоение очень коротких радиоволн и специальных антенных устройств остронаправленного действия.

Сначала в радиолокации использовались метровые и дециметровые волны, а затем стали переходить к сантиметровым волнам, которым соответствует спектр частот от 30 тыс. до 3 тыс. мегагерц. Малая длина этих волн, являющихся частью диапазона ультракоротких волн, позволила создать сравнительно небольшие по размерам радиолокационные антенны, имевшие ширину направленности в несколько градусов и даже долей градуса. Это позволило обеспечить большую помехоустойчивость станции. Для этого используются специальные антенны с параболическим рефлектором, а также рупорные, щелевые, линзовые антенны.

После Второй мировой войны развитию радиолокации уделялось большое внимание. Это связано с появлением ядерного оружия, для доставки которого к цели применяются как самолеты, так и ракеты. Для защиты от атомного удара в СССР, США, Великобритания и других странах разворачивается мощная противовоздушная оборона. Ее важнейшей составной частью стали РЛС. Они обнаруживают цель и наводят на нее авиацию ПВО и зенитно-ракетные комплексы.

Специальные типы радиолокационных станций стали применяться для перехвата самолетов противника, для управления огнем артиллерийских установок и т. д. Появляются радиолокаторы, предупреждающие экипаж самолета о приближении вражеских самолетов сзади или снизу (в так называемом «мертвом секторе»).

Радиолокационные станции обнаружения для быстрого и точного опознавания кораблей или самолетов снабжались устройствами, работающими по принципу «запросчика» и «ответчика» (такой метод предполагает посылку «запросного» радиосигнала в направлении объекта и приема «ответного» сигнала, автоматически излучаемого передатчиком объекта). Вместе с тем начинает развиваться и «противорадиолокация» для обнаружения радиолокационных станций противника, для создания помех в их работе.

Во время войны во Вьетнаме для борьбы с РЛС противника американские войска стали применять противолокаторную ракету «Шрайк», которая наводилась по лучу локатора и уничтожала станцию.

В конце XX в. в США осуществляется программа «Стеле», в ходе которой создаются самолеты, невидимые для локаторов. Эти самолеты имеют специальную форму поверхности, рассчитанную на компьютере. Луч локатора, падающий на нее, рассеивается, и самолет становится невидимым для ПВО противника. Однако такая конструкция отрицательно сказывается на аэродинамике машины. Как показал опыт войн на Ближнем Востоке и в Югославии, объект, невидимый для современных РЛС, работающих в диапазоне миллиметровых волн, легко обнаруживается более старыми локаторами, работающими в диапазоне метровых волн.

В России разрабатывается самолет нового поколения, на котором установлена противолокационная защита, не влияющая на летные характеристики машины. Принципы, на которых основана ее работа, пока не разглашаются.

В военных целях созданы так называемые загоризонтные РЛС. Они применяются для наблюдения с расстояния в несколько тысяч километров с целью раннего обнаружения пусков баллистических ракет и определения их возможных траекторий, обнаружения ядерных взрывов, наблюдения за различными слоями атмосферы.

Радиолокация с большим успехом используется в гражданской авиации. Она применяется для осуществления слепых полетов, слепой посадки на аэродром, для измерения расстояний до наземных ориентиров, управления движением самолета в районе аэропорта. Бортовые самолетные РЛС используются также для определения истинной (путевой) скорости полета, выявления грозовых фронтов и для получения на экране радиолокационного изображения земной поверхности при отсутствии ее видимости. Радиолокационные высотомеры, устанавливаемые на самолете, позволяют с большой точностью определить истинную высоту полета. В условиях арктических полетов специальные бортовые РЛС позволяют определять толщину льда, что необходимо для установления возможности посадки самолета на льдину.

В морском и речном флоте радиолокация применяется для увеличения безопасности кораблевождения.

Радиолокация широко используется в метеорологии. Объектами радиолокационного обнаружения могут быть облака, осадки, грозовые очаги и фронты.

Методы радиолокации оказались чрезвычайно плодотворными для развития радиоастрономии. Ее интенсивное развитие началось после Второй мировой войны, хотя еще в довоенное время удалось зарегистрировать отражения радиоволн от Луны и обнаружить радиоизлучение Солнца.

Уже в 1945–1946 гг. в США и Венгрии были проведены опыты радиолокации Луны. С помощью мощного передатчика на Луну был направлен сигнал радиолокатора, а приблизительно через 3 сек отраженный сигнал вернулся на Землю. Расстояние до Луны, измеренное методом «радиоэхо», согласуется с данными других способов измерений.

Радиолокация планет позволила существенно уточнить их параметры (например расстояние от Земли и скорость вращения), состояние атмосферы и т. д. Такие исследования проводились в Советском Союзе под руководством академика В. А. Котельникова. В начале 60-х годов XX в. была произведена, в частности, радиолокация Венеры, Меркурия, Марса и Юпитера.

С началом космической эры радиолокация применяется для слежения за искусственными спутниками Земли и измерения их траектории.

# Реактивный двигатель

В реактивном двигателе сила тяги, необходимая для движения, создается путем преобразования исходной энергии в кинетическую энергию рабочего тела. В результате истечения рабочего тела из сопла двигателя образуется реактивная сила в виде отдачи (струи). Отдача перемещает в пространстве двигатель и конструктивно связанный с ним аппарат. Перемещение происходит в направлении, противоположном истечению струи. В кинетическую энергию реактивной струи могут преобразовываться различные виды энергии: химическая, ядерная, электрическая, солнечная. Реактивный двигатель обеспечивает собственное движение без участия промежуточных механизмов.

Для создания реактивной тяги необходимы источник исходной энергии, которая преобразуется в кинетическую энергию реактивной струи, рабочее тело, выбрасываемое из двигателя в виде реактивной струи, и сам реактивный двигатель, преобразующий первый вид энергии во второй.

Основной частью реактивного двигателя является камера сгорания, в которой создается рабочее тело.

Все реактивные двигатели делятся на два основных класса, в зависимости от того, используется в их работе окружающая среда или нет.

Первый класс – воздушно-реактивные двигатели (ВРД). Все они тепловые, в которых рабочее тело образуется при реакции окисления горючего вещества кислородом окружающего воздуха. Основную массу рабочего тела составляет атмосферный воздух.

В ракетном двигателе все компоненты рабочего тела находятся на борту оснащенного им аппарата.

Существуют также комбинированные двигатели, сочетающие в себе оба вышеназванные типа.

Впервые реактивное движение было использовано в шаре Герона – прототипе паровой турбины. Реактивные двигатели на твердом топливе появились в Китае в X в. н. э. Такие ракеты применялись на

Востоке, а затем в Европе для фейерверков, сигнализации, а затем как боевые.

Важным этапом в развитии идеи реактивного движения была идея применения ракеты в качестве двигателя для летательного аппарата. Ее впервые сформулировал русский революционер-народоволец Н. И. Кибальчич, который в марте 1881 г., незадолго до казни, предложил схему летательного аппарата (ракетоплана) с использованием реактивной тяги от взрывных пороховых газов.

Н. Е. Жуковский в работах «О реакции вытекающей и втекающей жидкости» (1880-е годы) и «К теории судов, приводимых в движение силой реакции вытекающей воды» (1908 г.) впервые разработал основные вопросы теории реактивного двигателя.

Интересные работы по исследованию полета ракеты принадлежат также известному русскому ученому И. В. Мещерскому, в частности в области общей теории движения тел переменной массы.

В 1903 г. К. Э. Циолковский в своей работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами» дал теоретическое обоснование полета ракеты, а также принципиальную схему ракетного двигателя, предвосхищавшую многие принципиальные и конструктивные особенности современных жидкостно-ракетных двигателей (ЖРД). Так, Циолковский предусматривал применение для реактивного двигателя жидкого топлива и подачу его в двигатель специальными насосами. Управление полетом ракеты он предлагал осуществить посредством газовых рулей – специальных пластинок, помещаемых в струе вылетающих из сопла газов.

Особенность жидкостно-реактивного двигателя в том, что в отличие от других реактивных двигателей он несет с собой вместе с топливом весь запас окислителя, а не забирает необходимый для сжигания горючего воздух, содержащий кислород, из атмосферы. Это единственный двигатель, который может быть применен для сверхвысотного полета вне земной атмосферы.

Первую в мире ракету с жидкостным ракетным двигателем создал и запустил 16 марта 1926 г. американец Р. Годдард. Она весила около 5 килограммов, а ее длина достигала 3 м. Топливом в ракете Годдарда служили бензин и жидкий кислород. Полет этой ракеты продолжался 2,5 секунды, за которые она пролетела 56 м.

Систематические экспериментальные работы над этими двигателями начались в 30-х годах XX века.

Первые советские ЖРД были разработаны и созданы в 1930–1931 гг. в ленинградской Газодинамической лаборатории (ГДЛ) под руководством будущего академика В. П. Глушко. Эта серия называлась ОРМ – опытный ракетный мотор. Глушко применил некоторые новинки, например охлаждение двигателя одним из компонентов топлива.

Параллельно разработка ракетных двигателей велась в Москве Группой изучения реактивного движения (ГИРД). Ее идейным вдохновителем был Ф. А. Цандер, а организатором – молодой С. П. Королев. Целью Королева была постройка нового ракетного аппарата – ракетоплана.

В 1933 г. Ф. А. Цандер построил и успешно испытал ракетный двигатель ОР-1, работавший на бензине и сжатом воздухе, а в 1932–1933 гг. – двигатель ОР-2, на бензине и жидком кислороде. Этот двигатель был спроектирован для установки на планере, который должен был совершить полет в качестве ракетоплана.

В 1933 г. в ГИРДе создана и испытана первая советская ракета на жидком топливе.

Развивая начатые работы, советские инженеры в последующем продолжали работать над созданием жидкостных реактивных двигателей. Всего с 1932 по 1941 г. в СССР было разработано 118 конструкций жидкостных реактивных двигателей.

В Германии в 1931 г. состоялись испытания ракет И. Винклера, Риделя и др.

Первый полет на самолете-ракетоплане с жидкостно-реактивным двигателем был совершен в Советском Союзе в феврале 1940 г. В качестве силовой установки самолета был применен ЖРД. В 1941 г. под руководством советского конструктора В. Ф. Болховитинова был построен первый реактивный самолет – истребитель с жидкостно-ракетным двигателем. Его испытания были проведены в мае 1942 г. летчиком Г. Я. Бахчиваджи.

В это же время состоялся первый полет немецкого истребителя с таким двигателем. В 1943 г. в США провели испытания первого американского реактивного самолета, на котором был установлен жидкостно-реактивный двигатель. В Германии в 1944 г. были

построены несколько истребителей с этими двигателями конструкции Мессершмитта и в том же году применены в боевой обстановке на Западном фронте.

Кроме того, ЖРД применялись на немецких ракетах Фау-2, созданных под руководством В. фон Брауна.

В 1950-е годы жидкостно-ракетные двигатели устанавливались на баллистических ракетах, а затем на искусственных спутниках Земли, Солнца, Луны и Марса, автоматических межпланетных станциях.

ЖРД состоит из камеры сгорания с соплом, турбонасосного агрегата, газогенератора или парогазогенератора, системы автоматики, органов регулирования, системы зажигания и вспомогательных агрегатов (теплообменники, смесители, приводы).

Идея воздушно-реактивных двигателей не раз выдвигалась в разных странах. Наиболее важными и оригинальными работами в этом отношении являются исследования, проведенные в 1908–1913 гг. французским ученым Р. Лореном, который, в частности, в 1911 г. предложил ряд схем прямоточных воздушно-реактивных двигателей. Эти двигатели используют в качестве окислителя атмосферный воздух, а сжатие воздуха в камере сгорания обеспечивается за счет динамического напора воздуха.

В мае 1939 г. в СССР впервые состоялось испытание ракеты с прямоточным воздушно-реактивным двигателем конструкции П. А. Меркулова. Это была двухступенчатая ракета (первая ступень – пороховая ракета) с взлетным весом 7,07 кг, причем вес топлива для второй ступени прямоточного воздушно-реактивного двигателя составлял лишь 2 кг. При испытании ракета достигла высоты 2 км.

В 1939–1940 гг. впервые в мире в Советском Союзе проводились летные испытания воздушно-реактивных двигателей, установленных в качестве дополнительных двигателей на самолете конструкции Н. П. Поликарпова. В 1942 г. в Германии испытывались прямоточные воздушно-реактивные двигатели конструкции Э. Зенгера.

Воздушно-реактивный двигатель состоит из диффузора, в котором за счет кинетической энергии набегающего потока воздуха происходит сжатие воздуха. В камеру сгорания через форсунку впрыскивается топливо и происходит воспламенение смеси. Реактивная струя выходит через сопло.

Процесс работы ВРД непрерывен, поэтому в них отсутствует стартовая тяга. В связи с этим при скоростях полета меньше половины скорости звука воздушно-реактивные двигатели не применяются. Наиболее эффективно применение ВРД на сверхзвуковых скоростях и больших высотах. Взлет самолета с воздушно-реактивным двигателем происходит при помощи ракетных двигателей на твердом или жидком топливе.

Большее развитие получила другая группа воздушно-реактивных двигателей – турбокомпрессорные двигатели. Они подразделяются на турбореактивные, в которых тяга создается струей газов, вытекающих из реактивного сопла, и турбовинтовые, в которых основная тяга создается воздушным винтом.

В 1909 г. проект турбореактивного двигателя был разработан инженером Н. Герасимовым. В 1914 г. лейтенант русского морского флота М. Н. Никольской сконструировал и построил модель турбовинтового авиационного двигателя. Рабочим телом для приведения в действие трехступенчатой турбины служили газообразные продукты сгорания смеси скипидара и азотной кислоты. Турбина работала не только на воздушный винт: отходящие газообразные продукты сгорания, направленные в хвостовое (реактивное) сопло, создавали реактивную тягу дополнительно к силе тяги винта.

В 1924 г. В. И. Базаров разработал конструкцию авиационного турбокомпрессорного реактивного двигателя, состоящую из трех элементов: камеры сгорания, газовой турбины, компрессора. Поток сжатого воздуха здесь впервые делился на две ветви: меньшая часть шла в камеру сгорания (к горелке), а большая подмешивалась к рабочим газам для понижения их температуры перед турбиной. Тем самым обеспечивалась сохранность лопаток турбины. Мощность многоступенчатой турбины расходовалась на привод центробежного компрессора самого двигателя и отчасти на вращение воздушного винта. Дополнительно к винту тяга создавалась за счет реакции струи газов, пропускаемых через хвостовое сопло.

В 1939 г. на Кировском заводе в Ленинграде началась постройка турбореактивных двигателей конструкции А. М. Люльки. Его испытаниям помешала война.

В 1941 г. в Англии был впервые осуществлен полет на экспериментальном самолете-истребителе, оснащенном турбореактивным двигателем конструкции Ф. Уиттла. На нем был установлен двигатель с газовой турбиной, которая приводила в действие центробежный компрессор, подающий воздух в камеру сгорания. Продукты сгорания использовались для создания реактивной тяги.

В турбореактивном двигателе воздух, поступающий при полете, сжимается сначала в воздухозаборнике, а затем в турбокомпрессоре. Сжатый воздух подается в камеру сгорания, куда впрыскивается жидкое топливо (чаще всего – авиационный керосин). Частичное расширение газов, образовавшихся при сгорании, происходит в турбине, вращающей компрессор, а окончательное – в реактивном сопле. Между турбиной и реактивным двигателем может быть установлена форсажная камера, предназначенная для дополнительного сгорания топлива.

Сейчас турбореактивными двигателями оснащено большинство военных и гражданских самолетов, а также некоторые вертолеты.

В турбовинтовом двигателе основная тяга создается воздушным винтом, а дополнительная (около 10 %) – струей газов, вытекающих из реактивного сопла. Принцип действия турбовинтового двигателя схож с турбореактивным, с той разницей, что турбина вращает не только компрессор, но и воздушный винт. Эти двигатели применяются в дозвуковых самолетах и вертолетах, а также для движения быстроходных судов и автомобилей.

Наиболее ранние реактивные твердотопливные двигатели использовались в боевых ракетах. Их широкое применение началось в XIX в., когда во многих армиях появились ракетные части. В конце XIX в. были созданы первые бездымные порохи, с более устойчивым горением и большей работоспособностью.

В 1920–1930-е годы велись работы по созданию реактивного оружия. Это привело к появлению реактивных минометов – «катюш» в Советском Союзе, шестиствольных реактивных минометов в Германии.

Получение новых видов пороха позволило применять реактивные твердотопливные двигатели в боевых ракетах, включая баллистические. Кроме этого они применяются в авиации и

космонавтике как двигатели первых ступеней ракет-носителей, стартовые двигатели для самолетов с прямоточными воздушно-реактивными двигателями и тормозные двигатели космических аппаратов.

Реактивный твердотопливный двигатель состоит из корпуса (камеры сгорания), в котором находится весь запас топлива и реактивного сопла. Корпус выполняется из стали или стеклопластика. Сопло – из графита, тугоплавких сплавов, графита.

Зажигание топлива производится воспламенительным устройством.

Регулирование тяги производится изменением поверхности горения заряда или площади критического сечения сопла, а также впрыскиванием в камеру сгорания жидкости.

Направление тяги может меняться газовыми рулями, отклоняющейся насадкой (дефлектором), вспомогательными управляющими двигателями и т. п.

Реактивные твердотопливные двигатели очень надежны, могут долго храниться, а следовательно, постоянно готовы к запуску.

## Резина. Синтетический каучук

Во время своего третьего плавания к берегам Америки Колумб увидел индейцев, игравших в мяч. Он был скатан из какой-то черной массы и прыгал гораздо лучше, чем кожаные мячи, распространенные в то время в Европе. Когда мореплаватель спросил у аборигенов, из чего сделан их мяч, те повели его в рощу. Там росли высокие деревья с пятнистой корой. Один индеец надрезал кору, и по стволу медленно потекла белая жидкость, похожая на молоко. На воздухе она затвердела и потемнела – стала похожа на обыкновенную смолу. Индейцы называли ее кау-чу. Позже Колумб узнал, что в переводе это означает «слезы дерева». С тех пор это слово прижилось во многих языках мира, в русском превратившись в «каучук».

Колумб привез в Европу и комочек каучука. Но он затерялся среди диковинных вещей, и скоро о каучуке забыли. Его второе открытие состоялось спустя двести лет. По Южной Америке путешествовал французский ученый Ш. Кондамин. Он увидел, что индейцы используют сок гевеи не только для мячей. Они делали из него бутылки, промазывали густой массой щели в пирогах, чтобы туда не проникала вода. Некоторые индейцы покрывали ноги слоем каучука и потом, чтобы он засох, держали ноги над костром. Несмотря на боль, индеец получал на всю жизнь пару непромокаемых чулок. Кроме того, индейцы использовали свежий каучук для приклеивания к телу птичьих перьев.

Вернувшись на родину, француз показал соотечественникам комочки каучука и непромокаемые чехлы для ружей, сделанные индейцами. По его словам, из каучука можно было сделать множество вещей – непромокаемую обувь, перчатки и даже костюмы для водолазов. Но он сам так и не смог сделать ни одной из вышеуказанных вещей. За время путешествия комочки каучука высохли, затвердели и потеряли все свои замечательные качества. Вещи можно делать лишь из свежего каучука.

Привезенный французом каучук можно было использовать лишь для одной цели – стирания карандашных записей. Ластик используется до сих пор.

В 1811 г. в Вене была открыта первая фабрика резины. В 1820 г. во Франции стали изготавливать подтяжки и подвязки из резиновых нитей, сплетенных с хлопком.

Английский химик Ч. Макинтош долгое время искал способ вернуть высохшему каучуку природные свойства. Работая в лаборатории, он проводил многочисленные опыты, пока не добился успеха. Макинтош клал тонкий слой каучука между двумя слоями ткани. Затем из этого материала он шил непромокаемые плащи, названные в честь изобретателя «макинтошами». Их недостатком было то, что зимой они твердели, а летом их нужно было хранить в подвале, во избежание расплавления. Из каучука стали делать и другие вещи: галоши, сумки для почтальонов.

В 1830 г. В Соединенных Штатах начался настоящий каучуковый бум. Житель Бостона Е. М. Чаффи во время опытов смешал сырую резину с сырым каучуком и добавил в эту смесь сажу. Специально сконструированная машина наносила эту смесь на материю. В 1833 г. Чаффи с коллегами основал компанию. Через два года ее капитал увеличился с 30 тысяч долларов до 500 тысяч. Изготавливались крыши для фургонов и хижин, головные уборы, обувь, одежда. Фабрики для производства прорезиненных изделий открылись во многих американских городах. На следующее лето все выпущенные изделия превратились в жидкое месиво и издавали такой запах, что их приходилось зарывать в землю. Потери акционеров составили 2 млн долларов.

Незадолго до того Чарлз Гудийр приобрел резиновый спасательный круг. Он хотел усовершенствовать клапан для наполнения круга воздухом. Но после улучшения конструкции клапана Гудийр решил сделать каучук нечувствительным к перепадам температуры или, как он говорил, «вылечить» его.

Гудийр начал опыты, смешивая смолу с различными веществами: солью, перцем, сахаром, песком, касторкой. Он надеялся, что рано или поздно найдет удачное сочетание.

Некоторого успеха он добился, смешивая каучуковую смолу с магнезией и доводя до кипения смесь в растворе негашеной извести. Затем он стал обрабатывать каучук парами кислот. Это позволило получить резиновую пленку, которая могла принести финансовый успех. Но разразившийся экономический кризис разорил покровителей

Гудийра, и изобретатель оказался в нищете. Голодая, он носил в целях рекламы костюм из резиновой материи. В сентябре 1837 г. Гудийр приехал на фабрику Чаффи, и тот разрешил ему проводить опыты по «кислотному лечению резины». Гудийру удалось сделать одежду и обувь хорошего качества, ее стали покупать даже те, кто раньше не верил в возможности нового материала. Изобретатель даже заработал 5 тысяч долларов.

В это время правительство Соединенных Штатов заказало ему 150 почтовых сумок из резины. Изготовленные сумки были помещены в витрине лавки Гудийра для всеобщего обозрения. Но, приехав после двухнедельного отсутствия, предприниматель увидел, что сумки растаяли на жаре, хотя поверхность уцелела. Контракт был аннулирован, стали возвращать и другие товары. Гудийр с семьей снова очутился в нищете.

Помощник Гудийра Натаниел Хейворд предложил свой способ «излечения» резины, заключающийся в смешивании каучуковой смолы с истолченной серой и последующим высушивании смеси на солнце. Он назвал этот процесс «соляризацией».

Сам Гудийр, живя у шурина, однажды обратил внимание на то, что образец каучука, покрытого серой, случайно положенный на горячую плиту, обуглился, словно кожа. В середине кусочка образовалась тонкая полоска «излеченной резины». Оказалось, что новый материал не теряет эластичности на сильном морозе. Гудийр провел серию опытов, стремясь найти оптимальный режим нагрева. Он был настолько увлечен новым методом, что отказался от большой суммы, которую предложила ему одна французская компания за исключительное право на использование во Франции его способа обработки каучука парами азотной кислоты.

Изобретенный процесс Гудийр назвал вулканизацией в честь древнеримского бога Вулкана, а материал, получаемый при помощи вулканизации, резиной. Вулканизация каучука дала толчок развитию электропромышленности, так как резина является прекрасным материалом для изоляторов.

Получение резины и ее широкое использование породили настоящий каучуковый бум. Долгое время монополистом в производстве каучука была Бразилия, поскольку источник каучука – гевея – росла только в этой стране. Ее правительство запретило вывоз

семян гевеи из страны. Но один англичанин под видом сбора коллекции тропических растений собрал семьдесят тысяч семян гевеи и вывез их в Великобританию. Эти семена посадили в английских колониях с тропическим климатом. Теперь в мире появились два монополиста в производстве каучука.

Это подтолкнуло изобретателей и ученых к поискам путей получения резины без каучука. В 1862 г. английский химик Уильямс обнаружил в продуктах сухой перегонки каучука углеводород, который он назвал изопреном. Позже было установлено, что натуральный каучук более чем на 90 % состоит из изопрена. В 1879 г. Г. Бушарда, используя изопрен, полученный из скипидара, добился образования продукта, по своим свойствам близкого к каучуку. Спустя восемь лет русский химик И. Л. Кондаков осуществил первый синтез изопрена. Ав 1910 г. С. В. Лебедев получил первый искусственный каучукоподобный полимер из углерода дивинила (бутадиена). Но это открытие не имело практического значения, поскольку было получено всего 19 граммов вещества в лабораторных условиях. Требовалось найти способ промышленного производства каучука в больших объемах.

В 1926 году правительство Советского Союза объявило всемирный конкурс на лучший способ изготовления синтетического каучука. Условия конкурса были жесткими: за два года необходимо было разработать технологию производства каучука из доступного и дешевого сырья, такую, чтобы полученный материал не уступал по комплексу качеств природному каучуку и мог бы производиться в промышленных масштабах.

Как оказалось позже, всемирный конкурс можно было не объявлять, поскольку победил в нем советский ученый Сергей Васильевич Лебедев. Через год после объявления конкурса ему удалось получить каучук, но резина из него получалась плохая – при вулканизации синтетический каучук намертво прилипал к раскатывающему валику. Лишь за несколько дней до окончания конкурса Лебедев нашел выход, прибавив к смеси каучука с серой немного сажи. Искусственный каучук Лебедева отвечал всем условиям конкурса. Он изготавливался из картофельного спирта. Затем из спирта получали дивинил. Лебедеву удалось получать из килограмма спирта не пять граммов дивинила, как прежде, а пятьдесят. В 1932 г.

Ярославский шинный завод выпустил первый товарный синтетический каучук. В Германии подобное производство появилось в 1938 г., в США – в 1942 году.

В связи с возросшим потреблением резины в мире получение каучука из картофельного спирта не могло удовлетворить всех потребностей производства. Добыть дивинил в больших количествах не удалось. Но в СССР химики нашли способ производить дивинил из природного газа.

Более половины мирового производства каучука идет на изготовление автомобильных шин. Так, на изготовление комплекта шин для малолитражного автомобиля нужно около 20 кг каучука, а для 40-тонного самосвала – почти 1900 кг. Оставшаяся часть используется для производства различных изделий для техники, быта, спорта.

# Рентгеновский аппарат

8 ноября 1895 г. профессор Вюрцбургского университета (Германия) Вильгельм Рентген, пожелав жене спокойной ночи, спустился в свою лабораторию, чтобы еще немного поработать.

Когда настенные часы пробили одиннадцать, ученый погасил лампу и вдруг увидел, как на столе разлилось призрачное зеленоватое сияние. Оно исходило от стеклянной банки, в которой находились кристаллы платиносинеродистого бария. Способность этого вещества флюоресцировать под действием солнечных лучей была давно известна. Но обычно в темноте свечение прекращалось.

Рентген нашел источник излучения. Им оказалась невключенная из-за невнимательности круксова трубка, находившаяся в полутора метрах от банки с солью. Трубка находилась под плотным картонным колпаком без щелей.

Круксова трубка была изобретена примерно за 40 лет до наблюдения Рентгена. Она представляла собой электровакуумную трубку-источник, как тогда говорили, «катодных лучей». Эти лучи, ударяясь о стеклянную стенку лампы, тормозились и давали на ней световое пятно, но вырваться за пределы лампы не могли.

Заметив сияние, Рентген остался в лаборатории и приступил к методическому изучению неизвестной радиации. Он устанавливал на разных расстояниях от трубки экран, покрытый бариевой солью. Тот мерцал даже на расстоянии двух метров от трубки. Неизвестные лучи, или, как Рентген их назвал X-лучи, проникали через все преграды, которые оказались под рукой ученого: книгу, доску, эбонитовую пластинку, оловянную фольгу и даже неизвестно откуда взявшуюся колоду карт. Все материалы, до того считавшиеся непрозрачными, стали для лучей неизвестного происхождения проникаемыми.

Рентген начал складывать стопку из листов станиоля: два слоя, три, десять, двадцать, тридцать. Экран постепенно начал темнеть и наконец стал абсолютно черным. Толстый том в тысячу страниц не дал такого эффекта. Отсюда профессор сделал вывод, что проникаемость предмета зависит не столько от толщины, сколько от материала. Когда ученый просветил шкатулку с набором гирь, то увидел, что силуэты

металлических гирь были видны гораздо лучше, чем слабая тень деревянного футляра. Потом, для сравнения, он приказал принести свое двуствольное ружье.

Затем Рентген увидел жуткое зрелище:двигающиеся тени живого скелета. Оказалось, что кости руки менее прозрачны для X-лучей, чем окружающие их мягкие ткани.

Исследователь изучал открытое им излучение на протяжении 50 суток. Его жена, не выдержавшая молчаливого добровольного затворничества мужа, разрыдалась, и, чтобы ее успокоить, а заодно продемонстрировать свое изобретение близкому человеку, Рентген делает рентгеновский снимок кисти супруги. На нем были видны темные силуэты косточек, а на одной из фаланг черное пятно обручального кольца.

Лишь спустя семь недель после начала добровольного затворничества, 28 декабря 1895 г., Рентген оправил в Физико-медицинское общество Вюрцбургского университета свою 30-страничную рукопись «О новом типе лучей», сделав приписку: «Предварительное сообщение».

Первая работа, посвященная великому открытию, окажется потом бессмертной: в ней ничего не будет ни опровергнуто, ни дополнено в течение многих лет. Информация об X-лучах, облетевшая в первую неделю 1896 г. весь свет, потрясла мир. Новое излучение позже было в честь первооткрывателя названо «рентгеновским».

Свою рукопись Рентген направил и по другим адресам, в частности своему давнему коллеге профессору Венского университета Ф. Экснеру. Тот, прочитав рукопись, сразу оценил ее по достоинству и немедленно ознакомил с ней сотрудников. Среди них оказался ассистент Э. Лехер, сын редактора венской газеты «Нойе фрайе прессе». Он попросил у Экснера текст на ночь, отнес его своему отцу и убедил поставить срочно в номер важную научную новость.

Ее дали на первой полосе, для чего пришлось даже приостановить типографские машины. Утром 3 января 1896 г. Вена узнала о сенсации. Статью перепечатали другие издания. Когда вышел научный журнал с оригинальной статьей Рентгена, номер расхватили за один день.

Сразу нашлись и претенденты на приоритет нового открытия. Рентгена обвиняли даже в плагиате. Среди кандидатов на первенство

оказался и профессор Ф. Ленард, пытавшийся назвать лучи своим именем.

Оказалось, что первая рентгенограмма была действительно сделана в США еще в 1890 г. У американцев было больше прав на приоритет в открытии, чем у того же Ленарда, проводившего свои опыты с кружковой трубкой позже. Но профессор Гудспид в 1896 г. просто попросил помнить, что первый снимок катодными лучами был сделан в лаборатории Пенсильванского университета. Ведь истинная природа этих лучей была установлена лишь Рентгеном.

Всемирная слава, нежданно свалившаяся на доселе безвестного провинциального ученого, привела его на первых порах в растерянность. Он стал избегать не только репортеров, но даже ученых. Профессор категорически отверг домогательства бизнесменов, отказавшись от участия в эксплуатации своего открытия, от привилегий, лицензий, патентов на свои изобретения, на усовершенствованные им генераторы X-лучей. Отсутствие монополии на выпуск рентгеновской техники привело к ее бурному развитию во всем мире.

Ученого обвиняли в отсутствии патриотизма. На предложение Берлинского акционерного электротехнического общества, предлагавшего большие деньги и работу в прекрасно оборудованных лабораториях, Рентген ответил: «Мое изобретение принадлежит всему человечеству».

После ошеломляющего успеха своего открытия Рентген вновь удалился в добровольное заключение в свою лабораторию. Он сделал передышку лишь после того, как 9 марта 1896 г. завершил вторую научную статью о новооткрытой радиации. Третья, заключительная – «Дальнейшие наблюдения за свойствами X-лучей» – была сдана в печать 10 марта 1897 года.

В 1904 г. англичанин Ч. Баркла экспериментально подтвердил теоретическую догадку своего соотечественника Дж. Стокса, что рентгеновские лучи имеют электромагнитную природу. Область рентгеновского излучения на спектре занимает область между ультрафиолетовым и гамма-излучением. По одной классификации это диапазон от  $10^{-5}$  до  $10^{-12}$  сантиметра, по другой – от  $10^{-6}$  до  $10^{-10}$  сантиметра.

Изобретение немецкого ученого вызвало в мире неожиданные реакции. Так, в 1896 г. депутат американского штата Нью-Джерси Рид предложил законопроект, запрещающий применение X-лучей в театральном бинокле, дабы они не могли проникнуть не только через одежду, но и через плоть в душу. А пресса в Европе и Америке предупреждала об опасности «мозговой фотографии», позволяющей читать самые потаенные чужие мысли.

В ответ на это некоторые дельцы рекламировали свои изделия – портмоне, шкатулки, сейфы, даже шляпы, – способные, по их словам, уберегать от страшных лучей свое содержимое.

Особый отклик у читателей нашла информация о том, что при помощи рентгеновских лучей можно запечатлеть на извилинах коры головного мозга текст или рисунок для запоминания. X-лучам приписывали свойство возвращать юность старикам и жизнь умирающим. А также превращать свинец в золото.

Но, с другой стороны, только за «рентгеновский» 1896 год вышло более тысячи научных работ и почти 50 книг по применению X-лучей в медицине. Еще в феврале 1896 г. В. Тонков представил в Петербургское антропологическое общество доклад о применении X-лучей для изучения скелета. Так были заложены основы новой дисциплины – рентгеноанатомии. Сейчас она стала фундаментом современной диагностики. Чуть позже А. Яновский стал применять ее для систематического обследования пациентов. В боевой обстановке рентгеноскопию применил русский врач В. Кравченко, оборудовавший на крейсере «Аврора» рентгеновский кабинет. В Цусимском сражении он обследовал раненых матросов, находя и извлекая из тела осколки.

Рентгенология помогала диагностировать на ранних стадиях рак и туберкулез. Рентгеновское излучение в больших дозах вредно для организма человека. Но, тем не менее, оно применяется для борьбы со злокачественными опухолями.

В начале XX в. для изготовления рентгенограммы требовалось облучение в течение 1,5–2 часов из-за несовершенства оборудования и малой чувствительности пленки. Затем для съемки стали использовать усиливающие экраны, между которыми располагалась пленка. Это позволило без увеличения чувствительности пленки сократить время экспозиции в десятки раз. Благодаря этому рентгенография по разрешающей способности превзошла рентгеноскопию.

Поскольку пленка для рентгеновских снимков требовала большого количества серебра, рентгенографию постепенно стала вытеснять флюорография – фотосъемка с флюоресцирующего экрана. Флюорограмма имеет лишь один светочувствительный слой и по площади в 10–20 раз меньше стандартной рентгенограммы, что дает большую экономию серебра при снижении лучевых нагрузок. Изображение увеличивается с помощью проекторов. Компактная флюорографическая камера, установленная на электронно-оптический усилитель стационарного аппарата, позволяет получать многократное изображение с коротким интервалом по заданной программе. Так можно регистрировать быстротекущие процессы. В частности, этот метод применяется для контроля продвижения специальной массы, содержащей барий (хорошо видимый в рентгеновских лучах) по желудочно-кишечному тракту человека.

Для экономии пленки применяется специальная селеновая пластина, накапливающая электростатический заряд. Под воздействием рентгеновского излучения она теряет заряд, сохраняя его лишь на затемненных участках. В результате на поверхности пластины возникает скрытое изображение. Его проявляют, опыляя тонкодисперсным красящим порошком, точно воспроизводящим распределение света и теней. Одна селеновая пластина выдерживает 2–3 тысячи процедур, сберегая до 3 кг серебра. Изображение не уступает по качеству рентгенограмме.

Помимо черно-белой, существует цветная рентгенография. Сперва цветную рентгенограмму получали, трижды снимая объект лучами неодинаковой жесткости. Так получали три негатива, которые окрашивали синим, зеленым и красным цветами, после чего их совмещали и делали отпечаток на цветной пленке.

Позже, чтобы уменьшить дозу облучения, применили метод тоноразделения. Здесь была нужна однократная экспозиция. На снимке выделяли различные зоны плотности и на каждую изготавливали свою копию рентгенограммы. Затем их совмещали на цветной пленке, получая условно окрашенное изображение.

Обычный рентгеновский снимок дает лишь плоское изображение. Часто это не позволяет определить, например, точное местоположение инородного тела в организме, а несколько рентгенограмм, полученных с разных позиций, дают лишь приближенное представление об этом.

Для превращения плоского изображения в объемное применяется стереорентгенография. С этой целью изготавливают два снимка, составляющие стереопару: на них изображена одна и та же картина, но запечатленная так, как ее видят правый и левый глаз. При рассматривании обоих негативов в специальном аппарате, они совмещаются в один, образуя глубину.

При стереорентгеноскопии пациента просвечивают двумя трубками, включающимися поочередно со скоростью 50 раз в секунду каждая. Обе серии импульсов поступают на электронно-оптический преобразователь, откуда они попеременно, синхронно с работой трубок снимаются двумя телевизионными системами. Обе картины совмещаются в одну с помощью поляризационных очков.

Глубину залегания, пространственную структуру, форму и величину патологических образований оценивают и более простыми средствами, например с помощью томографии – послойных снимков. При проведении томографии больной лежит на столе. Над ним движется рентгеновская трубка, а под ним в противоположном направлении перемещается пленка. Резкими оказываются только те элементы, которые находятся на оси вращения рычага, соединяющего трубку и пленку. Проводится серия снимков, отображающих тонкие слои толщиной в несколько миллиметров. По ним легко установить, где находится чужеродное тело или болезненный очаг.

С появлением электронно-вычислительных машин и компьютеров стало возможным программное управление всей процедурой рентгенодиагностики – от съемки до получения снимков.

Спектр применения рентгеновских лучей широк.

В 20–30-е годы прошлого века появились радиационная генетика и селекция, позволяющие получать стойкие варианты микробов с нужными свойствами, сорта растений с повышенной урожайностью. Воздействуя на организмы проникающей радиацией и затем, проводя отбор, ученые проводят ускоренную биологическую эволюцию.

В 1912 г. в Мюнхене М. фон Лауэ выдвинул идею при помощи X-лучей исследовать внутреннее строение кристалла. Его идея вызвала споры среди коллег, и, чтобы разрешить их, В. Фридрих поставил на пути лучей кристалл и рядом, сбоку, фотопластинку для их регистрации, когда они отклонятся под прямым углом, как при обычной дифракции. Результатов не было до тех пор, пока П.

Книппинг не поставил пластинку не сбоку, а за кристаллом. На ней появился симметричный узор из темных пятен.

Так появился рентгеноструктурный анализ. Сначала его применение ограничивалось получением лауэграмм – снимков, отражавших строение монокристалла. Они позволяли обнаруживать дефекты решетки, внутренние напряжения и т. п. В 1916 г. П. Дебай и П. Шеррер приспособили этот метод для изучения поликристаллических материалов – порошков, сплавов. Такие снимки называли дебаеграммы. По ним определяют строение и состав образцов, размеры и ориентацию включений.

В 1930-е годы английские ученые Д. Бернал и Д. Кроуфут-Ходжкин осуществили рентгеноструктурный анализ белков. Съемка обнаружила у них внутреннюю упорядоченность. Благодаря такому анализу стала возможной пространственная модель ДНК, которую предложили в 1953 г. Д. Уотсон и Ф. Крик. Для этого они воспользовались дифракционными картинками ДНК, полученными М. Уилкинсом.

Рентгеновские лучи применяют для контроля качества различных материалов и изделий. Они позволяют увидеть внутренние дефекты – трещины, раковины, непровары, включения. Этот метод называется рентгенодефектоскопия.

X-лучи позволяют искусствоведам заглядывать под верхний слой картин, иногда помогая обнаруживать скрытые веками изображения. Так, при изучении картины Рембрандта «Даная», был открыт первоначальный вариант полотна, позже переделанный автором. Подобные исследования прошли многие живописные произведения в разных картинных галереях.

Рентгеновское излучение применяется в интроскопах – устройствах, которыми сейчас оборудованы таможни, контрольно-пропускные пункты. Они позволяют обнаруживать спрятанную взрывчатку, оружие и наркотики.

## Роботы

Корни современной автоматике и робототехники связаны с египетской Александрией – научным центром античного мира. Так, механик Ктесибий считается изобретателем поршневого насоса, водяных часов. Герон Александрийский оставил несколько сочинений по механике и автоматике. Словом «автомат» он называл театральные и культовые приборы, в которых важную роль играли подвижные фигурки людей.

Трон византийских императоров охраняли два механических льва, начинавшие рычать, когда к нему приближались иностранные послы.

Немецкому ученому Альберту Великому приписывают создание механического слуги, служившего хозяину на протяжении 30 лет.

В тетрадах Леонардо да Винчи сохранились записи, где он пытается установить соответствие между отдельными органами человека и механизмами. Французский математик и философ Р. Декарт утверждал, что тела животных представляют собой не что иное, как сложные механизмы. Говорить так о человеке Декарт воздержался, поскольку в те времена это было небезопасно. Предпринимались также попытки объяснить работу человеческих органов механическими причинами. Так, английский врач У. Гарвей, открывший большой круг кровообращения, сравнивал сердце с гидравлической машиной.

В XVI–XVII вв. на стыке физиологии и механики возникло новое направление, получившее название ятромеханики. Его представитель, профессор Мессинского университета Дж. А. Борели, написал книгу «О движении животных», изданную в 1680 г. в Риме. В ней описывались структура, форма, действие и сила мускулов животных и человека, излагалось учение об их движениях. Также были собраны сведения о сокращении мускулов, движениях сердца, кровообращении, о работе органов пищеварения с расчетами и примерами механических аналогий. Л. Эйлер и Д. Бернулли в XVIII в. рассматривали вопросы тока крови и движения мускулов, прибегая к механическим аналогиям.

Идею создания механических животных мы находим в работах французского механика Ж. де Вокансона. Его аппараты моделировали

движения своих прообразов. Так, созданная им утка вытягивала шею, чтобы брать из рук зерно, проглатывала и переваривала его. Она пила, барахталась в воде, издавала звуки, ее движения полностью соответствовали движениям настоящей утки. Процесс питания был продуман вплоть до переваривания в растворе кислоты пищи в желудке и испражнения. Крылья утки были воспроизведены так точно, что к ним не мог придраться ни один анатом.

Среди других моделей Вокансона были пианист, игравший на рояле, он поднимал голову и имитировал дыхание, а также игрок на флейте, который пел, аккомпанируя себе и отбивая такт ногой. Механик умер, не достигнув своей цели – построить модель человека с сердцем, артериями и венами.

Французский изобретатель Г. Майярде сконструировал фигуру писца, который мог писать несколько строк французского и английского текста и рисовать три пейзажа. Он также создал механического прорицателя, отвечавшего на ряд вопросов, и нескольких животных: змею, ящерицу, мышь, выполнявших ряд движений. Среди его работ была также птица, которая летала, пела и возвращалась в свое гнездо.

После промышленного переворота в первой половине XVIII в. многие изобретатели занимались созданием различных машин для ткацкого производства. Так, Вокансона занимали не только автоматы, но и ткацкие станки. Его соотечественник Жаккар в конце XVIII в. создал приспособление для производства шелковых тканей, а позже усовершенствовал его при помощи перфорированной призмы и перфокарт, что позволило производить ткани с запрограммированным рисунком.

На рубеже XVIII–XIX вв. Л. Карно, Г. Монж, А. Бетанкур и другие ученые создали науку о машинах. Русский ученый П. Л. Чебышев в середине XIX в. разрабатывал проблему структуры и синтеза механизмов. Он изобрел два оригинальных механизма – стопоходящий и гребной.

В 20–30-е годы XX в. советский физиолог Н. А. Бернштейн заложил теоретические основы биомеханики. Он показал, что движителем жизни является некоторое уравнивание системы организм – среда. Он работал в биомеханической лаборатории Центрального института труда (ЦИТ) в Москве. В 1947 г. вышла его

книга «О построении движений», в которой содержались главные положения новой науки о функционировании человеческого организма: кольцевой принцип управления, иерархия управляющих систем, цикличность, зависимость деятельности управляющей системы от управляемой и т. п. Позже на основе биомеханики была создана биокибернетика.

Впервые слово «робот» было употреблено в пьесе чешского писателя К. Чапека «Р. У. Р.». Автором удачного термина был не сам Карел Чапек, а его брат Йозеф. Карел предполагал назвать своих искусственных людей «лаборжи», но название показалось ему слишком книжным. Тогда Йозеф предложил назвать эти машины роботами от чешского «робота» – тяжелый труд.

В 20-х гг. в США появился первый автоматический цех, изготавливавший валик для коробки скоростей. В 1932 г. была построена первая автоматическая электростанция, в 1932 г. – первая автоматическая линия металлообрабатывающих станков.

Автоматические линии оказались выгодными при крупносерийном производстве, их стали внедрять в процессах по изготовлению подшипников, деталей двигателей, спичек, патронов, электролампочек, консервных банок, книг. Наиболее полная автоматизация по принципу поточного производства могла быть достигнута в масштабах целого завода.

В 1949 г. в СССР был введен в строй первый завод-автомат, выпускавший автомобильные поршни. Он управлялся 5 операторами и давал до 3500 поршней в смену.

В 50-е гг. с появлением электронно-вычислительных машин автоматизация производства стала комплексной, охватывающей все машины и агрегаты цеха. В конце 50-х гг. президент Академии наук СССР А. Н. Несмеянов определил задачу разработки теории производственных процессов как науки, основанной на точных знаниях. На повестку дня была поставлена задача соединения станков с электронно-вычислительными машинами, использование ЭВМ в различных производственных процессах и операциях, подход к автоматизации как к единому целостному процессу, а также автоматизации отдельных важных звеньев производства: транспортировки и перемещения предметов труда, установки обрабатываемых изделий в необходимое положение.

Для осуществления этой задачи требовалось пересмотреть весь технологический процесс для полной автоматизации линий сборки, термической обработки токами высокой частоты и лазерной обработки, контрольных операций.

По такой технологии в 1960 г. был построен Краснодарский завод-автомат по производству цепей для сельскохозяйственных машин.

В 1958 г. американская фирма «Пленит корпорейтед оф лансинд» изготовила модель программируемой механической руки, названной планобот. Она предназначалась для загрузки – разгрузки станков и других машин. Планобот имел 45 различных запрограммированных положений кисти «руки» и возможность ее вращения в запястье.

В 1961 г. фирма «Дженерал моторе» изготовила «хардимена» (стойкого человека). В нем были совмещены идеи двух устройств: усилителя силы мускулов и усилителя механической мощности человека. «Хардимен» мог переносить груз весом до 454 кг.

Первые промышленные образцы автоматических манипуляторов, имитировавших человеческую руку, были созданы в 1962 г. американскими фирмами «Юнимейшен инкорпорейтед» и «АМФ Версатран». Впоследствии такие манипуляторы называли промышленными роботами.

Конструкции манипуляторов обеих фирм во многом были схожи. Оба они предназначались для межоперационного переноса изделий, были перепрограммируемыми, эффективно заменяли нескольких человек. Одинаковым был и их состав: механические схваты руки со многими степенями свободы, устройства позиционирования для перемещения механической руки, устройство памяти с информацией о последовательности операций.

Различия между машинами состояли во внешнем виде и конструктивном исполнении. По-разному осуществлялись их движения, что определялось разницей в структуре управления роботами. Рука «Версатрана» двигалась в цилиндрической системе координат и могла выполнять движения по вертикали, горизонтали, поворачиваться вокруг оси колонны. Кисть была способна делать вращательные движения и разворачиваться.

Рука «Юнимейта» работала в сферической системе координат. Она могла делать повороты в вертикальной и горизонтальной плоскостях, продольные движения, а кисть – разворот и наклон.

«Версатран» имел гидравлический привод для перемещения руки, а «Юнимейт» – гидравлический для приводов манипулятора и пневматический в системе схвата.

Управление обоими роботами состояло из четырех процедур: обучение, заключающееся в запоминании заданных операций; запоминание программы (информации); ее воспроизведение (считывание) и обработка программы, связанной с преобразованием информации и организацией выполнения рабочих операций.

Управление роботами первого поколения осуществлялось с помощью двух методов: «от точки к точке» и контурного.

Управление «от точки к точке» также осуществлялось системой управления с разомкнутым контуром. Метод применяется в операциях загрузки – разгрузки, штабелирования и т. п. Для осуществления каждого из трех движений требовалось до 30 потенциометров, благодаря чему можно было выбирать 30 последовательных позиций руки. При подаче команд кисть могла двигаться от упора до упора.

При контурном управлении рука робота двигалась по непрерывно контролируемой траектории. Подобные движения программировались с помощью магнитных носителей, при этом после записи программы методом обучения было возможно ее многократное воспроизведение.

Наряду с программируемыми в 1960-е годы появились дистанционно управляемые руки, или телехирики. Они устанавливались на подвижных машинах, выполняя опасную для человека работу в экстремальных условиях: в зоне повышенной радиации, в океанских глубинах, в огне или далеком космосе.

Одной из первых машин с телехириком был танк лаборатории вооружения в штате Нью-Мексико под названием «Битл». На 80-тонной машине были установлены 2 пятиметровые руки для переноса опасных грузов. Позже с целью улучшения управления телехириками стали устанавливаться телевизионные камеры для обратной связи.

Первый телехирик для работы под водой был построен Океанографическим институтом Скриппса и назывался «Рум». Потом был создан КУРВ, поднявший потерянную американским бомбардировщиком водородную бомбу с 750-метровой глубины.

Эру космической робототехники открыл советский космический телеуправляемый аппарат «Луна-17». В 1971 г. он совершил посадку

на Луне в районе Моря изобилия, взял образец грунта и доставил его на Землю.

Более высоким, по сравнению с манипуляторами, уровнем организации управления обладали автооператоры, или интегральные роботы. В отличие от промышленных роботов, автооператоры дополнялись устройствами главной обратной связи, которая должна была обеспечить автоматическое перемещение самого устройства и (или) его рабочих органов при условии координации действий с состоянием окружающей среды. Автооператоры бывают двух типов – мобильные и локальные.

Первым мобильным автооператором стала разработанная в 1967 г. в Стенфордском университете тележка «Шейки». Мобильные операторы, в частности предназначенные для исследования Марса, должны были уметь смотреть и ощупывать, двигаться вперед и назад, наносить данные на карту, поддерживать свое рабочее состояние и т. п. В зависимости от поступающей информации автооператор мог переопределять условия, при которых выбирались различные типы поведения, вырабатывая таким образом условные рефлексy и привычки.

Локальные операторы представляли собой рабочие органы машин с замкнутыми внешними обратными связями. Одним из первых образцов такой системы была «рука Эрнста» – проект системы «глаз–рука», созданный в Массачусетском технологическом институте США. В этом аппарате внешняя обратная связь механической руки с внешней средой осуществлялась благодаря каналу машинного зрения. Автооператоры принадлежали ко второму поколению роботов, они могли менять свои действия в зависимости от изменения окружающей среды.

К классу робототехнических систем относятся различные машины, предназначенные для замены ручного труда. Это могут быть робототехнические системы для очистки и мойки стен и окон зданий, взятия проб грунта, выполнения работ в труднодоступных для человека местах. К ним относят также роботов, использующих в качестве рабочего инструмента лазер.

Эргатические роботы характеризуются наличием элементов гуманистичности, т. е. зависимости от человека и его управляющих свойств. Иначе их можно назвать «система человек – робот». Для

управления машиной можно использовать различные проявления человеческой жизнедеятельности: движение, жестикуляция, дыхание, изменение теплопродуктивности и т. п. Одним из примеров такой системы могут служить протезы человеческих конечностей, управляемые биопотенциалами человеческого организма. Первая модель человеческой руки была создана в СССР в 1957 г. А в 1960 г. в Москве на конгрессе по автоматическому управлению 15-летний юноша, у которого не было кисти руки, взял протезом кусок мела и написал на доске: «Привет участникам конгресса!»

Для управления манипуляторами, работающими в опасных зонах, были разработаны копирующие системы, повторяющие движение руки оператора. Они состоят из управляющего механизма (рукоятки), приводимого в движение человеком и исполнительного (захвата), непосредственно выполняющего необходимые действия.

Для того чтобы робот мог получать информацию об окружающем мире, были разработаны зрительные, слуховые, тактильные датчики, позволяющие ориентироваться в пространстве.

В зрительных анализаторах применяются фотоэлементы. В простейших случаях, например, когда необходимо считать детали на конвейере, на счетчик направляется луч света. В том случае, когда луч пересекается движущейся деталью, это улавливает фотоэлемент и заставляет срабатывать счетчик.

В некоторых устройствах моделируется способность глаза голубя избирать объекты, движущиеся в одном направлении. Так, в роботах-луноходах применялась система зрения, включавшая моторы, направляющие поверхность солнечных батарей постоянно в сторону Солнца. Для разработки системы, опознающей цель и следящей за ней, использовался глаз лягушки.

Слуховые анализаторы роботов способны распознавать человеческий голос и речь. Они могут выполнять команды оператора при управлении автомобилем или самолетом, настраивать музыкальные инструменты и аудиотехнику. Некоторые роботы предназначены для распознавания сигналов гидролокационного устройства с целью обнаружения подводных лодок.

В 1970-е годы началось создание роботов третьего поколения. Они, помимо сенсорной системы и исполнительных механизмов, имели искусственный интеллект – специализированную ЭВМ с

набором программ. На основе информации, идущей от сенсорных датчиков, они формируют модель внешнего окружения и выбирают программу действий.

Сейчас роботы получили широкое применение на заводах, в исследовании океанских глубин и планет Солнечной системы. Они заменяют пожарных и саперов.

Роботы совершенствуются благодаря развитию компьютерных технологий, появлению материалов с новыми свойствами.

## Ручное огнестрельное оружие

В XIV в. в военном деле произошло разделение огнестрельного оружия на артиллерийское и индивидуальное стрелковое оружие. Одним из первых образцов оружия, предназначенного для одного стрелка, стал аркебуз. Его название происходит от немецкого «хакенбюхсе» – «ружье с крючком».

Аркебузы зацеплялись за стену или иную опору для смягчения отдачи. Воспламенение пороха осуществлялось при помощи фитиля.

В XVI в. появились фитильные ружья – мушкеты. Они снабжались курками, на которых укреплялся тлеющий фитиль, который при спускании курка воспламенял порох на полке – части ружейного затвора.

В XVI в. появились и кремневые ружья. Они были тяжелые с прямым прикладом. Из них стреляли с применением вилообразной подпорки – сошки, на которую клали ствол. Пули были круглые, отлитые из свинца.

В первой половине XVII в. появились штыки. Местом их изобретения считался французский город Байонна, отсюда его французское название «байонет», первоначальное русское название «багинет» и украинское «багнет». Багинеты крепились к деревянной втулке, которую вставляли в ствол ружья. Поэтому идти в штыковую атаку и одновременно вести огонь из ружья было невозможно.

Ружья того времени были гладкоствольными, хотя нарезное ружье – винтовка – было изобретено в конце XV в. Несмотря на то что дальность и точность огня первых винтовок превосходила аналогичные показатели пуль гладкоствольных мушкетов, в военном деле применялись гладкоствольные ружья, а винтовки использовались в основном на охоте. Это объяснялось тем, что зарядание винтовки с дула было сложной и трудной операцией, занимавшей около 5 минут. В качестве боевого оружия винтовки применялись только егерями – особо меткими стрелками, воевавшими в рассыпном строю, и легкой кавалерией.

В конце XVI в. появились образцы короткоствольного оружия – пистолеты. Слово «пистолет» происходит из итальянского языка и

образовано от названия города Пистойя, где изготавливались первые образцы этого оружия.

До 20 годов XIX в. применялись гладкоствольные ружья и пистолеты. Они заряжались с дула и имели замок, снабженный кремневым курком. Процесс зарядания был медленным. После 30 выстрелов в боевых условиях требовалась замена кремня в курке. Кремневые ружья очень часто давали осечки, особенно в сырую погоду. Именно по этой причине А. В. Суворов и произнес свою знаменитую фразу «Пуля – дура, штык – молодец».

Усовершенствование огнестрельного оружия началось с изобретения пистона – капсюля с составом, взрывающимся от удара спускаемого курка. Предпосылкой для создания капсюля стало изобретение в 1774 г. гремучей ртути. В 1800 г. англичанин Э. Хоурд предложил использовать в качестве пистонов капсюли, наполненные смесью гремучей ртути с селитрой.

В 1807 г. шотландец Форзич создал ружейный замок, в котором выстрел производился путем воспламенения взрывчатого состава ударом стального штифта. В 1815 г. появились медные пистоны, наполненные смесью охотничьего пороха и хлорноватистого калия.

Затем появилось много предложений по применению пистонов с различным составом взрывчатого вещества и по поводу новых конструкций ударных ружейных замков. Оружие нового типа первоначально применялось на охоте, позднее поступило на вооружение западных армий. Стрелковое оружие оставалось гладкоствольным и заряжалось с дула.

В 1828 г. француз Дельвинь сконструировал винтовку, камера казенной части которой была уже, чем ствол. Пуля, имевшая меньший диаметр, чем канал ствола, упиралась в края каморы и загонялась в нарезы ударами молотка по шомполу. После этого ее диаметр расширялся, и пуля вплотную прилегала к стенкам ствола. При этом пуля теряла свою сферическую форму, что отрицательно сказывалось на ее вращении в полете и, в конечном итоге, на меткости стрельбы.

Важнейшим нововведением Дельвиня стало предложение применять продолговатые цилиндрическо-конические пули вместо конических. Такие пули после вылета из ствола летели острым концом вперед, вращаясь вокруг продольной оси. Они имели большую

дальность полета и более пологую траекторию, что повышало меткость стрельбы.

Среди дальнейших усовершенствований винтовки до введения унитарного патрона следует отметить предложение французского капитана Минье, сделанное в 1849 г. Его идея заключалась в том, что в основании пули высверливался конусообразный вырез. В момент выстрела пуля расширялась, плотно прилегая к стенкам ствола. Такая винтовка превосходила прежние винтовки по дальности и меткости стрельбы, при ускоренном зарядании. Под пули Минье можно было переделать старые гладкоствольные ружья.

Но когда появилась винтовка Минье, развитие ручного огнестрельного оружия уже шло по другому пути, начало которого было ознаменовано появлением в 1828 г. унитарного патрона для гладкоствольного ружья, созданного немцем Дрейзе. В этом патроне пороховой заряд, пуля и капсюль были помещены в бумажную оболочку – гильзу. Это позволило заменить большое количество операций при зарядании всего лишь двумя: извлечением стреляной гильзы и вкладыванием патрона в ствол. Разбивание запала производилось игольчатым бойком, проникавшим через отверстие в казенной части.

В 1836 г. Дрейзе создал игольчатую винтовку со скользящим затвором, заряжавшуюся с казенной части. Это позволило упростить зарядание и производить его даже на ходу. В 1840 г. винтовка Дрейзе была принята на вооружение прусской армии. Игольчатые ружья стояли на вооружении около 30 лет. Их появление привело к изменению тактики пехоты: вместо сомкнутых колонн стали применяться развернутые цепи.

В 30-е годы XIX в. значительные изменения коснулись и пистолетов. Еще в XVI в. для увеличения скорострельности применялись многозарядные барабанные револьверы. Они были фитильными и кремневыми, а вращение барабана происходило вручную. Они не получили широкого распространения.

В начале XIX в. появился 4-зарядный револьвер Кольера с автоматической затравкой, в котором работа ударно-спускового механизма была соединена с вращением барабана. Револьвер Мариэтта состоял из 6 вращающихся стволов.

В 1835 г. американец С. Кольт изобрел револьвер с усовершенствованным капсюльным затвором. Он был принят на вооружение во многих армиях. В 1849–1854 гг. Кольт вместе с Э. Руттом организовал фабрику ручного автоматического оружия, работающую на принципах взаимозаменяемости частей и применения полуавтоматического машинного оборудования. Благодаря этому был налажен серийный выпуск револьверов простой конструкции, сравнительно дешевых. Они были доступны рядовому покупателю. Неслучайно в США говорят: «Бог создал людей, а полковник Кольт сделал их равными».

Более совершенными, но и значительно более дорогими были револьверы фирмы «Смит и Вессон». Они стояли на вооружении русской армии в 1870–1900-х гг. вплоть до появления револьверов бельгийца Нагана.

В 1860-е гг. на смену бумажным патронам пришли металлические. Одновременно с этим совершенствовалась конструкция винтовок. Так, в 1868 г. на вооружение русской армии была принята винтовка американца Бердана с откидным затвором. Ее калибр составлял 4,2 линии (10,67 мм). А уже в 1870 г. ее сменила винтовка Бердана № 2 с откидным затвором.

В 1880-е гг. появился бездымный порох, вместо свинцовых пуль стали применяться оболочечные. Это привело к уменьшению калибра патронов и появлению магазинных винтовок.

Одной из первых магазинных винтовок стала знаменитая русская трехлинейная (калибр 7,62 мм) магазинная винтовка системы С. И. Мосина. Ее магазин содержал 5 патронов. При разработке винтовки конструктор стремился достичь максимальной надежности и простоты, поскольку стрелять из нее должны были крестьянские парни, не имевшие навыков обращения со сложной техникой. Мосину удалось достичь своих целей: его винтовка, пройдя ряд модернизаций, стояла на вооружении русской, а затем советской армии около 60 лет.

В конце 1890 – начале 1900-х годов магазинные винтовки были приняты на вооружение: австро-венгерской армии (калибр 8,0 мм, констр. Манлихер, 1895 г.), немецкой (калибр 7,92 мм, констр. Маузер, 1898 г.), французской (калибр 8,0 мм, констр. Лебель, 1907 г.) и др.

В 1895 г. бельгиец Л. Наган создал револьвер, получивший его имя. Нагану удалось совместить высокую огневую мощь с

достаточной меткостью, небольшими габаритами, массой, а также простотой устройства и безотказностью. Особенностью этой конструкции было применение подвижного казенника для надвигания во время выстрела барабана с патронами на казенную часть ствола. В нем также применялась удлиненная гильза, дульце которой входит в ствол и, расширяясь при выстреле, не дает выходить пороховым газам между стволом и барабаном. Благодаря этому конструктивному решению кучность нагана была выше, чем у многих других систем.

Наган имел ударно-спусковой механизм двойного действия, который позволял вести стрельбу, не взводя предварительно курок. Простой и надежный в обращении, он применялся, например, в Красной Армии вплоть до окончания Великой Отечественной войны.

Несмотря на многие преимущества револьверов – надежность в обращении, простоту конструкции, большую кучность стрельбы, к началу XX в. они перестали удовлетворять требованиям, предъявляемым к индивидуальному стрелковому оружию. В числе их недостатков были низкая скорострельность и большая длительность перезарядки.

Революцию в конструировании пистолетов произвел на границе XIX–XX вв. американец Дж. Браунинг, который в конце XIX в. переехал в Бельгию. Там он сконструировал свой первый автоматический пистолет калибра 7,65 мм. Он имел массивный кожух-затвор и отделяемый коробчатый магазин с 7 патронами, размещенный в рукоятке. Это позволило достичь исключительной компактности, легкости и удобства в обращении. Пистолет Браунинга образца 1903 г. имел калибр 9 мм. Его автоматика работала за счет использования силы отдачи свободного затвора при неподвижном стволе. Пистолет имел скрытый курок, что предотвращало загрязнение пистолета. Автоматический предохранитель блокировал курок.

В начале XX в. получает распространение автоматическое оружие. Впервые автоматическое ружье было разработано Р. Пилоном в 1863 г. В 1887 г. А. В. Рудницкий сконструировал первую русскую автоматическую винтовку. В начале XX в. в армиях различных стран получило распространение полуавтоматическое ружье-пулемет Мадсена. Наибольшую популярность получил в это время станковый пулемет конструкции американца Х. Максима.

Незадолго до начала Первой мировой войны русские конструкторы В. Г. Федоров, Ф. В. Токарев, Рощепей начали конструирование автоматических винтовок. В ходе войны Федоров создал автомат под винтовочный патрон калибра 6,5 мм.

В 1920-е гг. шла работа над усовершенствованием старых и созданием новых образцов оружия.

В СССР В. А. Дегтярев создал ручной пулемет ДП-27 (Дегтярев, пехотный). Он стрелял винтовочными патронами калибра 7,62 мм. Его скорострельность достигала 80 выстрелов в минуту.

Он имел дисковый магазин, расположенный сверху ствола. Пулемет имел сменный ствол. Позднее он был модернизирован для установки на танк.

Одним из лучших пулеметов Второй мировой войны стал немецкий пулемет MG-34 и его модификация MG-42. Он стал первым в мире единым пулеметом, использовавшимся как ручной, станковый, зенитный и танковый. MG был рассчитан на винтовочный патрон калибра 7,92 мм. Скорострельность составляла 120 выстрелов в минуту. Питание пулемета осуществлялось из ленты и барабанного магазина. Раскаленный ствол мог заменяться запасным.

В промежутке между мировыми войнами стали разрабатываться образцы автоматического оружия под пистолетный патрон. Они назывались пистолеты-пулеметы.

Один из первых пистолетов-пулеметов был ППД-34 конструкции Дегтярева. Он был рассчитан на патрон к пистолету ТТ калибра 7,62 мм. Автоматика работала за счет использования энергии отдачи свободного затвора. Запирание ствола осуществлялось массой затвора, подпружиненного возвратной пружиной. Из ППД можно было вести автоматический и одиночный огонь. Скорострельность достигала 100 выстрелов в минуту. Для предотвращения ожогов о ствол был предусмотрен кожух. К ППД были созданы секторный магазин на 25 патронов и дисковый на 71 патрон. У ППД был деревянный приклад.

Наибольшее распространение в годы войны получил пистолет-пулемет Шпагина – ППШ. Он был принят на вооружение в 1940 г. Во многом он напоминал ППД, но большинство деталей изготавливались штамповкой. Всего было выпущено более 6 млн экземпляров ППШ. В 1942 г. конструктор А. И. Судаев создал в блокадном Ленинграде свой пистолет-пулемет, выпуск которого был налажен на месте. Он

отличался еще большей технологичностью, чем его предшественники ППД и ППШ. Вместо деревянного он имел складной металлический приклад. ППС мог вести только автоматический огонь. Простота конструкции обеспечивала высокую надежность оружия. По эффективной дальности стрельбы он в 1,5 раза превосходил немецкий МР-38 и в 1,3 раза ППШ. После войны ППС серийно выпускался в Китае, Польше, ФРГ и других странах.

Одним из наиболее известных образцов оружия времен Второй мировой войны является немецкий пистолет-пулемет МР-38 и его модификации МР-40 и МР-41. Он окружен массой легенд и неправдивых фактов. Примером этого может служить расхожее название этого оружия – шмайссер, хотя сам Х. Шмайссер не имел к нему ни малейшего отношения. На самом деле он еще назывался «эрма» по названию фирмы, его сконструировавшей.

МР-38 был сконструирован под патрон к пистолету парабеллум калибра 9 мм. Первоначально он предназначался для парашютистов, но в ходе войны им вооружали и представителей других видов войск. Автоматика действовала по принципу свободного затвора. МР-38 мог вести огонь только очередями, но имел несколько низкий темп стрельбы, что при кратковременном нажатии на спусковой крючок мог стрелять одиночными выстрелами.

МР-38 имел складной металлический приклад. Предохранителем служил фигурный вырез на ствольной коробке, в который вводилась рукоятка затвора после его взведения.

МР-38 был устойчив к ударам, прочен. Из него можно было вести стрельбу, используя приклад, и от живота. Недостатками были невысокая кучность стрельбы и, как следствие, малая эффективная дальность стрельбы. «Эрма» требовала больших затрат рабочего времени на ее изготовление, поэтому общее количество выпущенных экземпляров было немногим более 1 млн единиц.

Среди других пистолетов-пулеметов времен Второй мировой войны следует отметить британский «стэн».

«Стэн» имел калибр 9 мм. Его отличительной чертой был магазин, расположенный слева от ствольной коробки. Небольшие размеры делали «стэн» удобным для стрельбы в ограниченном пространстве. Но он был плохо сбалансирован, боковое размещение магазина

создавало опрокидывающий момент, изменявшийся по мере расходования патронов.

Наряду с пистолетами-пулеметами в СССР в предвоенные годы велась разработка автоматических и самозарядных винтовок.

Первой такой винтовкой, пущенной в серийное производство, стала автоматическая винтовка Симонова АВС-36. Ее автоматика работала за счет энергии пороховых газов, отводимых из канала ствола. Канал ствола запирался клином, перемещавшимся в вертикальных пазах ствольной коробки. АВС-36 могла вести одиночный и непрерывный огонь. Магазин был рассчитан на 15 патронов.

Позже АВС-36 была заменена самозарядной винтовкой Токарева СВТ-38 и СВТ-40. СВТ могла вести только одиночный огонь. Автоматика работала за счет отвода пороховых газов, запираение канала ствола осуществлялось перекосом затвора вниз. Магазин СВТ вмещал 10 патронов. После модернизации в 1940 г. вес винтовки снизился на 600 г, были улучшены боевые и эксплуатационные качества. Тем не менее, в 1942 г. СВТ была снята с вооружения из-за повышенной требовательности к качеству ухода, хотя немцы весьма высоко оценили ее качество и вооружали трофейными СВТ снайперов и егерей.

Несмотря на вышеперечисленные разработки, основным оружием пехоты времен Второй мировой войны оставались магазинные винтовки-ветераны, прошедшие не одну войну. Это были модернизированные «трехлинейки» Мосина, немецкие «маузеры», американские «спрингфилды», английские «ли-энфилды».

В ходе войны и особенно после нее стали разрабатываться принципиально новые образцы стрелкового оружия нового поколения.

В СССР в 1943 г. был создан промежуточный патрон калибра 7,62 мм.

После войны в Советском Союзе был объявлен конкурс на разработку оружия под этот патрон.

Молодой конструктор, сержант М. Т. Калашников, представил свою разработку – автомат АК-47. Его автоматика работала за счет энергии газов, отводимых из канала ствола в газовую камеру. Запираение ствола осуществляется поворотом затвора. АК-47 мог вести

автоматический и одиночный огонь. Он выпускался с деревянным (АК) и откидным металлическим прикладом (АКС) для десантников.

Несмотря на конкуренцию со стороны именитых оружейников, основным из которых был С. Г. Симонов, представивший свой самозарядный карабин СКС, Калашников победил в этом конкурсе, и АК-47 после небольших доработок был принят на вооружение Советской Армии.

Позже АК-47 стал основой для семейства пулеметов. Его высокие качества, прежде всего надежность, завоевали ему популярность по всему миру. Его выпускали во многих странах, он стал основой для многих оригинальных разработок: израильского «Галила», американского «Интерармса», югославской «Заставы». Но лучшими бесспорно являются АК советского и российского производства.

В начале 1970-х гг. была произведена существенная модернизация автомата Калашникова под патрон калибра 5,45 мм. Кроме того, сейчас выпускаются автоматы Калашникова так называемой 100-й серии под патроны 7,62 и натовский 5,56 мм.

Основным конкурентом автомата Калашникова являются американские винтовки. После войны это была винтовка М-14 калибра 7,62 мм, а затем выпускающаяся с 1967 г. винтовка М-16 конструктора Ю. Стоунера. М-16 рассчитана под патрон калибра 5,56 мм. Автоматика работает за счет отвода пороховых газов из канала ствола. Газы поступают в газовый канал и через регулятор внутрь ствольной коробки к стеблю затвора. Под их действием стебель движется назад, поворачивая остов затвора и отпирая ствол.

В М-16 широко применялась пластмасса и легкие сплавы. Винтовка имеет хорошую кучность стрельбы и высокую дальность стрельбы. Ее недостатками является низкая прочность и, как следствие, ненадежность.

В конце XX в. стали разрабатываться образцы штурмовых винтовок по так называемой схеме «буллпап». В ней отсутствует приклад как отдельная деталь. Затильник приклада закреплен на задней части ствольной коробки, а рукоятка управления огнем расположена впереди магазина. Такая компоновка уменьшает габариты оружия и повышает кучность стрельбы. Ее недостатком является снижение маскировки стрелка из-за высокого расположения прицела

по отношению к каналу ствола, что заставляет солдата высоко подниматься из-за укрытия.

В послевоенные годы широкое распространение получили пистолеты-пулеметы. Они более компактны, чем их предшественники. Среди наиболее известных моделей можно назвать израильский «узи», чешский «скорпион», немецкий «хеклер-кох».

Большое значение стали придавать снайперским винтовкам. Среди послевоенных разработок нужно отметить советскую снайперскую винтовку Драгунова, немецкие «хеклер-кох» PSG-1 и «маузер» SP-66.

Развитие пистолетов после войны шло в первую очередь по линии увеличения скорострельности и увеличения количества патронов. Были разработаны образцы мощных патронов. Применение пластмасс и легких сплавов позволило снизить массу оружия.

Среди наиболее удачных разработок можно отметить автоматический пистолет Стечкина, который может вести автоматический и одиночный огонь. При необходимости его кобура может присоединяться в качестве приклада. Емкость магазина 20 патронов.

Среди новых российских разработок следует отметить пистолеты «гюрза» и ГШ-18. Они сконструированы под новый мощный патрон калибра 9 мм и имеют емкость магазина 18 патронов.

В последние десятилетия XX в. большую популярность приобрел австрийский пистолет «глок» калибра 9 мм. Его ствольная коробка и рамка полностью выполнены из высокопрочного полимерного материала, выдерживающего температуру от  $-40$  до  $+200$  °С. Пуля «глока» имеет высокое пробивающее и останавливающее действие. Его магазин вмещает 15–17 патронов в зависимости от модели.

Предохранитель «глока» расположен на спусковом крючке и выключается лишь при правильном нажатии на крючок. Пистолет очень надежен. Некоторые модели способны выдерживать до 360 тыс. выстрелов.

Несмотря на появление в XX в. мощных видов оружия массового поражения, ручное огнестрельное оружие не потеряло своего значения как в боевых действиях, так и для самозащиты граждан.

## Рычаг. Простейшие механизмы

Люди давно столкнулись с ограниченностью своих физических возможностей, поэтому всегда стремились возместить ее какими-то техническими решениями.

Одним из первых таких решений стало изобретение рычага. Сейчас невозможно хотя бы приблизительно восстановить время и место первого осознанного применения человеком рычага. Скорее всего, первым рычагом стала палка, при помощи которой люди выдергивали из земли съедобные корни или выворачивали камни. Рычаг – это жесткий стержень, который может свободно поворачиваться относительно неподвижной точки, называемой точкой опоры. Примером рычага могут служить лом, молоток с расщепом, тачка, метла. Системой рычагов является и человеческое тело, в котором точками опоры служат суставы.

Рычаг дал человеку возможность выполнять перемещения, не прилагая иной силы, кроме силы своих мышц и веса своего тела. Количество работы, затрачиваемой на выполнение какого-либо действия, не менялось: выигрыш в силе оборачивался проигрышем в скорости – и наоборот.

В любом рычаге есть точки приложения сил, точка приложения нагрузки, точка опоры. Расстояние по перпендикуляру, опущенному из точки опоры на линию действия силы, называется плечом силы. Для того чтобы рычаг находился в равновесии, необходимо равенство произведений сил на соответствующие им плечи.

В зависимости от расположения точки опоры, точки приложения нагрузки и усилия существуют три вида рычагов. Выигрыш в силе рычага равен отношению расстояния от точки приложения силы к расстоянию от точки приложения нагрузки к точке опоры.

В рычаге первого рода, называемом «коромыслом», опора располагается между точками приложения сил. Для его равновесия необходимо, чтобы силы были направлены в одну сторону. Выигрыш в силе для рычага первого рода больше единицы.

В рычаге второго рода, называемом «тачка», обе силы приложены с одной стороны опоры, но расстояние от точки опоры до точки

приложения силы больше, чем расстояние от точки опоры до точки приложения нагрузки. Для равновесия рычага второго рода необходимо, чтобы силы были направлены в разные стороны. Выигрыш в силе для рычага второго рода больше единицы.

В рычаге третьего рода, «пинцете», точка приложения силы находится между точкой опоры и точкой приложения нагрузки. Поскольку в нем плечо силы меньше плеча нагрузки, то в нем больше единицы выигрыш в скорости.

Теория равновесия рычага под действием силы тяжести была разработана Архимедом. Он уделял рычагам много внимания.

Кроме рычага человек с древних времен использовал другие простые механизмы: наклонную плоскость, блок, ворот, клин и винт.

Наклонная плоскость применяется для перемещения грузов на высоту без их отрыва от плоскости опоры. Примерами наклонной плоскости могут служить лестницы, эскалаторы и пандусы. Выигрыш в силе, который достигается применением наклонной плоскости, равен отношению пройденного пути к высоте, на которую поднялся груз. Поскольку первое расстояние всегда больше второго, то наклонная плоскость дает выигрыш в силе.

Ворот – это два соединенных друг с другом колеса, которые вращаются вокруг общей оси. Он применяется, например, для поднятия ведра с водой из колодца. Ворот является рычагом первого рода, поэтому может давать выигрыш как в силе, так и в скорости. Это зависит от радиуса колес, к которым прилагается нагрузка и усилие.

Блок представляет собой колесо, по окружности которого проходит желоб, предназначенный для цепи или каната. Блок предназначен для подъема грузов. Одиночный блок может иметь закрепленную ось (уравнительный блок) либо быть подвижным.

Уравнительный блок представляет собой рычаг первого рода с точкой опоры на оси. Плечо усилия и плечо нагрузки равны радиусу блока, поэтому выигрыш в силе и скорости равны единице.

В подвижном блоке нагрузка расположена между точкой опоры и усилием, поэтому это – рычаг второго рода. Плечо нагрузки равно радиусу блока, плечо усилия равно его диаметру. Для подвижного блока выигрыш в силе равен двум. Уравнительные и подвижные блоки можно сочетать для увеличения выигрыша в силе.

Система блоков и канатов, предназначенная для повышения грузоподъемности, называется полиспастом.

Клин, по сути, является сдвоенной наклонной плоскостью. Но если наклонная плоскость является неподвижной, а груз движется по ней, то клин, наоборот, входит в место приложения нагрузки. Выигрыш в силе, получаемый при помощи клина, равняется отношению длины к толщине более широкого конца. Расклинивающая сила, действующая в направлении, перпендикулярном движению клина, может превосходить продольную в 4–5 раз. Клин применяется в инструментах, производящих откалывающее и режущее действия (топор, нож, швейная игла), или в качестве регулирующего элемента. Клиновые соединения применяются для зажима деталей. Кроме того, клин служит для передачи поступательного движения под углом.

Винт – это наклонная плоскость-резьба, многократно обернутая вокруг цилиндра. В зависимости от направления наклона резьба может быть левой и правой. Резьба на винте и сопрягающейся детали должна совпадать. Примерами простых механизмов, в которых применяется винтовая резьба, являются болт и гайка, тиски, домкрат. Резьба, как разновидность наклонной плоскости, дает выигрыш в силе. Выигрыш в силе равен отношению расстояния, которое проходит точка приложения силы за один оборот, к расстоянию, которое проходит нагрузка по оси винта. Расстояние между двумя соседними витками называется шагом резьбы.

Иногда простыми механизмами называют лишь рычаг и наклонную плоскость. Блок и ворот считают разновидностями рычага, а клин и винт – наклонной плоскости.

Более сложные механизмы, созданные человечеством в ходе развития техники, представляют собой вариации и сочетания вышеперечисленных простых механизмов.

## Синтетические волокна

На протяжении тысячелетий человечество использовало для своих нужд природные волокна растительного (лен, хлопок, пенька) и животного (шерсть, шелк) происхождения. Кроме того, применялись и минеральные материалы, например асбест.

Ткани, производимые из этих волокон, шли на изготовление одежды, технические нужды и т. п.

В связи с ростом населения Земли натуральных волокон стало не хватать. Именно поэтому возникла потребность в их заменителях.

Первую попытку получить искусственным путем шелк предпринял в 1855 г. француз Одемар на основе нитроцеллюлозы. В 1884 г. французский инженер Г. Шардоне разработал метод получения искусственного волокна – нитрошелка, и с 1890 г. было организовано широкое производство искусственного шелка нитратным способом с образованием нитей с помощью фильер. Особенно эффективным оказалось начавшееся в 90-х годах XIX в. производство шелка из вискозы. Впоследствии этот способ получил наиболее широкое распространение, и ныне вискозный шелк составляет примерно 85 % мирового производства искусственного волокна. В 1900 г. мировое производство вискозного шелка составило 985 тонн, в 1930 г. – около 200 тыс. тонн, а в 1950 г. производство вискозного шелка достигло почти 1600 тыс. тонн.

В 1920-х годах было освоено производство ацетатного шелка (из ацетилцеллюлозы). По внешнему виду ацетатный шелк почти неотличим от натурального. Он малогигроскопичен и, в отличие от вискозного шелка, не мнется. Ацетатный шелк широко применяется в электротехнике как изоляционный материал. Позже был открыт способ получения ацетатного волокна чрезвычайно большой прочности (шнур сечением в 1 см<sup>2</sup> выдерживает нагрузку в 10 тонн).

На основе успехов химии на протяжении XX в. в СССР, Англии, Франции, Италии, США, Японии и других странах была создана мощная промышленность искусственного волокна.

Накануне Первой мировой войны во всем мире производилось всего 11 тыс. тонн искусственного волокна, а спустя 25 лет

производство искусственного волокна оттеснило производство натурального шелка. Если в 1927 г. производство вискозного и ацетатного шелка составляло около 60 тыс. тонн, то в 1956 г. мировая продукция искусственных – вискозных и ацетатных – волокон превысила 2 млн тонн.

Разница между натуральным, искусственным и синтетическим волокнами состоит в следующем. Природное (натуральное) волокно полностью создано самой природой, искусственное волокно сделано руками человека, а синтетическое – создано человеком на химических заводах. При синтезе синтетических волокон из более простых веществ получают более сложные высокомолекулярные соединения, тогда как искусственные материалы образуются за счет разрушения значительно более сложных молекул (например, молекул клетчатки при получении метилового спирта путем сухой перегонки древесины).

В 1935 г. американским химиком У. Карозерсом был открыт нейлон – первое синтетическое волокно. Карозерс сначала работал бухгалтером, но позже заинтересовался химией и поступил в Иллинойский университет. Уже на третьем курсе ему поручили читать лекции по химии. В 1926 г. Гарвардский университет избирает его профессором органической химии.

В 1928 г. в судьбе Карозерса произошел резкий поворот. Крупнейший химический концерн «Дюпон де Немур» пригласил его возглавить лабораторию органической химии. Ему создали идеальные условия: большой штат сотрудников, самое современное оборудование, свободу в выборе тематики исследований.

Это было связано с тем, что за год до этого концерн принял стратегию на теоретические исследования, полагая, что они в конце концов принесут значительную практическую пользу, а следовательно, и прибыль.

Так и случилось. Лаборатория Карозерса, исследуя полимеризацию мономеров, после трех лет упорной работы добивается выдающегося успеха – получает полимер хлоропрена. На основе его в 1934 г. концерн «Дюпон» начал промышленное производство одного из первых видов синтетического каучука – полихлоропрена (неопрена), по своим качествам способного с успехом заменить дефицитный натуральный каучук.

Однако главной целью своих исследований Карозерс считал получение такого синтетического вещества, которое можно было бы превращать в волокно. Используя метод поликомпенсации, которым он занимался еще в Гарвардском университете, Карозерс в 1930 г. получил в результате взаимодействия этиленгликоля и себациновой кислоты полиэфир, который, как выяснилось позже, легко вытягивался в волокно. Это было уже большим достижением. Однако практического применения это вещество не могло иметь, так как легко размягчалось от горячей воды.

Дальнейшие многочисленные попытки получить коммерческое синтетическое волокно оказались безуспешными, и Карозерс решил прекратить работу в этом направлении. Руководство концерна согласилось закрыть программу. Однако заведующий химическим отделом воспротивился такому исходу дела. С большим трудом он убедил Карозерса продолжить исследования.

Заново обдумывая результаты своей работы в поисках новых путей ее продолжения, Карозерс обратил внимание на недавно синтезированные полимеры, содержащие в молекуле амидные группы – полиамиды. Этот выбор оказался исключительно плодотворным. Опыты показали, что некоторые полиамидные смолы, протиснутые через фильеру, сделанную из тонкого медицинского шприца, образуют нити, из которых можно изготавливать волокно. Применение новых смол казалось весьма многообещающим.

После новых экспериментов Карозерс и его помощники 28 февраля 1935 г. получили полиамид, из которого можно было вырабатывать прочное, упругое, эластичное, водостойчивое волокно. Эта смола, выделенная в результате реакции гексаметилендиамина с адипиновой кислотой, с последующим нагреванием в вакууме полученной соли (АГ), была названа «полимер 66», так как исходные продукты содержали по 6 атомов углерода. Поскольку над созданием этого полимера трудились одновременно в Нью-Йорке и Лондоне, то волокно из него получило название «нейлон» – по начальным буквам этих городов. Специалисты-текстильщики признали его пригодным для коммерческого производства пряжи.

В течение двух следующих лет ученые и инженеры «Дюпона» разрабатывали в лабораторных условиях технологические процессы

производства промежуточных продуктов полимера и нейлоновой пряжи и конструировали опытно-заводскую химическую установку.

16 февраля 1937 г. нейлон был запатентован. После многих опытных циклов в апреле 1937 г. было получено волокно для экспериментальной партии чулок. В июле 1938 г. было завершено строительство опытного предприятия.

29 апреля 1937 г., через три дня после того как Карозерсу исполнился 41 год, он ушел из жизни, приняв цианистый калий. Выдающегося исследователя преследовала навязчивая идея, что он не состоялся как ученый.

Разработка нейлона обошлась в 6 млн долларов, дороже, чем любой другой продукт общественного пользования. (Для сравнения: на разработку телевидения США потратили 2,5 млн долларов.)

Внешне нейлон напоминает натуральный шелк и приближается к нему по химическому строению. Однако по своей механической прочности нейлоновое волокно превосходит вискозный шелк примерно в три раза, а натуральный – почти в два раза.

Компания «Дюпон» длительное время строго охраняла секрет производственного процесса нейлона. И даже сама изготавливала необходимое для этого оборудование. Как сотрудники, так и оптовые продавцы товара обязательно давали подписку о неразглашении информации, касающейся «нейлоновых секретов».

Первым коммерческим изделием, поступившим на рынок, стали зубные щетки с нейлоновой щетиной. Их выпуск начался в 1938 году. Нейлоновые чулки были продемонстрированы в октябре 1939 г., а с начала 1940-го в г. Вилмингтон стало производиться нейлоновое волокно, которое трикотажные фабрики покупали для изготовления чулок. Благодаря взаимной договоренности торговых фирм чулки конкурирующих между собой производителей появились на рынке в один день: 15 мая 1940 года.

Массовое производство изделий из нейлона началось только после Второй мировой войны, в 1946 году. И хотя с тех пор появились многие другие полиамиды (капрон, перлон и др.), нейлон все еще широко применяется в текстильной промышленности.

Если в 1939 г. мировое производство нейлона составило лишь 180 тонн, то в 1953 г. оно достигло 110 тыс. тонн.

Из нейлоновой пластмассы в 50-е годы прошлого века изготавливали судовые лопастные винты для судов малого и среднего тоннажа.

В 40–50-е годы XX в. появились и другие синтетические полиамидные волокна. Так, в СССР был наиболее распространен капрон. В качестве исходного сырья для его производства используется дешевый фенол, вырабатываемый из каменноугольной смолы. Из 1 т фенола можно получить около 0,5 т смолы, а из нее изготовить капрон в количестве, достаточном для изготовления 20–25 тыс. пар чулок. Капрон получают и из продуктов переработки нефти.

В 1953 г. впервые в мире в СССР в опытно-промышленном масштабе была осуществлена реакция полимеризации между этиленом и четыреххлористым углеродом и получен исходный продукт для промышленного производства волокна энант. Схема его производства была разработана коллективом ученых под руководством А. Н. Несмеянова.

По основным физико-механическим свойствам энант не только не уступал другим известным полиамидным волокнам, но и во многом превосходил капрон и нейлон.

В 50–60-е гг. прошлого века началось производство полиэфирных, полиакрилонитрильных синтетических волокон.

Полиэфирные волокна формируются из расплава полиэтилен-терефталата. Они обладают превосходной термостойкостью, сохраняя 50 % прочности при температуре 180 °С, огнестойки и атмосферостойки. Устойчивы к действию растворителей и вредителей: моли, плесени и т. п. Нить из полиэфирных волокон используется для изготовления транспортерных лент, приводных ремней, канатов, парусов, рыболовных сетей, шлангов, в качестве основы для шин. Моноволокно применяется для производства сетки для бумагоделательных машин, струн для ракеток. В текстильной промышленности нить из полиэфирных волокон идет на изготовление трикотажа, тканей и т. п. К полиэфирным волокнам относится лавсан.

Полиакрилонитрильные волокна по своим свойствам близки к шерсти. Они устойчивы к действию кислот, щелочей, растворителей. Их применяют для изготовления верхнего трикотажа, ковров, тканей для костюмов. В смеси с хлопком и вискозным волокном полиакрилонитрильные волокна используют для изготовления белья,

гардин, брезентов. В СССР эти волокна выпускались под торговым названием нитрон.

Многие синтетические волокна получают путем продавливания расплава или раствора полимера через фильеры диаметром от 50 до 500 микрометров в камеру с холодным воздухом, где происходит отверждение и превращение струек в волокно. Непрерывно образующуюся нить наматывают на бобину.

Отверждение ацетатных волокон происходит в среде горячего воздуха для испарения растворителя, а отверждение вискозных волокон – в осадительных ваннах со специальными жидкими реагентами. Вытяжка волокон на бобинах при формировании применяется для того, чтобы цепные полимерные молекулы приняли более четкий порядок.

На свойства волокон влияют разными методами: изменением скорости выдавливания, состава и концентрации веществ в ванне, меняя температуру прядильного раствора, ванны или воздушной камеры, варьируя размеры отверстия фильер.

Важной характеристикой прочностных свойств волокна является разрывная длина, при которой волокно разрывается под действием собственной тяжести.

У природного хлопкового волокна она изменяется от 5 до 10 км, ацетатного шелка – от 12 до 14, натурального – от 30 до 35, вискозного волокна – до 50 км. Волокна из полиэфиров и полиамидов имеют большую прочность. Так у нейлона разрывная длина доходит до 80 км.

Синтетические волокна потеснили натуральные во многих областях. Общий объем их производства практически сравнялся.

## Системы измерений

Русская народная пословица гласит: «Без меры и лаптя не сплетешь».

Люди давно столкнулись с необходимостью измерять длину тел, их вес и объем. Для этого требовалось создать системы измерений.

Для измерения длины применялись параметры разных частей человеческого тела. Так появились фут (ступня), пядь (длина ладони), локоть (расстояние от кончиков пальцев до локтя). А распространенный в англоязычных странах ярд получили, по одной из версий, измерив у одного английского короля расстояние от кончика носа до среднего пальца вытянутой руки.

С развитием связей между различными городами и странами стали возникать различные единицы измерения расстояния. Поскольку в то время не требовалась большая точность, расстояние измерялось во времени, за которое его может преодолеть пеший или конный человек, а также караван с товаром. Были и совсем курьезные, на современный взгляд, меры, например, на какое расстояние слышен лай собаки или количество выкуренных за время передвижения трубок.

В Вавилоне существовала такая мера длины как стадий. Он равнялся расстоянию, которое проходит человек спокойным шагом за время восхода солнца. Это равнялось примерно 185–195 метрам. Там же, в Вавилоне, была принята 60-ричная система счета. В частности, вавилоняне разделили расстояние, которое проходит Солнце по небосводу за день, на 180 частей, поскольку диск Солнца помещается в нем ровно 180 раз. Именно отсюда ведет свое начало деление окружности на 360 градусов.

Единицей площади в Древнем Риме был югер – участок, который могла вспахать за день пара волов.

Меры веса охватывали диапазон от аптечного грана (62,2–64,8 миллиграмма) до тонны (от лат. «бочка») – от 907 до 1016 кг. Одной из наиболее распространенных мер веса стал фунт. Его величина в различных странах колебалась от 317,62 грамма до 516 граммов.

В Киевской Руси существовала не только стройная система мер, но и государственный контроль за правильным их соблюдением.

Самыми древними мерами длины на Руси были локоть и сажень. Существовали прямая и косая сажень. Прямая определялась размахом рук человека между кончиками пальцев и равнялась либо 152, либо 176 см. Косая определялась расстоянием от пальцев ноги до конца пальцев разноименной руки. В XVII в. в употребление вошел аршин – треть сажени, в свою очередь состоявший из 16 вершков. В 1835 г. размер сажени был определен в 7 футов, или 84 дюйма, что равнялось 213,36 сантиметра.

Мерой сыпучих тел на Руси была кадь, представлявшая собой большую бочку, в которой помещалось 14 пудов ржи. Ее четвертая часть называлась четверть. Та, в свою очередь, состояла из 64 гарнцев, а гарнец равнялся примерно 3–5 литрам. Мерами жидкости были ведро и бочка (40 ведер).

Мерами веса были гривна (409 граммов), пуд (16 килограммов), берковец (10 пудов), ласт (72 пуда).

В XVIII в. была окончательно установлена величина версты в 500 сажений, или 1066,8 метра. Мерой площади была десятина, равная десятой части версты.

В Западной Европе в качестве меры длины применялись дюйм (2,54 см), фут (12 дюймов, или 30, 48 см). Расстояние измеряли в милях. Существовало несколько разновидностей мили. Уставная сухопутная в США и Великобритании равнялась 1,609 км. Морская международная миля равнялась 1,852 км и делилась на 10 кабельтовых. Морская миля в Великобритании равнялась 1,8532 км. Русская миля равнялась 7 верстам, или 7,468 км. В Великобритании и США 3 мили равнялись 1 лиге. Сухопутная лига равнялась 4,828 км, морская – 5,556 км. Во Франции было распространено лье. Сухопутное лье равнялось 4,444 км, морское – 5,556 км.

В Европе и США существовало много различных мер массы и объема. Так, для измерения небольших масс применялась унция, равная 28,35 граммов. Единицей объема и вместимости служил галлон. 1 галлон жидкости в Великобритании равнялся 4,546 литра, в США – 3,783 литра. Кроме того, в США существовал галлон для сыпучих веществ, равный 4,405 литра. Галлон состоял из 4 кварт и 8 пинт. Кроме галлона единицей объема служил бушель, равный в Великобритании 36,37 литра, в США – 35,24 литра.

С развитием науки появлялась необходимость в измерении новых величин. После открытия Торричелли атмосферного давления в 40-х годах XVII в. начались работы по созданию прибора для его измерения. В середине XVII в. такой прибор был создан. Р. Бойль назвал его сначала бароскопом, затем барометром. Атмосферное давление в нем измеряется в миллиметрах ртутного столба.

В конце XVI в. Галилео Галилей решил использовать для измерения температуры свойство жидкости подниматься в тонкой трубке при нагревании. Этот прибор он назвал термоскопом. Позже такие приборы получили название термометров. В XVII в. применяли спиртовые термометры.

В 1665 г. голландский физик Христиан Гюйгенс и англичанин Роберт Гук впервые предложили использовать в качестве точек отсчета температурной шкалы точки таяния льда и кипения воды.

В 1714 г. Фаренгейт изобрел ртутный термометр. Его шкала была разбита на 180 делений. Точка плавления льда соответствовала 32 градусам, а точка кипения воды – 212 градусам тепла. Шкала Фаренгейта до сих пор распространена в англоязычных странах.

В 1730 г. спиртовой термометр был сконструирован французом Реомюром. Он разбил отрезок от точки плавления льда до точки кипения воды на 80 делений. В 1741 г. астроном Упсальской обсерватории (Швеция) Андерс Цельсий изготовил для обсерватории термометр, оснастив его оригинальной шкалой. Ее нулевое деление соответствовало точке кипения воды, а сотое – точке таяния льда. После смерти Цельсия его преемник Мартин Штремер внес в изобретение Цельсия одно усовершенствование: он перевернул шкалу «вверх ногами». В XVIII в. эту шкалу называли термометром Штремера до тех пор, пока химик Берцеллиус в своем «Учебнике химии» ошибочно не назвал ее «цельсиевой». Эта ошибка и закрепилась с тех пор во всем мире.

В конце XVIII в. после Великой французской революции во Франции была создана метрическая система мер. Она была десятичной. В основу этой системы по предложению комиссии, состоящей из крупнейших французских ученых (Ж. Борда, Ж. Кондорсе, П. Лаплас, Г. Монж), был положен метр – десятиmillionная часть длины парижского меридиана. Такое решение было обусловлено стремлением положить в основу системы легко

воспроизводимую «естественную» единицу длины, связанную с практически неизменным природным объектом.

Первоначально в метрическую систему кроме метра входили следующие единицы: площади – квадратный метр, объема – кубический метр и массы – килограмм (масса 1 куб. дециметра воды при 4 °С), вместимости – литр, то есть 1 куб. дециметр, площадь земельных участков – ар (100 кв. метров) и тонна (1000 килограммов).

Для образования наименований кратных и дольных единиц были приняты приставки кило, гекто, дека, деци, санти и милли.

Декрет о введении метрической системы мер во Франции был принят 7 апреля 1795 г. В 1799 г. был изготовлен и утвержден платиновый прототип метра.

В 1875 г. 17 стран, среди которых была и Россия, подписали метрическую конвенцию для обеспечения международного единства и усовершенствования метрической системы.

Инициатором введения метрической системы в России был Д. И. Менделеев. В 1892 г. он возглавил Главную палату мер и весов. На этом посту он решал вопросы, связанные с системами мер, возникавшие в ходе развития промышленности и торговли. Под его руководством были восстановлены и переведены в метрическую меру прототипы российских аршина и фунта. В 1899 г. метрическая система мер была допущена к применению в России в необязательном порядке.

В качестве обязательной метрическая система была введена декретом Совнаркома РСФСР от 14 сентября 1918 г., а для СССР – постановлением Совнаркома СССР от 21 июля 1925 года.

На базе метрической системы единиц возник целый ряд частных систем единиц. Они применяются лишь в отдельных отраслях науки и техники.

В XX в. существовали разные системы единиц, основанные на метрической системе, например СГС (сантиметр, грамм, секунда). Они плохо увязывались друг с другом. Поэтому в 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам была принята Международная система единиц SI (в русской транскрипции СИ). В ней 7 основных единиц: метр, килограмм, ампер, кельвин, кандела, моль, а также дополнительные единицы: плоского угла – радиан и телесного угла – стерadian.

Создание систем единиц измерения помогло развитию торговли, науки и техники.

## Соединения деталей

подавляющее большинство изобретений, описанных в этой книге, было бы невозможно, если бы их детали, узлы и агрегаты не соединялись бы между собой.

В данной статье мы рассмотрим основные виды соединений.

Соединения деталей делятся на разъемные и неразъемные.

Одним из наиболее распространенных видов разъемных соединений являются резьбовые соединения. Как уже указывалось в статье «Рычаг. Простейшие механизмы», резьба представляет собой наклонную плоскость, многократно обернутую вокруг цилиндра. Она состоит из нарезки – чередующихся канавок и выступов постоянного сечения, образованных на поверхности детали.

Долгое время резьбовые соединения выполнялись вручную и могли иметь совершенно произвольную нарезку. Сопрягаемые детали подгонялись друг к другу и не могли применяться в паре с другими деталями, что затрудняло ремонт оборудования.

Положение улучшилось с усовершенствованием в конце XIX в. Г. Модели токарно-винторезного станка. Это улучшило нарезку винтов. Позже появились стандарты на резьбовые соединения.

Форма поверхности, на которой образована винтовая нарезка, может быть цилиндрической и конической. По направлению движения резьбового контура различают правую и левую резьбу.

В зависимости от профиля (контура сечения канавок и выступов) резьба может быть треугольной, трапециевидной, упорной, круглой, прямоугольной.

Резьбовые соединения бывают болтовые, винтовые, шпилечные, при помощи шурупов.

В болтовом соединении болт – стержень с резьбой и четырех- или шестигранной головкой – вставляется в отверстия соединяемых деталей. На резьбу накручивается гайка. Между гайкой и деталью для герметичности соединения или увеличения площади опоры может помещаться шайба. Чтобы соединяемые детали не развинтились от вибрации, могут применяться контргайки (две навинченные гайки),

шплинты (проволочные стержни, согнутые вдвое), которые вставляются в сквозное отверстие в болте.

Винтовое соединение не нуждается в гайке. Винт представляет собой стержень с резьбой и головкой. Головка служит для прижатия соединяемых деталей и может быть шестигранной, четырехгранной или круглой. Для закручивания винта может использоваться гаечный ключ или отвертка, для которой в головке винта делается прямой или крестообразный шлиц. Сопрягаемая резьба делается в самой детали.

Для соединения деревянных деталей и других деталей из мягких материалов применяются шурупы – винты, резьбовая часть которых имеет коническую форму. Головка шурупов может быть плоской (потайной) или иметь сферическую форму. Для завинчивания на ней делается прямой или крестообразный шлиц.

Шпилька представляет собой стержень с резьбой на обоих концах. Конец шпильки ввинчивается в одну из соединяемых деталей, а вторая деталь прижимается к первой путем навинчивания гайки на другой конец шпильки. Иногда гайки навинчиваются на оба конца шпильки.

Для соединения шкивов, зубчатых колес и других вращающихся деталей с валами применяются шпоночные и шлицевые соединения.

Шпонка представляет собой призматический или клинообразный брусок. Она входит в пазы, расположенные на валу и в детали. Шпонки делятся на затяжные (посаженные с натягом) и незатяжные шпонки. Затяжная шпонка способна передавать окружную и осевую силы, а незатяжная – только окружную.

Для передачи больших усилий применяется шлицевое соединение. Оно осуществляется при помощи выступов (зубьев), равномерно расположенных на валу, и соответствующих им впадин (шлицев) в отверстии детали.

Среди неразъемных соединений следует выделить сварное соединение, соединение при помощи пайки и клепки.

При пайке твердые материалы соединяются при помощи специальных составов – припоев. Припой изготавливается на основе свинца, олова, меди и других металлов. Они имеют более низкую температуру плавления, чем соединяемые материалы. Расплавленный припой заполняет зазор между соединяемыми деталями, при этом происходит взаимное растворение и диффузия основного материала и припоя.

При помощи пайки соединяются сталь, чугун, стекло, графит, керамика, синтетические материалы. Чаще всего пайка применяется для соединения металлов. Ее условно делят на пайку твердыми и мягкими припоями. При пайке твердыми припоями место соединения нагревается при помощи газовой горелки, электрической дуги, токов высокой частоты. Пайка мягкими припоями осуществляется паяльниками, газовыми горелками, путем погружения в ванны с расплавленным припоем.

При помощи заклепок в основном соединяют изделия из листового и профильного проката. Для этого в соединяемых деталях проделываются совпадающие отверстия. В них вставляются заклепки, представляющие собой круглый стержень с заранее изготовленной закладной головкой на одном конце. Заклепки изготавливаются из стали, меди, алюминия, латуни и других материалов, чья пластичность позволяет формировать головки. После того, как заклепка вставляется в отверстие, путем расклепывания стержня формируется замыкающая головка.

Заклепочное соединение может выполняться внахлестку, когда соединяемые детали накладываются друг на друга, и встык, при помощи накладок. Долгое время, вплоть до 1930-х годов, заклепочные соединения были основными в машиностроении, судостроении, мостостроении – там, где требовалась большая прочность соединений.

Основным недостатком заклепочных соединений была большая трудоемкость. Постепенно они были вытеснены сварными и клеевыми соединениями.

Сейчас при помощи заклепок соединяют материалы, которые нельзя сваривать и нагревать, а также тонкостенные материалы. Заклепочные соединения используются в самолетостроении, в производстве автобусов и троллейбусов, в соединениях, которые работают при больших нагрузках и в условиях ударных и вибрационных нагрузок.

## Сотовая связь

В 1908–1910 гг. американские военные провели ряд экспериментов по беспроводной связи для проверки возможности использования радиотелефонии в армейских каналах связи.

После начала в 1920-е годы коммерческого радиовещания радиостанции прерывали работу, чтобы сообщить полицейским о совершившемся преступлении. Полицейские патрули, оснащенные переносными рациями, могли оперативно отреагировать на сообщение.

В 1921 г. в США была создана диспетчерская система подвижной телеграфной связи. Сообщения полицейским патрулям передавались азбукой Морзе, после чего те связывались с участком по обычному телефону. Эта система была односторонней и охватывала только полицию. Оборудование не имело никакой связи с проводной телефонной связью.

Созданная в 1934 г. в США Федеральная комиссия связи (ФКС) кроме телефонной связи занималась распределением радиочастот. В первую очередь их получали спасательные службы и общественные компании. Кроме них частоты получали службы такси, компании по перевозке грузов и т. п. Индивидуальная мобильная радиотелефония использовала большие блоки частот. ФКС не распределяла частных или индивидуальных радиотелефонных каналов вплоть до окончания Второй мировой войны.

Монополист телефонного рынка США компания «American telephone and telegraph» (AT&T) не уделяла должного внимания радиотелефонной связи. Такая связь должна быть совместимой с остальной сетью и приносить прибыль. Из-за малого количества доступных частот количество ее клиентов было бы ограниченным. А потому ФКС препятствовала развитию мобильной телефонии, задерживая развитие этой технологии.

Идея сотовой телефонной связи появилась у компании «AT&T Bell Labs» в 1946 году. Тогда в городе Сент-Луисе был создан первый в мире радиотелефонный сервис – гибрид телефона и радиопередатчика. С помощью установленной в машине радиостанции можно было

передать сигнал на автоматическую телефонную станцию и совершить обычный телефонный звонок. Звонок на радиотелефон был более сложным: абоненту необходимо было позвонить на телефонную станцию и сообщить номер телефона, установленного в машине.

Одновременный разговор был невозможен: связь происходила как в обычных радиостанциях – для разговора было необходимо нажать кнопку, а для того чтобы услышать ответное сообщение, требовалось ее отпустить. Радиотелефоны работали в диапазоне 150 МГц на 6 каналах с расстоянием между каналами 60 кГц. Центральный передатчик мог обслуживать радиотелефоны, находящиеся на значительном расстоянии. Ответный сигнал автомобильного передатчика не всегда достигал базовой станции из-за малой мощности. Для переадресации такого сигнала на принимающий узел требовались принимающие антенны, расположенные на большой территории. Процесс сохранения линии при переходе от одной зоны к другой стал называться «handoff» или «handover».

Для вызова мобильных телефонов центральный передатчик передавал вызовы на одной частоте. Автомобильные телефоны выбирали ближайший приемник из соотношения коэффициента сигнала к шуму и осуществляли передачу на него на другой частоте.

Для связи с мобильным телефоном требовалось позвонить оператору мобильной связи и назвать требуемый телефонный номер машины. Оператор посылал сигнал с терминала радиоконтроля, и в машине звучал звонок. Абонент отвечал по своему телефону, сигнал шел к ближайшему приемнику, с него на центральную антенну и поступал к вызывающему по телефонным проводам.

Для вызова из машины абонент поднимал трубку телефона и нажимал кнопку «разговор». Как только мобильное устройство подавало сигнал, открывались все приемники, установленные в городе. Мобильная телефонная служба собирала все сигналы в единый сигнал, усиливала и посылала в распределительный пункт. Это делало возможным роуминг (англ. «бродяжничество») между различными районами.

В этой системе связи применялись фиксированные каналы. Если один канал был занят, производилось ручное переключение на свободный канал. Позже появилась функция автоматического выбора свободного канала. В 1957–1958 гг. советские ученые Б. П. Терентьев,

В. В. Шахгильдян и А. А. Ляховкин предложили и осуществили так называемые транкинговые системы подвижной связи, в которых любой абонент имел свободный доступ к любому незанятому каналу.

Радиотелефоны первоначально предназначались для использования только полицейскими. Но после того как система доказала свою работоспособность, появилась идея сделать ее доступной всем желающим. Для получения соответствующих разрешений от Федеральной комиссии связи потребовался 21 год. Комиссия объясняла свою медлительность тем, что массовое использование радиоканалов может оказать негативное влияние на уже существовавшие линии мобильной связи, например на линии, использовавшиеся полицией и авиадиспетчерами, а также создавать помехи радио- и телепередачам.

Популярность мобильной связи росла. Многие производители радиотехники стали выпускать аппаратуру для ее обслуживания. Но, несмотря на большую потребность, при ее разработке возникали большие проблемы. Аппаратура была громоздкой, ею было неудобно пользоваться. Производители ограничивали выпуск автомобильными радиотелефонами, поскольку носить с собой телефон массой 30–40 кг без аккумулятора было невозможно.

Другой проблемой была ограниченность частотного ресурса. В определенном частотном диапазоне нельзя было бесконечно увеличивать число фиксированных частот, и радиотелефоны с рабочими каналами, близкими по частоте, создавали взаимные помехи. Радиоволны большой длины распространялись на большие расстояния, а мощные передатчики обеспечивали мобильным устройствам широкий диапазон работы. Все это не позволяло использовать телефонным компаниям несколько своих каналов в близлежащих городах. Для повторного использования частоты требовалось расстояние между системами, по меньшей мере, 100 км.

В 1947 г. АТ&Т наладила радиотелефонное обслуживание на автостраде Нью-Йорк – Бостон. Передача велась в диапазоне 35–44 МГц. В ходе работы системы часто происходили накладки с другими службами, и после 5 лет эксплуатации эта служба закрылась из-за недостатка клиентов.

В этом же году сотрудник «АТ&Т Bell Labs» Д. Ринг выдвинул идею сотового принципа организации сетей мобильной связи. В таких

сетях зоны обслуживания отдельных базовых станций образуют соты, размер которых определяется плотностью абонентов сети на данной территории. Частотные каналы, которые используются одной станцией, повторно распределяются по определенной схеме для работы других станций той же сети. Это обеспечивало высокую эффективность использования отведенных частот.

Находясь в сотовой сети, абонент мог поддерживать постоянную связь как с мобильным абонентом, так и с абонентом проводной телефонной связи, перемещаясь в зонах действия разных базовых станций. Сотовые сети могут охватывать большие территории, и абонент, находясь в зоне действия одной станции, может связываться с другим абонентом независимо от их взаимного расположения (роуминг). Основным отличительным признаком сотовой связи от обычной мобильной – повторное использование частоты.

Эта идея воплотилась в сотовых сетях общего пользования спустя много лет. В стандартной же мобильной связи при наличии 6 каналов нельзя было обслужить одновременно более 250 человек.

В 1947 г. АТ&Т запросила у ФКС добавочные частоты. Годом позже ФКС распределила некоторое число добавочных каналов, но половину из них передала другим каналам, намеревавшимся предоставлять мобильные услуги.

В 1948 г. в Ричмонде начала действовать первая полностью автоматизированная служба радиотелефонии. АТ&Т в этом отношении отстала на 16 лет.

Лидерами европейской сотовой связи были компании «Эрикссон» и «Маркони». В 1951 г. в Стокгольме была испытана автоматическая мобильная телефонная система, разработанная сотрудником Шведской Сети связи С. Лауреном. В середине 50-х гг. на дорогах Европы появились первые телефонизированные автомобили. Телефон состоял из приемника, передатчика и логического устройства, находившихся в багажнике автомобиля, а также номеронабирателя и телефонной трубки, расположенных на щитке, прикрепленном к спинке переднего сиденья. Радиотелефон питался от автомобильного аккумулятора.

В 1962 г. в СССР была разработана система правительственной спецсвязи «Алтай». Радиально-зоновая сеть обеспечивала подвижность в пределах огромных сот. Небольшое количество абонентов позволяло не заботиться об экономии частотного ресурса.

Аппаратура для «Алтая» изготавливалась на Воронежском радиозаводе «Сигнал».

В 1956 г. «Bell System» стала оказывать услуги ручной радиотелефонной связи в диапазоне 450 МГц. Это было сделано для уменьшения тесноты на частотах.

В 1968 г. ФКС решила удовлетворить запрос АТ&Т о выделении добавочных частот начиная с 1970 г. В 1971 г. АТ&Т представила в ФКС описание архитектуры сотовой связи, основанной на многократном использовании частот.

В 1969 г. АТ&Т запустила коммерческую сотовую систему с применением многократного использования частот. Эта сеть предоставляла услуги связи с использованием таксофонов пассажирам поездов, курсировавших между Нью-Йорком и Вашингтоном. Она использовала 6 каналов в диапазоне 450 МГц. Номиналы частот периодически повторялись в 9 зонах. Протяженность линии составляла 362 км.

К началу 1970-х гг. сотовые телефоны стали значительно легче: они весили 12–14 кг.

Основная борьба по созданию компактного сотового телефона шла между «АТ&Т Bell Labs» и компанией «Моторола». Сотрудники последней должны были продемонстрировать руководству ФКС возможность создания сетей сотовой связи, чтобы получить право на свободные частоты.

3 апреля 1973 года вице-президент компании «Моторола» М. Купер позвонил с нью-йоркской улицы в офис компании-конкурента «АТ&Т Bell Labs» и попросил к телефону главу исследовательского отдела Дж. Энгеля. Купер держал в руках первый образец действующего мобильного телефона и стоял вблизи базовой станции, установленной на одном из нью-йоркских небоскребов. После этого Купер на пресс-конференции, организованной компанией «Моторола», сообщил о достигнутом успехе журналистам.

Первый сотовый телефон назывался «Дина-ТАС». Его размеры достигали 22,5 см в длину, 12,5 см в ширину при толщине 3,75 см. Вес аппарата составлял 1,15 кг. На его передней панели было 10 цифровых клавиш, кнопка вызова и кнопка прекращения разговора.

Несмотря на успехи, Федеральная комиссия связи не позволяла создавать коммерческие сотовые сети.

В мае 1978 г. в Бахрейне началась эксплуатация первой в мире коммерческой системы сотовой связи. Она включала в себя 2 соты, работавших в диапазоне 400 МГц на 20 каналах и обслуживала 250 абонентов. Эта система работала на оборудовании японской фирмы «Мацусита электрик».

В июле 1978 г. AT&T развернула аналоговую сеть сотовых телефонов в районе Чикаго. После первых проб в декабре 1978 г. началось испытание с коммерческими клиентами. Эта сеть состояла из специального компьютера, интегрированных цепей, системы переключений и антенн.

В 1979 г. начала свою работу первая сеть сотовой связи в Токио. В 1981 г. в Дании, Швеции, Финляндии и Норвегии была создана Nordic Mobile Telephone System, или NMT-450. В этом же году начала работу первая сеть в Саудовской Аравии.

В 1983 г. сеть в Чикаго была пущена в коммерческую эксплуатацию. В декабре этого года в свободной продаже появился первый сотовый телефон «Motorola Dyna-TAC 8000х». Он весил 800 граммов и был оснащен светодиодным дисплеем. Несмотря на то, что он стоил 3 995 долларов, очередь на его приобретение составляла тысячи человек.

В 80-е гг. широкое развертывание сетей сотовой связи началось в Европе. Но аналоговые мобильные радиосистемы в Великобритании, ФРГ, Франции и Италии были несовместимы друг с другом. Это побудило к созданию единого европейского стандарта цифровой сотовой связи в диапазоне 900 МГц. Была создана специальная группа Group Special Mobile. Планирование продолжалось несколько лет.

В 1991 г. были созданы первые опытные сети этого стандарта, а затем началось его распространение по всему миру. В 1992 г. первая сеть GSM появилась в Финляндии.

В Украине первый мобильный оператор «Український мобільний зв'язок», или UMC, появился в 1993 г. Он использовал стандарт NMT-450.

В 90-е гг. сотовая связь развивалась быстрыми темпами. Совершенствовались мобильные телефоны, расширялись их возможности. В 1994 г. финская компания «Nokia» создала первый телефон, способный передавать SMS-сообщения.

Сейчас сотовые телефоны предоставляют не только услуги телефонной связи. Они могут использоваться как блокноты, фотоаппараты, видеокамеры, обеспечивают доступ в Интернет и многое другое.

## Спиртные напитки

Внесение в список ста величайших изобретений человечества спиртных напитков кому-то может показаться спорным, у кого-то вызовет ироническую улыбку или недоумение. Некоторые могут привести примеры пагубного влияния алкоголя на человечество в целом.

В ответ на это можно привести слова Омара Хайяма: «Глупец, кто для вина лишь клевету припас». И напомнить, что название неотъемлемой части всех веселящих напитков – спирт, или латинское *spiritus*, переводится на русский как «дух». Как тут не вспомнить слова Екклесиаста: «Доброе вино веселит душу человека».

Говоря серьезно, употребление спиртных напитков давно стало частью культуры многих народов мира. Разве можно представить трапезу француза или итальянца без божоле или кьянти, удалой грузинский пир без рога с «Хванчкарой». Попробуйте убрать из неторопливой беседы немцев или англичан в кафе или пабе запотевшую кружку баварского пива или портера.

Да в конце концов, что такое русский или украинский праздник без «Пшеничной» или «Горшки з перцем»?

Нельзя обойти вниманием и тот факт, что многие лекарственные формы внутреннего и наружного применения приготавливаются на этиловом спирте.

Уникальность именно этилового спирта в том, что он, в отличие от других спиртов, образуется в организме человека при расщеплении и усвоении пищи. То есть существуют ферменты, способные расщеплять его до более простых веществ. Поэтому этиловый спирт в небольших дозах усваивается человеком, а содержащий всего на одну гидроксильную группу меньше этилового метиловый спирт является смертельным ядом.

Следует отметить, что этиловый спирт по-разному расщепляется в организмах представителей разных рас и даже языковых групп. Так, представители славянских, германских и романских народов могут употреблять большое количество алкоголя, а для представителей угрофинских и многих азиатских народов один выпитый стакан водки

может обернуться непреодолимой алкогольной зависимостью на всю жизнь.

Традиционное употребление спиртных напитков в культурах различных народов объясняется не только склонностью их представителей к искусственно вызванному веселью.

Так, вино, широко употребляемое представителями Южной Европы и горных районов (французами, итальянцами, греками, грузинами), помогает уничтожать вредные микроорганизмы, попадающие в организм с едой. Желудочный сок не справляется с этой функцией, поскольку он сильно разбавлен водой, употребляемой в большом количестве из-за жаркого климата. А водка, столь популярная в России и Украине, помогает расщеплять жирную пищу, без которой не обойтись в холодном климате. Таким образом, умеренное употребление водки снимает нагрузку на печень.

Поэтому следует относиться к спиртным напиткам серьезно и без ханжества.

Все спиртные напитки можно разделить по нескольким признакам. Основной – крепость, выраженная в градусах. Наиболее слабыми являются кумыс, пиво, вино. Далее в порядке повышения крепости идут ликеры. И наверху списка – коньяки, виски, джин, водка.

Вторым показателем является щелочная или кислая реакция (рН). К напиткам с кислой реакцией относятся пиво и вино. Коньяк, джин, виски дают щелочную реакцию. И посередине между ними особняком стоит водка. Этот замечательный напиток, приготовленный с соблюдением технологии, имеет нейтральную реакцию.

Скорее всего, первым спиртным напитком, с которым познакомились люди, было виноградное вино. Облагораживание диких сортов винограда в Малой и Передней Азии, а также в Древнем Египте началось примерно 6 тысячелетий назад. Н. И. Вавилов считал основным очагом формирования дикого и культурного сортов винограда Закавказье. Доказательством тому являются древние реликтовые формы винограда, произрастающие по всей Западной Грузии, чего не наблюдается ни в одной стране земного шара.

В античном мире культивировалось около 150 видов винограда. Это было связано с тем, что для каждого вида почв приходилось выводить отдельный сорт.

Виноград доставлялся на давилню в корзинах и бочках. Для получения сока древние римляне производили три прессования винограда. На первой стадии виноград давили ногами, на второй и третьей оставшуюся массу помещали под пресс. Молодое вино для брожения сливали в специальные сосуды – долии, объем которых достигал 1100 литров. Брожение нередко проходило на солнце, а винные погреба отапливались и окуривались. Вино бродило 5–10 лет, после чего разливалось в амфоры. Римляне добавляли в бродящее виноградное сусло смолу, гипс, соль, толченый мрамор и известь. По мнению римлян, это улучшало вкус готового вина.

Древние греки добавляли в вино морскую воду, поскольку считалось, что она «увеличивает» количество вина, которое при этом не теряет своей крепости. Ее брали из самого глубокого места побережья, куда не доходила пресная вода. В эту воду добавляли прокаленную на огне соль до тех пор, пока на поверхности могло плавать куриное яйцо.

Для приготовления вина греки отбирали лучшие кисти винограда и отжимали из них сок. Вино бродило в долях.

Современные вина делятся на белые и красные, те, в свою очередь, могут быть столовыми, сухими и полусладкими. Кроме того, существуют крепленые вина. Также вина делятся на «тихие» и содержащие углекислый газ.

Для приготовления белого вина используются белые сорта винограда, а также те красные и черные сорта, сок которых не окрашен. Виноград пропускается через гребнеотделитель, где он давится и превращается в мезгу. Затем сок (сусло) отделяется от мезги (шкурки и косточки) и поступает в специальные емкости, где он отстаивается и осветляется. В осветленное сусло вносят винные дрожжи, затем его помещают в бродильные емкости. В этих емкостях сусло бродит несколько месяцев при температуре 14–18 °С. Когда брожение, т. е. выделение углекислого газа, прекращается, вино сливают в чистую емкость и закладывают на выдержку в течение примерно трех лет при температуре 10–12 °С.

Красные вина готовятся из красных или черных сортов винограда, сок которых не окрашен, а красящие вещества содержатся в кожуре. Основная задача при производстве красного вина – извлечь красящие

вещества. После дробления сусло не отделяется от мезги, а перерабатывается вместе с ней.

Существует несколько схем переработки винограда для приготовления красных вин.

По одной схеме брожение сусла вместе с мезгой проводится при температуре 28–32 °С вместе с плавающей или погруженной «шапкой», состоящей из кожицы и семян винограда. Под действием углекислого газа кожица всплывает на поверхность и уплотняется. Несколько раз в сутки ее перемешивают для лучшего извлечения красящих и дубильных веществ. После того как вино приобретет необходимую окраску, мезгу отделяют от вина.

Другая схема заключается в том, что мезгу нагревают до 55–60 °С и выдерживают при этой температуре до тех пор, пока сусло не приобретет требуемую окраску. Затем вино охлаждают, прессуют для отделения сусла от мезги и сбраживают по белому способу.

По третьей схеме извлечение красящих и дубильных веществ производится сброженным виноматериалом. С этой целью сусло отделяется от мезги, сбраживается по белому способу. После этого виноматериал подается в экстрактор, где происходит извлечение красящих и дубильных веществ из свежей мезги. Благодаря высокому содержанию спирта экстракция проходит за 8–10 часов.

Приготовленные по вышеприведенным схемам виноматериалы после осветления и получения требуемой окраски сливаются с дрожжевого осадка, перерабатываются и выдерживаются.

Красные и белые вина, полученные путем полного сбраживания натурального виноградного сока, называются столовыми сухими винами. Они содержат 9–14 % (объемных) спирта и не более 0,3 % сахара.

Столовые полусладкие вина получают резким прекращением брожения, когда содержание сахара в сусле уменьшается до 5–6 %. Это осуществляется путем резкого охлаждения, введения больших доз сернистого ангидрида или нагреванием до температуры 80–90 °С с многократной фильтрацией.

Полусладкие вина содержат 9–12 % (объемных) спирта и 3–8 % несброженного сахара.

Наиболее известными сортами белого столового вина являются ркацителли и рислинг, красного – каберне и саперави.

Крепленые вина готовят из винограда, способного к высокому сахаронакоплению при созревании, а также к завяливанию и заизюмливанию при перезревании. Особый аромат этих вин зависит от сорта винограда (например, мускат или токайские) или от способа выделки (херес, малага, портвейн, кагор и др.). Переработка винограда сходна с переработкой для столовых вин. После сбраживания определенной части сахара брожение прекращалось путем крепления – внесения чистого этилового спирта.

Крепкие крепленые вина содержат от 17 до 20 % (объемных) спирта и от 1 до 14 % сахара. К ним относятся портвейн, мадера, херес и др. Десертные крепленые вина могут содержать 12–17 % спирта. По содержанию сахара они делятся на полусладкие (5–12 % сахара), сладкие (14–20 % сахара), ликерные (21–35 % сахара). К десертным винам относятся кагор, малага, мускат, мускатель, токай.

Все вышперечисленные вина относятся к «тихим», т. е. не содержащим углекислый газ.

Среди вин, которые содержат углекислый газ, мы расскажем лишь об одном, наиболее известном, которое пьют в особо торжественных случаях, – шампанском.

Оригинальное шампанское готовится из винограда, выращенного в определенном районе французской провинции Шампань.

В Средние века в Шампани делали красные вина, которые были слегка газированными. Они имели весьма неприятную особенность – склонность к вторичному брожению в бочках. Иногда под давлением газов они даже взрывались, за что вино из Шампани называли «дьявольским». Это неконтролируемое брожение вызывалось, в частности, внезапными холодами, свойственными для данной местности. Холода прерывали процесс первого брожения, оставляя в вине не перебродивший до конца сахар.

Заслуга «изобретения» шампанского принадлежит монаху по имени Дом Периньон, жившему в XVII в. Он первым придумал купажирование (смешивание разных сортов вина) и стал разливать вина в бутылки, что позволяло сохранять внутри углекислый газ, ранее взрывавший бочки.

Позже усовершенствовали форму бутылок и укрепили пробку специальным металлическим предохранителем.

Шампанское – это, как правило, купаж, и оно может быть произведено из трех сортов винограда, двух красных – «Пино Нуар» и «Пино Менье» и одного белого – «Шардоне».

Сбор винограда осуществляется вручную. Затем отделяют порченные и недостаточно зрелые ягоды. Каждый из трех сортов собирают отдельно. Также по отдельности виноград давят в традиционных вертикальных шампанских давилнях или же в адаптированных горизонтальных. Максимальная производительность давления: 100 литров на 150 кг винограда.

Затем вино подвергается первичной ферментации. Для этого сок осторожно помещают в бочки, где он будет преобразован в спокойное вино путем сбрасывания сахара в спирт. Этот деликатный этап обработки вина должен происходить при температуре ниже 25 °С.

Полученные сухие вина затем смешиваются в определенных пропорциях для того, чтобы составить «кюве» – урожай одного виноградника.

При приготовлении «кюве» из вина разных лет в его состав добавляют белые сухие вина предыдущих лет для того, чтобы обеспечить шампанскому постоянное качество.

После приготовления «кюве» приступают к «тиражу».

Для этого в «кюве» добавляют «жидкость тиража» на основе тростникового сахара и дрожжей. Бутылки закупоривают и укладывают на полки в прохладных погребах.

В бутылках проходит вторая ферментация. Она вызывает повышение внутреннего давления из-за выделения углекислого газа, поэтому бутылки должны быть изготовлены из толстого стекла. В результате брожения образуется осадок. Правила требуют, чтобы вино оставалось с этим осадком не менее 9 месяцев.

После этой выдержки на полках бутылки помещаются на пюпитры, горлышком вниз под углом 45 градусов. Периодически бутылки встряхиваются и поворачиваются на четверть оборота. Это позволяет переместить весь осадок на пробку и в горлышко бутылки.

Затем бутылки вскрывают. Горлышки бутылок погружают в жидкий азот. При этом небольшая часть вина, находящаяся в горлышке вместе с осадком, замораживается, и ее удаляют при вскрытии.

Перед повторной закупоркой бутылки натуральной корковой пробкой в нее добавляют дозировочную жидкость, представляющую

собой смесь шампанского и сахара в различных количествах.

Вторым древнейшим спиртным напитком является пиво.

Практически все земледельческие народы варили пиво. Получение исходного продукта для пивоварения – зерна, будь-то наиболее распространенный ныне ячмень или другие злаки: просо, сорго, овес, рожь, пшеница, кукуруза – тесно связано с развитием земледелия.

Первые упоминания о пиве относятся к 7000 г. до н. э. Рецепты были высечены на камне, найденном в Двуречье – районе проживания шумеров. В 1935 году американскими археологами были найдены в Месопотамии глиняные дощечки. На них изображены два человека в процессе работы у пивоваренного котла. У шумеров была даже поговорка: «Не знать пива – не знать радости».

В Вавилоне, возникшем на территории шумерского государства, правила изготовления и продажи пива были отражены в своде законов царя Хаммурапи (1792–1750 гг. до н. э.). Пивоварам, уличенным в том, что они разбавляли пиво водой, предоставлялась право выбора: либо быть утопленным в бочке с испорченным пивом, либо пить его, пока не упадут замертво.

В Древнем Египте для изготовления пива готовилось специальное тесто. Его заливали в нагретые формы и держали, пока хлеб не покрывался золотистой корочкой. При этом следили, чтобы внутри он оставался сырым. Затем этот недопеченный хлеб заливался сладким финиковым соком. Сок помогал накапливать спирт, а хлеб придавал пиву специфический вкус.

Полученное сусло перемешивалось и фильтровалось. Вскоре жидкость начинала бродить. Готовое пиво разливалось по кувшинам и запечатывалось.

До использования хмеля для придания пиву горечи и улучшения вкуса применяли вереск, верхушки ракитника, полынь, ягоды лавра и плюща и др. Травяные добавки использовались и позже наряду с хмелем.

Первоначальный ареал произрастания хмеля находился в Поволжье. Именно оттуда он начал распространяться по всему миру.

Существует предположение, что хмель впервые стали использовать восточные финны и татарские племена. Первое

упоминание о пиве у славян относится к 448 г., но особенно широко распространилось пивоварение в IX веке в Новгородских землях Руси.

В раннем Средневековье, в VII в., хмель в пиво стали добавлять в Нидерландах и Северной Франции. В Средние века застрельщиками пивоварения в Европе были монахи, особенно в Германии, Франции, Бельгии. Важнейшим центром пивоварения стала Фландрия, где возникла легенда о короле Гамбринусе – изобретателе пива, которого пивовары считают своим покровителем.

В 1516 г. в Германии был принят закон о чистоте пива: пиво следовало варить только из солода, хмеля и воды. Требования к качеству воды были особенно строгими. Она должна была быть вкусной и чистой. Пиво, соответствующее этим нормам, в большинстве стран Европы считается классическим.

В XX в. начались всевозможные эксперименты с пивом. Хмель и вода по-прежнему присутствуют в составе пива, но вместо солода иногда используют непророщенные ячмень и пшеницу, к солоду примешивают рис и другие вещества, влияющие на вкус пива, появились фруктовые сорта пива.

Процесс пивоварения, применяющийся на протяжении многих веков, состоит из нескольких операций. Сначала готовят солод. Для этого ячмень очищают, сортируют. Потом замачивают зерна, проращивают их (солодоращение). Зеленый солод сушат, очищают от ростков, затем происходит «отлеживание» солода. Готовый сухой солод обладает характерным запахом и сладковатым вкусом. Для некоторых сортов пива ячменный солод заменяется рисовой, кукурузной или ячменной мукой, а также сахаром.

Затем получают пивное сусло. Для этого солод полируют, дробят, смешивают с водой (затирают). В полученном заторе идут бродильные процессы, главным из которых является осахаривание крахмала, содержащегося в солоде. После завершения осахаривания затор фильтруется. Прозрачное сусло кипятят с хмелем. Благодаря этому сусло становится светлым и ароматным. Позднее из сусла удаляется хмель и происходит охлаждение сусла.

После этого происходит сбраживание сусла пивными дрожжами. Оно производится в бродильных аппаратах при температуре 5–9 °С на протяжении 7–8 суток.

Так получается молодое или зеленое пиво. Оно поступает на дображивание в закрытые сосуды (лагерные танки). Там при температуре 0–2 °С оно осветляется и приобретает окончательный вкус. Дображивание длится от 21 до 90 суток.

При всем разнообразии марок пива существует всего два его сорта: светлое и темное.

Светлое пиво обладает ярко выраженной хмелевой горечью и ароматом. Для его производства используется светлый солод.

Темное пиво имеет умеренную горечь и обладает солодовым вкусом. Оно производится из темного и карамельного солода.

Самый распространенный на территории бывшего СССР спиртной напиток – водка – неразрывно связан с Россией, ее историей, обычаями и экономикой.

Считается, что впервые получили чистый этиловый спирт арабы. А в Европу рецепт его приготовления попал примерно в XII–XIII веках.

История русской водки, видимо, начинается с 1386 г., когда генуэзские послы впервые привезли виноградный спирт, названный «aqua vitae», в Москву. Там он был продемонстрирован Великому князю и боярам.

В XV в. зарождается русское винокурение, изобретается технология приготовления хлебного спирта из местного сырья. В 1470-е годы Иван III установил государственную монополию на производство и продажу хлебного вина.

В 1533 г. в Москве был открыт первый «царев кабак», а торговля водкой сосредоточилась в руках царских чиновников. После этого водка продавалась только в царских кабаках. Согласно царскому указу, занимались этим кабацкие головы и их помощники.

В начале XVIII в. Петр I для пополнения казны во время Северной войны ввел откупную систему на продажу водки.

В 1765 г. Екатерина II определила винокурение как исключительную привилегию дворян и определила объемы производства в зависимости от знатности: более знатные дворяне могли производить большее количество водки.

Другие сословия должны были покупать водку у государства. Это привело к появлению множества сортов водки. Водками тогда, как

правило, назывались ароматизированные напитки с использованием различных растительных компонентов: трав, ягод и фруктов.

Водки домашнего производства отличались высочайшим качеством, которое достигалось путем четверной перегонки и особыми способами очистки с использованием естественных животных белков-коагулянтов (молоко, яичные белки).

В конце XVIII в. государство из-за злоупотреблений вынуждено было снова ввести в стране водочную монополию, хотя и неполную: розничная торговля водкой оставалась в частных руках.

К концу XIX в. российское правительство начало постепенно внедрять сначала акцизно-откупную систему, при которой государство монополично производило водку и продавало ее откупщикам по твердой цене, а затем акцизную. Это привело к появлению суррогатов водки, например из картофельного спирта, что вызвало повальное и хроническое пьянство. В конце XIX– начале XX в. вновь была введена водочная монополия. В это же время великий химик Д. И. Менделеев защитил докторскую диссертацию «О соединении спирта с водою». В течение полутора лет он вел поиски идеального соотношения объема и веса частей спирта и воды в водке. Определение этого соотношения объема и веса спирта и воды в водке долгое время усложнялось тем, что спирт при соединении с водой сжимает всю смесь. Открыв это явление, Менделеев вывел формулу, содержащую 30 членов и занимавшую 5 строк. Данные, полученные благодаря этой формуле, по точности превзошли исследования всех менделеевских предшественников. Менделеев высчитал идеальную концентрацию смеси: зерновой спирт, разведенный по весу точно до 40°. При таком соотношении спирта и воды напиток получается наиболее однородным и не обжигает пищевод. Эта рекомендация великого химика была в 1894 г. запатентована правительством России как русская национальная водка – «Московская особая».

С началом Первой мировой войны в России было издано постановление о прекращении продажи водки населению. Все спиртовые заводы России стали производить спирт для нужд фронта и медицинских целей.

Этот запрет был продлен Советским правительством на время революции и Гражданской войны.

В 1924 г. в СССР возобновились производство и торговля спиртными напитками, а в 1925 г. началась повсеместная продажа водки населению. В 30-е годы в СССР велась большая работа по совершенствованию водочной технологии. В годы войны на фронте военным выдавалось по 100 г водки на человека в сутки.

Водку получают в процессе обработки активным углем водноспиртового раствора (с содержанием спирта 40–56 %) и последующей фильтрации.

В России спирт высшей очистки вырабатывается из зерна или картофеля. Спирт «Экстра» и «Люкс» – только из кондиционного зерна. Сырье измельчается и разваривается, в полученную массу добавляют дрожжи. Начинается процесс брожения. Полученную бражку загружают в ректификационную колонну, где после многократного испарения и конденсации получается очищенный от примесей спирт. Он разбавляется водой, очищается активированным углем. Затем в него добавляют ингредиенты: лимонную кислоту, уксус, сахар, мед, сухое молоко в зависимости от рецептуры данного сорта водки.

Важную роль в производстве водки играет вода. Для смягчения и очистки ее пропускают через фильтры с песком, обрабатывают катионитом (сульфауглем) и на мембранных установках. При этом воду не кипятят и не дистиллируют, как это принято у производителей водки в других странах. Благодаря этому сохраняется ее природный вкус. В этом одно из отличий и преимуществ русской водки.

В основе высокого качества русской водки лежат совершенные производственные схемы, использование исключительно натурального растительного сырья, отсутствие синтетических веществ, тщательность и точность соблюдения стандартов.

Если в России царицей спиртных напитков считается водка, то их королем в англоязычных странах является виски.

За право считаться его родиной спорят Ирландия и Шотландия. Считается, что искусство приготовления виски было принесено в Шотландию миссионерами, называвшими его *uisge beath*. В переводе это означало «вода жизни». Постепенно напиток менял свои названия, пока не стал называться виски. Ирландцы же утверждают, что виски – изобретение святого Патрика, покровителя Ирландии.

Первыми производителями виски стали монастыри Шотландии. Монахами использовались простейшие перегонные аппараты, производившие скромное количество продукции. В то время напиток использовался исключительно как лекарство. Но вскоре технология вышла за монастырские стены и распространилась в фермерской среде. Шотландские крестьяне быстро разглядели в виски мощный источник дополнительного дохода.

В XVI–XVII вв. виски производилось на всей территории Шотландии. В то время оно, скорее, напоминало самогон: выдержка практически не применялась, пили продукт, получавшийся непосредственно на выходе перегонного куба. Сырьем служил обычно ячмень, также использовались рожь и овес. Иногда напиток подвергался дистилляции несколько раз, что повышало его крепость.

В 1579 г. парламент Шотландии принял закон, разрешающий производство напитка только дворянству. Местные фермеры стали производить виски подпольно.

Затем правительство Англии ввело монополию на производство виски. Официальное разрешение на производство было лишь у восьми крупных винокурен. Мелкие переместились в сельскую местность – ближе к горным источникам воды и сырью. Из-за возросшей популярности виски официальные заводы не могли обеспечить требуемое количество, поэтому в 1823 г. англичане узаконили многие новые винокурни и снизили налоги на производство.

В 1830 г. ирландец Э. Коффи усовершенствовал перегонный куб для виски.

В 1860 г. Э. Юшер впервые приготовил в аппарате Коффи смешанное виски «Blend». Именно за счет купажированного виски этот напиток обеспечил себе огромный успех и популярность во всем мире. «Blend» производится путем смешивания от 15 до 40 виски, произведенного на различных винокурнях и 2 или 3 сортов зернового виски. В совокупности это давало новые уникальные ароматы и вкусовые ощущения.

Сегодня виски делят на шотландское и «остальное» – ирландское, американское, канадское и другие. В английском языке существуют два способа написания слова «виски»: «whisky» – обозначающее шотландское виски, скотч и «whiskey» – остальное виски.

Современное виски готовится путем перегонки сусла, состоящего из натуральных злаков, воды и дрожжей. После перегонки оно смешивается с дистиллированной водой, ректифицированным спиртом и затем выдерживается в дубовых или вишневых бочках.

Репутацию самого изысканного и благородного из всех крепких алкогольных напитков имеет коньяк.

Его история началась в XVI в., когда во Франции в департаменте Шарант наступило перепроизводство легкого виноградного вина, что осложнило его сбыт внутри страны. Вино стали экспортировать в Англию, Швецию, Норвегию и другие страны. Но оно портилось в дороге и облагалось высокими таможенными сборами. Решением проблемы стала перегонка вина в более крепкий дистиллят – коньячный спирт. Виноделы считали, что потребитель будет самостоятельно разбавлять продукт и получать вино в полном объеме. Постепенно коньячный спирт, выдержанный в дубовых бочках, пришелся по вкусу потребителям и стал самостоятельным напитком. В конце XVII в. коньячный спирт стали вывозить в Англию и Нидерланды без всяких добавок. Этот продукт, разбавленный водой, называли брэндуайн.

Центром его производства стал город Коньяк неподалеку от Парижа.

Со временем заметили, что при хранении в дубовых бочках вкус коньяка значительно улучшается, приобретая доселе невиданные свойства. Это произошло во время войны Франции с Англией в 1701 г. Из-за блокады Франции экспорт коньячного спирта временно прекратился, и было подмечено, что выдержанный коньяк приобретает более тонкий вкус. После этого торговцы стали намеренно выдерживать коньяк в бочках длительное время и совершенствовать технологию купажирования напитка. Сначала коньяк перевозили исключительно в бочках, и имя производителя оставалось неизвестным потребителю. Только в 1860 г. коньяк начали поставлять в оригинальных бутылках, снабженных этикетками.

Со временем совершенствовались методы перегонки вин, их купажирования и хранения. Напитки типа коньяка стали производиться во многих странах, но и сейчас французские департаменты Приморская Шаранта и Шаранта остаются родиной классического производства коньяка.

Современный коньяк получают из коньячного спирта, получаемого перегонкой виноградных вин, преимущественно белых сухих. Затем спирт крепостью 65–70 % (объемных) выдерживается в дубовых бочках или цистернах, загруженных дубовой клепкой. В процессе выдержки он обогащается дубильными веществами, приобретая характерный вкус, букет и окраску. Затем крепость спирта снижается дистиллированной водой.

Мы рассказали лишь о некоторых спиртных напитках, получивших наибольшее распространение в разных странах. За пределами статьи остались ром, джин, ликеры и многие другие напитки.

В заключение хотелось бы вновь процитировать Омара Хайяма:

Вино запрещено, но есть четыре НО:

Смотря, кто, с кем, когда, и в меру ль пьет вино.

При соблюдении сих четырех условий

Всем здравомыслящим вино разрешено.

# Стекло

Согласно древней легенде, первооткрывателями стекла были финикийские или греческие торговцы. Сделав во время одного из своих многочисленных плаваний остановку на острове, они развели костер на берегу. Песок от высокого жара расплавился и превратился в стекловидную массу.

Изобретение стекла относится к очень глубокой древности. Различные предания о том, какой народ, где и когда впервые изготовил стекло, малодостоверны, так что кто и когда изобрел стекло, неизвестно.

Появление стекла связывают с развитием гончарства. При обжиге на изделие из глины могла попасть смесь соды и песка, в результате чего на поверхности изделия образовалась стекловидная пленка – глазурь.

В Фивах (Египет) найдено изображение стеклодувов-выдувальщиков, производство, напоминающее наше кустарное производство стекла. Надпись на этих изображениях ученые относят примерно к 1600 г. до н. э. Предметы, найденные при раскопках древних египетских городов, указывают, что в Египте находился центр стеклоделия, где изготовлялись урны, вазы, статуи, колонны и кувшины.

Стекло, которое получали в древности, существенно отличалось от современного. Оно представляло собой плохо сплавленную смесь песка, поваренной соли и окиси свинца – фритту. Ни материал, ни техника античности не позволяли изготавливать из стекла крупные предметы.

Стекольное производство в Египте давало декоративный и поделочный материал, поэтому изготовители стремились получать не прозрачное, а окрашенное стекло. В качестве исходных материалов использовали природную соду и местный песок, содержащий некоторое количество карбоната кальция. Низкое содержание кремнезема и кальция, а также высокое содержание натрия облегчало плавку стекла, поскольку снижало температуру плавления, но

уменьшало прочность, увеличивало растворимость и снижало атмосферостойкость материала.

При производстве стекла различные компоненты смешивались в глиняных тиглях и сильно нагревались в специальной печи, сложенной из огнеупорного кирпича, до получения однородной светлой массы. Готовность стекла опытный мастер определял на глаз. По окончании плавки стекло разливали в формы или отливали небольшими порциями. Часто стеклянной массе давали остыть в тигле, который затем обламывали. Полученное таким образом стекло переплавляли и по мере надобности пускали в производство.

Первое стекло применялось для изготовления бисерных украшений. Бусы изготовлялись вручную, поштучно. Тонкую стеклянную нить обвивали вокруг медной проволоки, обламывая нить после каждой готовой бусины. Позднее для изготовления бисера вытягивали стеклянную трубку нужного диаметра и затем разрезали ее на бусины.

Вазы формовали на шишке из глины, обернутой тканью и насаженной на медный прут как рукоятку. Для более равномерного распределения стеклянной массы ее несколько раз быстро поворачивали. С этой же целью вазу прокатывали по каменной плите. После этого прут и шишку вытаскивали из изделия, давая ему остыть.

Окраска стекла зависела от введенных добавок. Аметистовый цвет стеклу придавала добавка соединений марганца. Черный цвет получали добавкой меди, марганца или большого количества соединений железа. Значительная часть синих стекол окрашена медью, хотя образец синего стекла из гробницы Тутанхамона содержал кобальт. Зеленое египетское стекло окрашено медью, желтое – свинцом и сурьмой. Образцы красного стекла обусловлены содержанием окиси меди. В гробнице Тутанхамона обнаружено молочное (глушенное) стекло, содержащее олово, и изделия из прозрачного стекла.

Из Египта и Финикии стеклоделие перешло в другие страны, где оно достигло такого развития, что хрустальная посуда стала даже вытеснять употреблявшуюся до того времени золотую.

Переворот в производстве стекла совершило изобретение процесса выдувания стекла. Позже, используя метод выдувания, научились делать из готового стекла длинные стеклянные цилиндры,

которые «раскрывали» и выпрямляли, получая плоское стекло. Этот способ применяли для производства оконного стекла вплоть до 1900-х годов, а для изготовления стекла, используемого для художественных работ, и позже.

Древние стеклянные изделия были обычно окрашены и являлись предметами роскоши, доступной далеко не всем, особенно дорого ценились изделия из бесцветного стекла.

В античности стекло не нашло существенного применения, даже зеркала тогда изготавливались преимущественно из металла. Но в последующие эпохи оно применялось все чаще и чаще. В Средние века получило широкое распространение использование цветной стеклянной мозаики для украшения окон в храмах.

Позднее Средневековье и начало Нового времени ознаменовались широким распространением стеклодувного производства. Большое развитие стеклоделие имело в Венеции. Будучи сильнейшей морской державой Средиземного моря, Венеция вела обширную торговлю со странами Востока и Запада. Видную статью этой торговли составляло стекло, отличавшееся необыкновенным разнообразием и большой художественной ценностью. Венецианцы изобрели мозаичное стекло, зеркала. Получая большие выгоды от торговли, Венеция всемерно заботилась о развитии у себя стекольной промышленности. Запрещался вывоз стекловаренного сырья, заключались договоры с другими странами на покупку у них битого стекла.

Стеклоделам предоставлялись многочисленные льготы. Одновременно с этим венецианцы ревниво охраняли секреты производства стекла, разглашение профессиональной тайны каралось смертью.

Остановимся на основных видах стекла, выпускавшихся венецианскими стеклодувами, организовавшими производство на острове Мурано близ Венеции.

Цветное стекло. Для его изготовления использовались окиси цветных металлов. Окись железа окрашивает стеклянную массу в зеленый цвет, окись меди дает зеленый или красный тон, при помощи кобальта получается синее стекло, примесь золота дает рубиновое стекло и т. д. Первые сосуды из цветного стекла появились во второй половине XV в. И почти все они были расписаны эмалевыми

красками. Любимым цветом в XVI в. был синий – *azzurro*. Фиолетовое стекло – *ravonazzo* — также пользовалось большим успехом.

Эмалированное и позолоченное стекло из Мурано представляет самый большой интерес. Начало росписи стекла эмалью связывается с именем знаменитого мастера и выдающегося химика Анджело Беровьеро. Изначально эмалью расписывались сосуды из цветного прозрачного стекла, позже росписью стали покрывать и стекло молочного цвета. Венецианские сосуды раннего периода отличаются необыкновенно богатой росписью: изображались триумфальные шествия, свадебные процессии, сцены мифологического содержания, эротические сюжеты. Часто стекло украшали золотыми чешуевидными узорами и рельефными точками, исполненными разноцветной эмалью.

Прозрачное бесцветное стекло было изобретено во второй половине XV в. Это знаменитое венецианское *crystallo*. В названии подчеркнута бесцветность и прозрачность стекла по сравнению с ранее изготовлявшимся стеклом зеленоватого оттенка или цветным стеклом.

Филигранное стекло. Это бесцветное прозрачное стекло, украшенное стеклянными нитями, введенными в массу. Эти нити, обычно спирально скрученные, представляют бесконечно разнообразные сплетения. Чаще всего нити бывают белого (молочного) цвета. Судя по сохранившимся образцам, время изобретения филигранного стекла совпадает с утверждением ренессансных форм в венецианском стеклоделии.

Своеобразная разновидность филигранной техники – сетчатое стекло. Его получают из двух слоев прозрачного стекла с филигранным рисунком, наложенных друг на друга в обратном направлении. Образуется рисунок в виде сетки, причем в каждую клеточку помещается, как правило, воздушная капля.

Молочное стекло – непрозрачное белое стекло молочного оттенка (*latticinio* или *lattimo*). Его получают путем добавления в стеклянную массу окиси олова. Сосуды XVI в., выполненные из окрашенного молочного стекла и расписанные эмалевыми красками и золотом, были, по-видимому, первыми в Европе попытками подражать фарфору. Сегодня этот поддельный фарфор представляет собой величайшую редкость и ценится чрезвычайно дорого.

Агатовым стеклом принято называть стекло, состоящее из различно расположенных и различно окрашенных слоев, составляющих узоры, подобные агату. Агатовое стекло представляет большое разнообразие окраски и узора. Как известно, в минералогии агат составляет одну группу с халцедоном и яшмой. Поэтому в старых итальянских трактатах можно встретить также наименования яшмового и халцедонового стекла.

Авантуриновое стекло – особый род стекла, изобретенный муранскими мастерами в начале XVII в. На отшлифованной поверхности – бесчисленное множество блестящих точек, производящих особенный световой эффект. Эти мерцающие точки на желтовато-коричневом стекле получаются путем прибавления к стеклянной массе меди, которая при остывании стекла кристаллизуется. Изобретение авантуринового стекла приписывается династии Миотти, долгие годы хранившей тайну его изготовления.

Мозаичное стекло. Способ изготовления этого стекла замечателен. Берутся разноцветные стеклянные нити и спаиваются в узкий цилиндрический прут, поперечный разрез которого имеет вид звездочки, розетки или какой-либо симметричной фигуры. Затем этот стеклянный прут разрезается на множество дисков, которые вводятся в стеклянную массу. Изделия, выделанные из мозаичного стекла, представляют собой пестрое поле, сотканное из звездочек, розеток и т. п.

Некоторые муранские изделия украшены узором, называемым кракелаж. Узор получался так: выдуваемый предмет, внутри которого поддерживалась высокая температура, опускался в холодную воду. Вследствие этого внешний слой стекла покрывается бесчисленными трещинами, которые, однако, не проникают в толщу стекла. Трещины остаются на поверхности стекла, украшая его своеобразным узором.

Процесс изготовления ваз в технике «пулегозо» основана на эффекте образования пузырьков воздуха внутри стекла, которые образуются при погружении раскаленного стекла в воду и немедленного возвращения его в печь для придания плотности веществу. Вазы выдуваются и обрабатываются вручную.

Гравированное стекло было известно уже в начале XVI в. Сначала венецианцы гравировали стекло алмазом механическим способом. Позднее был изобретен химический способ гравирования.

Бусы. Производство бус было известной и едва ли не самой доходной отраслью венецианской стеклянной промышленности. Бусы были известны под названием *conterie*. В широком смысле под термином *conterie* подразумевают не только бусы, но и бисер, стеклянные пуговицы, искусственный жемчуг, поддельные стразы и прочие мелкие предметы из стекла. Само название объясняется тем, что этот штучный товар очень легко и удобно считать (*contare* – по-итальянски – считать).

Первым научным трудом по стеклоделению считается вышедшая в 1612 г. во Флоренции книга монаха Антонио Нери, в которой были даны указания об использовании окислов свинца, бора и мышьяка для осветления стекла, приведены составы цветных стекол. Во второй половине XVII в. немецкий алхимик Кункель опубликовал сочинение «Экспериментальное искусство стеклоделия». Он же нашел способ получения золотого рубина.

В 1615 г. в Англии для нагрева стеклоплавильных печей начали применять уголь. Таким образом повысилась температура в печи.

В начале XVII в. во Франции был предложен способ отливки зеркальных стекол на медных плитах с последующей прокаткой. Примерно в то же время был открыт метод травления стекла смесью плавикового шпата и серной кислоты, освоено производство оконного и оптического стекла.

На Руси стекло встречалось в виде бус еще в XIII в., но своих заводов тогда не было. Первый русский завод был выстроен лишь в 1634 г. шведом Елисеем Коетой. Завод выделял столовую и аптекарскую посуду, первыми мастерами там были немцы, оказавшие большое влияние на развитие русской стекольной промышленности.

В 1668 году была начата постройка казенного завода в селе Измайлово под Москвой, который частично работал уже и на экспорт. Так, в Персию вывозили посуду «измайловского дела» – до 2000 кувшинов, графинов и мухоловок ежегодно.

Значительно быстрее шло строительство стекольных заводов в XVIII в. Особенно много в этом отношении сделал Петр I, который покровительствовал развитию стеклоделия, уничтожил пошлины на стеклянные изделия, выписывал немецких мастеров, посылал русских учиться за границу. По возвращении из заграничной поездки он построил казенный завод близ Москвы, на Воробьевых горах, который

предполагали сделать образцовым стекольным заводом и одновременно школой для подготовки стекольных мастеров.

В 1720 г. был издан Указ «Об учреждении зеркальных заводов в Киеве». В царствование Елизаветы Петровны (1741–1761 гг.) около Москвы существовало уже шесть стекольных заводов.

В 1752 году было дано «позволение профессору М. В. Ломоносову завести фабрику для отделявания разноцветных стекол, бисера, стекляруса и других галантерейных вещей с привилегией на 30 лет». Среди вырабатывавшейся на заводе продукции было стекло для мозаичных работ («мусия»), из которого М. В. Ломоносов создал ряд картин, в том числе знаменитую «Полтавскую битву». После смерти Ломоносова завод перешел к его вдове и в 1798 г. закрылся.

В 1760 г. московский купец Мальцов получил дозволение устроить стеклянный завод для выработки хрустальной и стеклянной посуды, также зеркального, каретного и оконного стекла. Этот завод стал родоначальником известных впоследствии Мальцовских заводов.

Вплоть до середины XIX в. стекло варили в тиглях. В 30-х годах XIX в. в России появились первые ваннные печи для промышленного производства стекла.

В 1856 г. Фридрих Сименс изобрел регенеративную стекловаренную печь. В ней отработанные газы подогревают камеры предварительного нагрева, облицованные огнеупорными материалами. Как только эти камеры достаточно раскалятся, в них подают горючие газы и необходимый для их сгорания воздух. Возникающие при горении газы равномерно перемешивают расплавленное стекло, иначе перемешать тысячу тонн вязкого расплава было бы далеко не просто. Температура в регенеративной печи достигает 1600 °С. Позже такой же принцип был применен для плавки стали.

Современная стекловаренная печь – это печь непрерывного действия. С одной стороны в нее подаются исходные вещества, которые благодаря легкому наклону пода движутся, постепенно превращаясь в расплавленное стекло, к противоположной стороне (расстояние между стенками печи около 50 м). Там точно отмеренная порция готового стекла поступает на охлаждаемые валки. На всю длину стометрового участка охлаждения тянется стеклянная лента шириной в несколько метров. В конце этого участка машины режут ее на листы нужного формата и размера для зеркал или оконного стекла.

Следующим значительным этапом в развитии производства листового стекла был метод машинной вытяжки стекла, который разработал Эмиль Фурко в 1902 году. При этом способе стекло вытягивается из стекловаренной печи наружу через прокатные вальцы в виде непрерывной ленты и поступает в шахту охлаждения, в верхней части которой режется на отдельные листы. Машинный способ производства стекла был усовершенствован в дальнейшем в первой половине XX в. Из самых современных способов следует выделить так называемый метод Либбея-Оуэнса и Питтсбургский метод.

Самым последним этапом в производстве стекла был запатентованный в 1959 году разработанный английским изобретателем Пилкингтоном флоат-метод. При этом процессе, который можно приравнять к открытиям, стекло поступает из печи плавления в горизонтальной плоскости в виде плоской ленты через ванну с расплавленным оловом на дальнейшее охлаждение и отжиг. Огромным преимуществом флоат-метода, по сравнению со всеми предыдущими методами, является, кроме всего прочего, более высокая производительность, стабильная толщина и бездефектность стекла, а также качество поверхности.

Среди твердых веществ неорганического происхождения (камень, металл) стекло занимает особое место. Отдельные свойства стекла сближают его с жидкостью. В нем не найти кристаллов. Не существует в нем и резкого перехода при какой-то определенной температуре от жидкого состояния к твердому (или обратно). Расплавленное стекло (стекломасса) в большом интервале температур остается твердым. Если принять вязкость воды за 1, то вязкость расплавленного стекла при 1400 °С составляет 13 500. Если охладить стекло до 1000 °С, оно станет тягучим и в 2 млн раз более вязким, чем вода. (Например, нагруженная стеклянная трубка или лист со временем прогибаются.) При еще более низкой температуре стекло превращается в жидкость с бесконечно высокой вязкостью.

Главная составляющая стекол – диоксид кремния  $\text{SiO}_2$ , или кремнезем. В наиболее чистом виде он представлен в природе белым кварцевым песком. Диоксид кремния кристаллизуется при переходе от расплава к твердому состоянию сравнительно постепенно. Кварцевый расплав можно охладить ниже его температуры затвердения, и он при этом не станет твердым. Существуют другие жидкости и растворы,

которые также можно переохладить. Но только кварц поддается переохлаждению настолько, что теряет способность к образованию кристаллов. Диоксид кремния остается тогда «свободным от кристаллов», то есть «жидкообразным».

Перерабатывать чистый кварц было бы слишком дорого, прежде всего из-за его сравнительно высокой температуры плавления. Поэтому технические стекла содержат лишь от 50 до 80 % диоксида кремния. Для понижения точки плавления в состав таких стекол вводятся добавки оксида натрия, глинозема и извести. Получения определенных свойств достигают добавками еще некоторых химических веществ.

Знаменитое свинцовое стекло, которое тщательно шлифуется при изготовлении чаш или ваз, обязано своим блеском присутствию в нем около 18 % свинца.

Стекло для зеркал содержит преимущественно дешевые компоненты, снижающие температуру плавления. В больших ваннах (как их называют стекловары), вмещающих более 1000 т стекла, сначала расплавляют легкоплавкие вещества. Расплавленная сода и другие химические вещества растворяют кварц (как вода поваренную соль). Таким простым средством удается перевести диоксид кремния в жидкое состояние уже при температуре около 1000 °С (хотя в чистом виде он начинает плавиться при гораздо более высоких температурах). К большой досаде стекловаров, из стекломассы выделяются газы. При 1000 °С расплав еще слишком вязок для свободного выхода газовых пузырьков. Для дегазации его следует довести до температуры 1400–1600 °С.

Открытие особой природы стекла пришло лишь в XX в., когда ученые во всем мире стали проводить крупномасштабные исследования атомарной и молекулярной структуры разных веществ посредством рентгеновских лучей.

Сейчас выпускают большое количество видов стекла. По назначению различают: строительное стекло (оконное, узорчатое, стеклянные блоки), тарное стекло, техническое стекло (кварцевое, светотехническое, стекловолокно), сортовое стекло и др.

Изделия из стекла могут люминесцировать под воздействием различных видов излучения, пропускать или поглощать ультрафиолетовое излучение.

# Танк

Появление танка на полях Первой мировой войны кардинально изменило течение войн в XX веке. К середине века танки стали основной ударной силой сухопутных войск в развитых странах мира.

Строительство танков явилось логическим следствием технического прогресса, соединением в одно целое брони, мощного пушечного и пулеметного вооружения, компактного и экономичного двигателя внутреннего сгорания и гусеничного движителя, обеспечивающего повышенную проходимость.

Первый проект вездеходной бронированной машины был разработан капитаном французской армии Левассером в 1903 году. В 1913 году поручик Гюнтер Бурштын представил австрийскому военному министерству свой проект колесно-гусеничного танка. На проект была наложена резолюция: «Человек сошел с ума».

Замечательный проект гусеничной машины был разработан младшим сыном великого русского химика Д. И. Менделеева Василием Дмитриевичем. В 1911–1915 годах он работал над проектами боевых машин. Один из них представлял боевую машину весом около 170 тонн, вооруженную 120-миллиметровой пушкой и пулеметом, установленным во вращающейся башенке.

В этом проекте предлагались решения, воплощенные значительно позже, – пневматическая подвеска, опускание корпуса на грунт во время выстрела, пневматические сервоприводы для основных механизмов, дублированные механическими приводами. Но реализовать все это в 1911 году не представлялось возможным.

В августе 1914 года в Ставку Верховного главнокомандующего обратился изобретатель А. А. Пороховщиков с проектом бронированной машины «Вездеход». В нем рассматривались два варианта – с одной гусеницей и двумя. Ввиду простоты был принят первый вариант. Это был аппарат массой 3,5–4 тонны. Экипаж машины должен был состоять из 2 человек. На испытаниях «Вездеход» показал скорость до 25 верст и хорошую проходимость. Но в конце 1915 года военные прекратили финансирование работ.

А тем временем шла Первая мировая война. Еще в Русско-японскую войну 1904–1905 годов в войсках появилось большое количество автоматического оружия, повысилось качество артиллерии. Генеральные штабы и военные теоретики предполагали, что будущая война будет маневренной, скоротечной и продлится несколько месяцев. Но реальность опрокинула все их ожидания. После непродолжительного маневренного периода началась затяжная позиционная война. Массовое применение пулеметов в сочетании с проволочными заграждениями, траншеями и т. д. настолько усилило оборону, что, несмотря на многодневные артподготовки, небольшое продвижение вперед стоило тысяч и тысяч жизней.

В октябре 1914 года в Великобритании был поднят вопрос о строительстве самоходных фортов, способных передвигаться по пересеченной местности через окопы и проволочные заграждения.

Обращение к военному министру Китченеру осталось без ответа. Но эти проекты поддержал Первый лорд Адмиралтейства (морской министр) Уинстон Черчилль. Военные штаба английских войск во Франции изложили основные требования к машине: это должна быть сравнительно небольшая сухопутная машина с противопульной броней, способная преодолевать воронки диаметром до 4 метров и проволочные заграждения, развивать скорость не менее 4 км/ч, иметь экипаж до 6 человек, пушку и 2 пулемета.

Проект возглавили полковник Суинтон и кораблестроитель д'Энкур. Всего за 40 дней на базе трактора «Холт» была создана боевая машина, названная «Маленький Вилли», якобы за сходство с одним из ее создателей, Вильсоном.

15 сентября 1915 года состоялись испытания новой машины. Хотя они прошли успешно, военные решили, что еще рано посылать ее в бой, в частности, из-за неспособности преодолевать воронки. Тогда конструкторы решили придать обводу гусеницы форму параллелограмма, а верхнюю ветвь пустить поперек корпуса. 2 февраля 1916 года состоялись показательные испытания машины, на которые прибыл министр обороны Ллойд Джордж. Но даже его положительная реакция не смогла переубедить Китченера, твердившего, что «это слишком дорогая игрушка».

12 февраля состоялись официальные испытания машины, получившей название «Большой Вилли». Она хорошо преодолевала

препятствия, но очень грохотала, была малоподвижной и непрочной. Тем не менее, военное ведомство Великобритании дало заказ на первые 100 образцов. На вооружение машина поступила под индексом Mk1. Именно тогда появился сам термин «танк». При транспортировке по железной дороге закрытые брезентом машины напоминали большие цистерны, был пущен слух, что это топливные баки для русского правительства. После этого термин «танк» привился в английском и русском языках.

Первые танки выпускались в двух вариантах вооружения – пушечном и пулеметном. Пушечные танки назывались «самцами» и имели две морские 57-миллиметровых пушки. Помимо пушек у «самцов» были четыре 8-миллиметровых пулемета «гочкис». Пулеметные танки, или «самки», были вооружены пятью 7-миллиметровыми пулеметами «Виккерс» и одним 8-миллиметровым «гочкисом». Вооружение размещалось в спонсонах для понижения центра тяжести и удобства перевозки по железной дороге.

Танк Mk1 изготавливался из катаных бронелистов. Сборка происходила так: листы мягкой стали нарезали, сверлили отверстия под заклепки, затем крепили к каркасу. Броня, толщина которой не превышала 6–10 мм, не предохраняла экипаж от бронебойных пуль.

Гусеница шириной 520 мм состояла из 90 плоских траков из бронебойной стали. На твердой почве удельное давление достигало 1,2 кг на см<sup>2</sup>, вследствие чего на мягкой почве гусеницы вязли, и тяжелая машина садилась на грунт. Лучшим способом вытаскивания ее оказалось окованное железом бревно. При необходимости цепи, приделанные к концам бревна, цепляли за траки, давали ход, и бревно затыгивалось под машину.

Бензиновый двигатель и трансмиссия находились внутри танка, как и баки с горючим, которое самотеком поступало к мотору. Поэтому часто, когда танк, преодолевая препятствие, задирает нос, подача топлива прекращалась и двигатель глох. Трансмиссия состояла из двухскоростной коробки передач, червячного редуктора и дифференциала, соединявшегося при помощи валов с бортовыми коробками передач.

Управление танком требовало от членов экипажа слаженности и физической силы. Машиной управляли одновременно четверо:

механик-водитель, командир танка, а также два трансмиссионщика. Водитель подавал команды голосом или жестами.

Воздух внутри танка был насыщен чадом и парами перегретого масла, его температура доходила до 70 градусов. Во время обстрела в смотровые щели летели брызги свинца, травмируя глаза танкистов. Дальняя связь осуществлялась при помощи почтовых голубей. Но после того, как их выпускали из танка, они нередко сразу падали, не имея сил взлететь. Ближняя связь осуществлялась при помощи флажков и семафора, трудноразличимых в дыму.

Недостатки танков обнаружили в первом же бою с их участием, который состоялся 15 сентября 1916 года во Франции на реке Сомма. На исходные позиции из 49 танков пришли 32. Остальные застряли в грязи или остановились из-за поломок механизмов. Из 32 атаковавших машин участие в бою приняли всего 18 – 5 застряли в болоте, у 9 вышли из строя механизмы. Несмотря на это, а также на плохое взаимодействие с пехотой, англичане продвинулись на 5 километров по фронту и на 5 в глубину; при этом потери были в 20 раз меньше обычных. Немцы отмечали панический страх, который наводила невиданная машина на их солдат.

Первый бой показал, что для успешного применения танков важно правильно выбрать местность – болота, дожди и грязь практически исключали возможность применения на Сомме имеющихся в то время танков.

Несмотря на существенные недостатки первого танка, англичане внесли за весь период войны лишь незначительные изменения в его конструкцию – увеличили толщину брони, поставили глушитель и изменили механизм поворота.

Союзники англичан французы также обратили внимание на высокую проходимость гусеничных тракторов, и 1 декабря 1915 года полковник Этьен обратился к главнокомандующему Жоффру с письмом, в котором доказал целесообразность строительства «сухопутных броненосцев», изложил принципы их применения и техническое описание машины. Сначала за содействием Этьен обратился к Луи Рено. Тот отказался, сославшись на отсутствие опыта. Тогда полковник обратился в фирму «Шнейдер», выполнявшую работы по бронированию тракторов «Холт». Главный инженер фирмы Бриье быстро разработал проект машины, и фирма «Шнейдер –

Крезо» начала его реализовывать. Одновременно аналогичный заказ поступил «Обществу железодельных и сталелитейных заводов». Первые французские танки выгодно отличались от английских наличием подвески и лучшей защищенностью гусениц. Носовая часть нависала над гусеницами, что обуславливало крайне низкую проходимость. На «Сен-Шамоне» орудие установили за лобовым листом, и огонь из 75-миллиметровой пушки можно было вести только прямо по курсу. Кроме того, топливные баки размещались вдоль бортов, и попадание в них одной бронебойной пули превращало машину в пылающий костер. Броня обеспечивала защиту от обычных пуль на расстоянии свыше 15 метров, но совершенно не спасала от бронебойной пули. Скорость танков не превышала 8 километров в час.

16 апреля 1917 года состоялось боевое крещение. Танки двинулись к позициям немцев, недостижимым для артиллерии. Поскольку это происходило на виду у неприятеля, вражеские артиллеристы, наводившиеся корректировщиками с аэростатов, разбили танковые порядки раньше, чем те смогли вступить в бой. Потери – 57 машин.

Наиболее удачной моделью Первой мировой войны можно считать французский легкий танк «Рено» FT-17. Часть из них была вооружена пулеметами, часть – пушками. Кроме того, был создан радиотанк, предназначенный для связи танкового командира с танками, пехотой и артиллерией. компоновка «Рено» FT-17 стала классической – двигатель, трансмиссия, ведущее колесо – сзади, отделение управления – впереди, боевое отделение с вращающейся башней – в центре. Экипаж состоял из двух человек. Танк отличался хорошей проходимостью, но скорость и запас хода были недостаточными. «Рено» стал наиболее массовым танком Первой мировой войны – всего было выпущено 3177 танков.

Противник Англии и Франции – Германия создала свои танки: тяжелый A7V массой 30 тонн, с экипажем из 18 человек, вооруженный 57-миллиметровой пушкой и пятью пулеметами, а также легкие танки LK-1 и LK-2, вооруженные соответственно 57– и 37-миллиметровыми пушками.

Опыт применения танков в Первой мировой войне показал, что танки при правильном применении могут осуществить прорыв позиционной обороны и создать условия для перерастания

тактического успеха в оперативный. Но, ввиду недостаточного количества и многочисленных недостатков конструкции, они не повлияли на изменение характера войны.

Период между Первой и Второй мировыми войнами характеризовался, с одной стороны, дальнейшим развитием конструкций танков, а с другой – упадком интереса к их боевому применению. Это объяснялось, в частности, тем, что миллионы жертв вызвали рост пацифистских настроений во всем мире. Кроме того, геополитическая обстановка была внешне спокойной – Германия, согласно Версальскому договору, была лишена права содержать большую армию и строить танки. Великобритания, выпускавшая танкетки, легкие и средние танки, а также тяжелый танк, в основном экспортировала их за границу. Там они служили образцами для подражания. К тому же концепция Британского Генерального штаба предусматривала применение танков в основном в собственных колониях.

Франция, имевшая к окончанию войны наиболее многочисленный танковый парк, пренебрегала разработкой и строительством новых танков – с 1918 по 1935 год было выпущено всего 280 новых танков. Танки считались пригодными лишь для поддержки пехоты и были распылены по различным воинским частям. Предложения о создании крупных танковых частей приняты не были. Единственная легкая танковая дивизия предназначалась лишь для разведки и охраны.

В США, согласно Акту о национальной обороне от 1920 года, запрещалась организация бронетанковых частей как отдельного рода войск.

Единственным государством, в котором работа по созданию, развитию и боевому применению танков велась на высоком уровне, был Советский Союз. Первыми советскими танками считаются переделанные французские танки «Рено». Первые два образца получили названия «Борец за свободу товарищ Ленин» и «Борец за свободу товарищ Троцкий».

Уже в 1919 году был объявлен конкурс на лучший проект танка для Красной Армии. Победил проект инженера Кондратьева. Но работы по созданию этого танка были прекращены в 1923 году. На второй конкурс, объявленный в 1922 году, было подано 7 проектов.

В 1923 году Главное управление военной промышленности приняло решение о систематизации опыта по созданию танков, подготовке кадров танкистов, разработке новой экспериментальной модели танков.

В 1925 году прошло совещание, на котором было принято решение о концентрации всех усилий на создании «маневренного» и «малого» танка. В 1927 году построили и испытали легкий танк Т-16, после усовершенствования получивший обозначение МС-1 (Т-18). В том же году он был принят на вооружение. В окончательном варианте пятилетнего плана развития вооруженных сил было намечено строительство 1075 танков в 1928–1932 годах.

В конце 1920–начале 1930-х годов в СССР была разработана «Теория глубокой операции». Она, в частности, предусматривала прорыв хорошо укрепленной обороны противника при помощи артиллерии, авиации, танков для непосредственной поддержки пехоты. Только после образования бреши в обороне противника в прорыв должны были бросаться танковые части для развития успеха – действуя против коммуникаций, складов и других тыловых объектов. За основу были приняты маневренные действия больших кавалерийских соединений во время Гражданской войны в России.

Многие историки совершенно безосновательно противопоставляют «молодых теоретиков» Красной Армии начала 30-х годов, пришедшим им на смену в конце 30-х «кавалеристов», якобы «не понимавших значения танков в современной войне». Но именно в то время, когда Наркомом обороны СССР был «кавалерист» К. Е. Ворошилов, в стране было развернуто массовое производство танков, создан конструкторский и производственный задел, позволивший в критических условиях при потере сырьевой и экономической базы в ходе Великой Отечественной войны наладить выпуск боевых машин, качественно и количественно превосходивших немецкие. А кавалерийские командиры оказались прекрасными командирами танковых частей и соединений, так как были готовы к маневренной войне.

В соответствии с «Теорией глубокой операции» создавались танки.

В 1931 году на базе английского танка «Виккерс» был создан танк непосредственной поддержки пехоты Т-26.

Одним из самых больших успехов советского танкостроения можно считать серию танков БТ (быстроходный танк). Их история началась с того, что в 1930 году советские эксперты ознакомились с танком американского инженера Кристи – М1931. В СССР были поставлены два танка с технической документацией. Там они подверглись тщательному изучению, после чего машина Кристи была принята на вооружение под индексом БТ-2.

Этот танк отличался тем, что мог передвигаться как на гусеницах, так и на колесах, имел рациональный наклон брони, был вооружен 45-миллиметровой пушкой и пулеметом. Он обладал хорошей проходимостью и развивал скорость до 72 км/ч на колесах и до 52 км/ч на гусеницах.

БТ-2 постоянно совершенствовался, и в 1933–1935 годах появились его модификации БТ-5 и БТ-7. Улучшалась его подвижность, защищенность, более мощным становилось вооружение. Так, например, БТ-7А был вооружен 76,2-миллиметровой пушкой, а на БТ-7М был установлен специально сконструированный танковый дизель В-2 мощностью 500 л. с., который в дальнейшем стал «сердцем» большинства советских танков периода Великой Отечественной войны. Танки БТ можно считать «танковой кавалерией» РККА. Они должны были вводиться в прорыв вражеской обороны и действовать в тылу врага.

А обязанность обеспечивать прорыв возлагалась на их более мощных собратьев – тяжелый пятибашенный танк прорыва Т-35, вооруженный 3 пушками и 6 пулеметами, и средний трехбашенный Т-28.

Кроме того, на вооружении Красной Армии стояли плавающие танки Т-37А и Т-38, вооруженные пулеметами. На них возлагались разведывательные функции.

В 1933 году к власти в Германии пришел Адольф Гитлер. Он объявил об отходе от ограничений, которые налагал на побежденную Германию Версальский договор. Вскоре в стране была развернута военная промышленность.

В основе германской военной доктрины лежала теория «блицкрига», которая предусматривала применение танков во взаимодействии с авиацией. Во многом она перекликалась с «Теорией глубокой операции», но, в отличие от советского первоисточника,

предусматривала прорыв обороны противника, не успевшего должным образом подготовиться к обороне, исключительно танковыми соединениями. Танки рассекали неприятельскую армию на части, ликвидировать которые должны были другие рода войск. Образно говоря, на немецкие танки возлагалась роль топора, в то время как советские танки (за исключением танков непосредственной поддержки пехоты и танков прорыва) играли роль меча или кинжала, бьющего в незащищенное место.

Первые немецкие танки PZ. I были пулеметными и предназначались для обучения экипажей. На PZ. I была установлена 20-миллиметровая пушка. В 1937 году на вооружение были приняты PZ. III и PZ. IV.

Первым серьезным испытанием для танков после Первой мировой войны стала гражданская война в Испании (1936–1939 гг.) В ходе этой войны танки с противопульной броней легко уничтожались противотанковой артиллерией. Это изменило отношение к танкам. В Германии до 1942 года не было создано ни одной новой модели танка, лишь модернизировались старые – на них усиливали броню, ставили более мощное вооружение, что отрицательно сказывалось на ходовых качествах машин.

В Советском Союзе начались работы по созданию танков с противоснарядной броней, повышенной огневой мощностью при сохранении подвижности и проходимости.

Эти работы увенчались принятием на вооружение в 1939 году тяжелого танка KV и среднего Т-34.

Особо следует остановиться на последнем.

Созданный на Харьковском заводе имени Коминтерна под руководством М. И. Кошкина Т-34 имел рациональный наклон брони, 76-миллиметровую пушку. В 1940 году два танка Т-34 совершили пробег Харьков – Москва – Харьков. Однако военные нашли в конструкции так много недостатков, что лишь непосредственное вмешательство К. Е. Ворошилова спасло Т-34 от забвения. М. И. Кошкин требовал от подчиненных максимально упростить машину, но не в ущерб ее боевым качествам. Т-34 вместе с модификациями, созданными в ходе войны, стал самым массовым танком в истории. После войны эти танки использовались еще во Вьетнаме и в Афганистане.

Еще до появления КВ и Т-34 советские танки Т-26 и БТ участвовали в разгроме японцев на Халхин-Голе – первом практическом применении «Теории глубокой операции», завершившемся полным разгромом врага.

1 сентября 1939 года Германия напала на Польшу, во многом благодаря умелому применению танков, оккупировала ее за несколько недель. Танковые прорывы позволили немцам молниеносно поставить на колени Францию в мае 1940 года.

Неожиданное для Советского Союза нападение немцев в 1941 году застало РККА в момент создания танковых и механизированных корпусов, в каждом из которых должно было быть более 1000 танков. Планировалось создать более 30 таких соединений.

Несмотря на внезапность удара, советские танкисты достойно встретили противника. Сражаясь в невыгодной обстановке, зачастую без поддержки пехоты и прикрытия авиации, они приложили максимум усилий для срыва «блицкрига». В июне – начале июля 1941 года развернулись грандиозные танковые сражения на Украине в районе Луцк – Ровно – Броды и в районе Шяуляя. Уже тогда немецкие командиры приказывали расстреливать солдат «за боязнь русских танков».

Для немцев самой неприятной неожиданностью было высокое качество новейших советских танков Т-34 и КВ, против которых не было защиты. Гудериан писал, что PZ. IV мог поразить Т-34, лишь попав в жалюзи моторной части. Немецкие конструкторы так и не смогли создать танк с похожими на советский качествами. PZ. V «Пантера» был тяжелее Т-34 более чем на 10 тонн, а PZ. VI «Тигр», несмотря на мощную пушку, обладал малой проходимостью и запасом хода.

Советские конструкторы и танкостроители в условиях, когда пришлось заново налаживать производство на Урале, сумели создать новые модели – Т-34–85, ИС и ИС-2, самоходные артиллерийские установки.

Для сравнения советских и немецких танков приведем лишь один пример. ИС-2 на испытаниях пробил с расстояния в 1500 метров «Пантеру» насквозь, а «Пантера» не пробивала даже лобовую броню ИС-2 на дистанции 500 метров. Причем ИС-2 весил лишь на 2 тонны больше «Пантеры».

Именно благодаря умелым действиям советских танковых корпусов осенью 1942 года удалось быстро окружить немецкие войска под Сталинградом. Летом 1943 года в районе Курска столкнулись бронированные кулаки вермахта и Красной Армии.

А встречный танковый бой 12 июля под Прохоровкой похоронил все надежды немцев на успех наступления.

Танки определили успех РККА при освобождении Украины, в Белорусской и Берлинской операциях. Заключительным аккордом танковых войск во Второй мировой войне стал разгром Квантунской армии, в ходе которого советская 6-я танковая армия прошла по пустыне Гоби и горам Большого Хингана, обеспечив победу с малыми потерями.

Союзники СССР – США и Великобритания создали в ходе войны несколько моделей танков, среди которых следует отметить английские «Черчилль» и «Кромвель» и американский «Шерман».

В послевоенные годы для большинства армий мира было характерно стирание различия между разными типами танков. Разрабатывались единые типы танков, сочетавшие в себе огневую мощь и защищенность тяжелого и высокую подвижность средних. Современные танки должны уничтожать огнем различные средства противника и закреплять успех стремительным продвижением вперед, обеспечивая окончательный разгром. Применение боевых машин в обороне делает ее устойчивой и активной, позволяя наносить внезапные контратаки.

Танки конструируются с учетом новых противотанковых средств – подкалиберных и кумулятивных снарядов, управляемых противотанковых ракет, а также принимая во внимание необходимость защиты от атомного и химического оружия.

Танки, стоящие на вооружении развитых стран (Россия, США, Великобритания, Франция, ФРГ), вооружены гладкоствольной, реже, нарезной пушкой, калибр которой 120–125 мм. Эти орудия оснащены стабилизаторами ствола, лазерными дальномерами, баллистическими вычислителями.

Сердце современного танка – многотопливный дизельный или газотурбинный двигатель, позволяющий развить скорость 50–70 км/ч.

Танк должен выдерживать различные разрушающие воздействия. На смену стальной пришла комбинированная броня, дополненная

слоями керамики и композитных материалов. Она покрыта динамической защитой, состоящей из зарядов взрывчатых веществ. На танках российского и украинского производства устанавливается так называемая «активная» защита, которая воздействует на подлетающий боеприпас.

Кроме того, танк защищен от поражающих факторов ядерного вооружения – ударной волны, проникающей радиации, светового излучения. Он оборудован системой маскировки в широком диапазоне (видимой, тепловой, радиолокационной), что позволяет незаметно подходить и внезапно атаковать противника.

Опыт современных войн показывает, что при правильном применении танки способны решать исход боевых действий. Танковые войска продолжают оставаться основой современных сухопутных войск.

# Телевидение

Телевидение основано на следующем принципе. В телецентре передаваемое изображение проектируется объективом на светочувствительную пластинку в специальной электронно-лучевой трубке. Эта пластинка состоит из мелких, изолированных друг от друга фотоячеек (фотоэлементов), в которых при различной их освещенности возникают электрические заряды различной силы. Электронный луч, выходящий из хвостовой части электронно-лучевой трубки, с большой скоростью и в определенной последовательности обегает все фотоячейки и снимает возникающие там заряды, превращая их в импульсы различной силы. Эти импульсы, усиленные и соответственно обработанные, передаются как видеосигналы и принимаются в телевизионном приемнике. Важнейшей частью этого приемника является приемная телевизионная трубка, имеющая флюоресцирующий экран, покрытый специальным веществом — люминофором.

Электронный луч в трубке, действуя синхронно с передающей станцией, с определенной скоростью обегает экран. Скорость движения электронного луча по экрану новейших телевизоров достигает почти 30 тыс. км/ч. Различная сила принимаемых сигналов вызывает в каждой точке приемного экрана различную силу свечения состава. Это и дает при быстрой смене кадров изображение, которое проектируется на экран. Телевизионное вещание можно рассматривать как высшую форму радиовещания, соединяющее в себе одновременно передачу по радио звука и изображения.

Идея передачи неподвижных изображений по проводам электрической линии связи была высказана еще в середине XIX в., вскоре после изобретения электромагнитного телеграфа. В 1875 г. в США была предложена система одновременной передачи изображения по отдельным точкам электрическими сигналами по телеграфным проводам, основанная на использовании селеновых фотоэлементов. Однако подобные устройства были чрезвычайно громоздкими из-за большого количества соединительных проводов и поэтому практического применения не получили.

Первое усовершенствование в области передачи изображения на расстояние разработал в 1878 г. французский ученый Де Пайва. Он предложил поочередную передачу по одной паре проводов электрических импульсов, интенсивность которых соответствует степени освещенности отдельного фотоэлемента «трубки». Однако технические средства того времени не позволяли осуществить эту идею на практике.

В истории развития телевидения особенно важным было изобретение так называемого «электрического телескопа», предложенного в 1884 г. немецким изобретателем П. П. Нипковым. Изобретение Нипкова положило начало разработке принципа механического разложения (развертки) изображения на элементы. У Нипкова для развертки применялся непрозрачный вращающийся диск со спирально расположенными отверстиями малого диаметра.

На приемной станции электрические импульсы преобразовывались в световые сигналы с помощью плоской неоновой лампы, благодаря быстрому изменению яркости ее свечения (в зависимости от изменения подводимого к электродам лампы напряжения сигнала). И наконец, при помощи аналогичного диска, вращающегося синхронно, воспроизводилось изображение (порядка 2×3 см). Правильное изображение получалось лишь тогда, когда диски передатчика и приемника вращались строго синхронно, чего достигнуть в то время было очень трудно. Установление необходимости синхронизации передающего и приемного устройства явилось очередным этапом развития телевизионных систем. Это позволило в последующем обходиться одним каналом связи между передатчиком и приемником.

В 1907 г. русский ученый Б. Л. Розинг предложил для воспроизведения телевизионных изображений использовать электронно-лучевую трубку.

Он использовал механическую систему развертки для передачи изображения, а электронную – для приема, и применил щелочные фотоэлементы с внешним фотоэффектом вместо селеновых. Сигналы от фотоэлемента подавались на пластины конденсатора, между которыми проходил электронный пучок, что вместе со специальной диафрагмой с отверстием позволяло осуществлять управление яркостью свечения экрана.

Создав действующую модель телевизора с единственной лампой – приемной электронно-лучевой трубкой, Б. Л. Розинг в 1911 г. получил простейшее изображение в виде 3–4-х параллельных линий, осуществив, по его терминологии, «катодную телескопию».

Современные электронно-лучевые трубки – результат работ многих изобретателей. Сначала – в 10–20-х годах XX в. – эти трубки имели серьезные недостатки, например, не было устройств для усиления импульсов, из-за несовершенства электронных ламп. В начале 20-х годов высказывались идеи об использовании радио для передачи изображений, проводились первые опытные телепередачи на большие расстояния.

К 30-м годам XX в., благодаря достижениям в разработке ламповых усилителей, фотоэлементов и вакуумной техники, положение изменилось. Внимание к электронно-лучевым трубкам возросло, и они вытеснили механические системы с диском Нипкова.

Развивая принцип работы приемной трубки, В. К. Зворыкин в 1929 г. в США создал приемную трубку с электростатической фокусировкой, названную им кинескопом. Аналогичные исследования велись и в Советском Союзе. К концу 30-х годов в СССР были созданы приемные трубки с магнитной фокусировкой и магнитным отклонением. В современных кинескопах обычно используется электромагнитная система управления лучом.

В современных передающих телевизионных трубках элементы оптического изображения преобразуются посредством фотоэффекта в электрические сигналы. Первую передающую телевизионную трубку, основанную на этих принципах, предложил в 1923 г. В. К. Зворыкин. Передача изображения в трубке была основана на разложении изображения, проектируемого на многоэлементный (мозаичный) фотокатод электронным лучом. Однако эта трубка не получила применения. В 1928 г. в США была создана передающая трубка имэдж-диссектор, также обладавшая рядом крупных недостатков.

Более совершенными явились телевизионные трубки, в которых использовался эффект накопления зарядов (в частности иконоскоп). Именно разработка работоспособной конструкции трубки с накоплением электрических зарядов явилась поворотным пунктом в развитии телевидения.

Идея трубки с емкостным накоплением заряда была предложена в 1930 г. советским физиком А. П. Константиновым и жившим в США В. К. Зворыкиным. В 1931–1932 гг. С. И. Китаевым было разработано устройство передающей электронно-лучевой трубки с мозаичным фотокатодом и переносом электронного изображения быстрыми электронами. Одновременно В. К. Зворыкин создает такую трубку и в США, где она получила название иконоскоп. Принцип действия и конструкция мозаичных фотокатодов трубок Китаева и Зворыкина были сходны. В 1933 г. инженер А. В. Москвин создает первый в Советском Союзе иконоскоп.

Иконоскоп – передающая телевизионная трубка с односторонней мозаикой и вторичной электронной эмиссией. Главной частью иконоскопа является мозаика, мозаичный фотокатод – пластинка слюды, покрытая с одной стороны большим количеством (несколько миллионов) зерен серебра (элементарных миниатюрных катодов) с нанесенным на них цезием, а с другой стороны – слоем металла. Импульсы разной силы (переменный ток, представляющий собой сигнал изображения и протекающий по замкнутой цепи на участке мозаика – нагрузка – мозаика) усиливаются и передаются на принимающую станцию.

Появление иконоскопа открыло новый, современный этап в развитии телевидения. В 1933 г. советскими учеными П. В. Тимофеевым и П. В. Шмаковым была создана новая конструкции передающей трубки. В этой трубке, названной по принципу своего действия иконоскопом с переносом изображения, или супериконоскопом, было два электрода – фотокатод и мозаичная мишень. Оптическое изображение проецировалось не на мозаику, а на сплошной полупрозрачный фотокатод с последующим переносом изображения на мозаику, которая подвергалась развертке электронным лучом. За счет вторичной эмиссии достигалось усиление электронного изображения, что улучшило качество изображения.

В 1931 г. в нескольких городах СССР начались регулярные передачи механического телевидения. В 1932 г. была осуществлена первая передача движущегося изображения. Регулярные телепередачи начались в 1936 г. почти одновременно в Германии и Великобритании. В СССР регулярные телепередачи начались в Москве и Ленинграде в 1939 г., в США – в 1941 году.

В 1939 г. американские инженеры А. Розе и Х. Ямсем создали ортikon, в котором электроны в развертывающем луче обладают малой скоростью, что, в основном, устраняло вторичную эмиссию электронов из мозaики.

В 1943 г. А. Розе, П. Венмер и Х. Лоу создали суперортikon, в котором были объединены положительные стороны супериконоскопа и ортикона. В этой конструкции была применена двухсторонняя емкостная мишень (мозaика). В суперортиконе достигается разделение областей заряда и разряда мозaики, перенос электронного изображения, а также усиление сигнала изображения электронным умножителем. Эта трубка является наиболее чувствительной современной передающей телевизионной трубкой. Чувствительность суперортикона намного превосходит чувствительность ортикона. Появление суперортикона сделало возможным передачу хорошего изображения не только из специально оборудованных освещенных студий, но и из театров, со спортивных площадок.

В 20-е годы начались работы по передаче цветных изображений. В 1925 г. советский инженер И. А. Адамян, предложил принцип последовательной передачи трех основных цветов изображения. Однако в то время еще не было условий для его реализации.

В процессе совершенствования техники телевидения системы цветного телевидения реализовывались в двух основных вариантах.

Первый вариант – последовательная передача цветных изображений с достаточно большой скоростью. Разложение цветов на три основные составляющие и воспроизведение их при приеме осуществляется при помощи вращающегося дискового трехцветного светофильтра. Он устанавливался между рассматриваемым объектом и фотокатодом передающей трубки, с одной стороны, и перед экраном приемной трубки, с другой. Каждому цветному кадру соответствует свой импульс, который усиливается и последовательно передается, как и в черно-белом телевидении. Ввиду того, что количество импульсов здесь увеличивается в три раза, вместо 25 кадров в секунду нужно передавать 75 кадров – трижды каждый кадр – через красный, зеленый и синий светофильтры.

Впервые опыт цветного телевидения по этому принципу был осуществлен на малом экране Дж. Бэрдом в Англии в 1928 году.

Хотя цветное телевидение с кадровой сменой цветов при помощи вращающегося диска являлось наиболее простым, оно имело ряд недостатков: при передаче происходило изменение цветов из-за набегания одного цвета на другой, а при быстром движении объекта возникали цветные ореолы.

Второй вариант был основан на одновременной передаче цветов. Здесь тоже необходимо разложение всей гаммы цветов на три основных цвета, но их передача и прием осуществляются одновременно при помощи трех передающих и трех приемных трубок со своими каналами связи. Он также имел свои недостатки: были необходимы тройной комплект видеоустройств как в передатчике, так и в приемнике и расширенная (утроенная) по сравнению со стандартом черно-белого телевидения полоса видеочастот. Возникали трудности и в регулировке приема. Долго не удавалось добиться оптического совмещения трех изображений на общем экране. Обе эти системы были несовместимы с черно-белым телевидением.

В 1953 г. была разработана система цветного телевидения с одновременной передачей цветов без увеличения полосы частот видеосигналов. Она совместима с черно-белым телевидением и делает возможным просмотр цветной передачи на телевизорах черно-белого изображения, при этом на цветном телеприемнике можно смотреть черно-белое изображение обычной программы. Главной частью телеприемника такой системы является специальная приемная трубка с трехлучевым круглым трехцветным экраном. В передающей камере имеются три трубки со светофильтрами.

В 50-е годы был сконструирован плоский кинескоп в форме прямоугольного параллелепипеда, упростивший схему цветного телевизора. В нем внутренняя поверхность передней стенки колбы имела цветной мозаичный флуоресцирующий слой. Непосредственно за экраном размещалась так называемая теневая маска – непрозрачная для электронного луча защитная пластинка с огромным количеством небольших отверстий, а сама трубка имела трехлучевую электронную пушку (катод) и сложную систему развертки. Для получения в нужной точке нужного цвета, электронный пучок проходил через маску так, что каждый из трех лучей возбуждал в соответствующей точке цветную мозаику экрана, создавая пятно определенного цвета. Маска производит разделение цветных составляющих. Большое количество

близко расположенных отдельных точек разного цвета на таком экране сливалось при просмотре в общую цветную картину.

Передача телевизионного сигнала ограничивается прямой видимостью, поэтому антенны транслирующих станций устанавливали на высоких объектах или строили специальные вышки. Позже стали строить небольшие ретранслирующие станции, расположенные на расстоянии прямой видимости. После начала космических полетов стали запускать специальные спутники связи. Нескольких таких спутников достаточно, чтобы ретранслировать сигналы в любую точку Земли.

# Телеграф

Передавать информацию на расстояние люди научились еще в древности. Считается, что еще при Юлии Цезаре в I в. до н. э. в армии Древнего Рима существовала своеобразная телеграфная служба. Информация передавалась при помощи горящих факелов. Например, один взмах факела обозначал «враг приближается», два – «все в порядке» и т. п. Примерно такая же сигнализация существовала и у запорожских казаков. На высоких местах устанавливались бочки со смолой на расстоянии прямой видимости друг от друга.

Кроме оптических способов передачи информации существовали и акустические. Так, до сих пор африканские племена передают информацию при помощи тамтамов.

В 1791 г. во Франции Клод Шапп изобрел оптический телеграф. В 1794 г. линия оптического телеграфа соединила Париж и Лилль, расстояние между которыми было 225 км. Передающее семафорное устройство из подвижных реек устанавливалось на башне. Линию оптического телеграфа составляла цепочка башен, расположенных на расстоянии прямой видимости. Передача осуществлялась от одной башни к другой, поэтому требовала длительного времени. Работа телеграфа полностью зависела от атмосферных условий.

В 1794 г. оптический телеграф создал русский механик И. П. Кулибин. Его система семафоров была подобна системе Шаппа. Код для передачи сигналов был сведен Кулибиным к одной таблице и был более совершенным, поскольку увеличивал скорость передачи сигналов.

В 1839 г. начала работу самая длинная в мире линия оптического телеграфа, соединившая Петербург и Варшаву. Ее протяженность – 1200 км. Она действовала на протяжении 15 лет.

В XVIII в. были изучены свойства электричества, в частности, была обнаружена способность электрических зарядов с большой скоростью распространяться по изолированному проводнику. Это послужило основой для изобретения электрического телеграфа.

Первое предложение об электростатическом телеграфе было опубликовано в 1753 г. в Шотландии анонимным автором, который

рекомендовал, подвесив на изоляторах проволоки, количество которых было бы равно количеству букв в алфавите, посылать по соответствующей проволоке электрический заряд, под действием которого на приемном конце притянется бумажка с обозначенной на ней буквой. Испанский инженер Ф. Сальва осуществил в 1785 г. эту идею, построив телеграфную линию между Мадридом и Аранхуэсом протяженностью в 50 км.

Однако опыты эти были неудачными. Для осуществления электрической связи нужен электрический ток, который в те годы был еще неизвестен. В 1800 г. итальянский ученый А. Вольта создал первый электрохимический источник постоянного тока. И уже в 1801 г. Ф. Сальва попытался создать электрохимический телеграф. В 1809 г. баварский анатом С. Т. Земмеринг представил Мюнхенской академии наук свой проект электрохимического телеграфа. Этот проект и получил наибольшую известность.

В телеграфе Земмеринга, как и раньше, использовался сигнальный сосуд, но с водой не простой, а подкисленной. В сосуде размещалось 25 электродов, 24 из которых обозначали отдельную букву. Они были соединены с вольтовым столбом, установленным на передающей станции. Сигнал в виде электрического тока посылался по проводам и обнаруживался по пузырькам газа, выделявшимся на электродах при электролизе подкисленной воды. Но регистрация сигналов с помощью пузырьков была неудобна и ненадежна. Хотя впоследствии количество сосудов и было сокращено, проект был сдан в архив. Для электрической связи нужен был не только ток, но и удобный способ регистрации сигналов.

В 1820 г. датский ученый Г.-Х. Эрстед открыл магнитное действие тока. В том же году французский физик Андре-Мари Ампер нашел способ усиления действия тока на магнитную стрелку: для этого провод надо было намотать спиралью.

Электрический телеграф был разработан П. Л. Шиллингом в 1828–1832 годах. Его действие основано на визуальном приеме кодовых знаков. Приемная часть телеграфа представляла собой укрепленную на нити магнитную стрелку, находившуюся внутри рамки, обтекаемой током. В зависимости от направления тока в рамке стрелка могла поворачиваться в ту или другую сторону. Вместе со стрелкой поворачивался и небольшой картонный диск, укрепленный

на той же нити. Используя два направления тока, общий обратный провод и оригинальный код, составленный из комбинаций отклонений дисков шести мультипликаторов, Шиллинг смог передавать все буквы алфавита и цифры, ограничившись всего восемью проводами, соединяющими передающую и приемную станции. На современной терминологии код, использовавшийся Шиллингом, называется параллельным (одновременная передача кодовых знаков), шестизначным, или шестиэлементным (шесть кодовых знаков), и бинарным (каждый кодовый знак имеет одно из двух значений).

П. Л. Шиллинг положил начало кодоимпульсному методу, который широко применяется в современной телемеханике. Заслуживает также внимания использование в данной конструкции телеграфа специального жидкостного демпфера, нашедшего позднее применение в различных электрических приборах.

В процессе разработки проекта подводной телеграфной линии Петергоф – Кронштадт (1837 г.) Шиллингом был впервые применен каучук для изоляции подводного кабеля, а также указана возможность использования воды или земли в качестве обратного провода.

Впоследствии, усложнив код, П. Л. Шиллинг обходился одной стрелкой и одной парой проводов. Затем появилось много модификаций одно-, двух-, трех-, пятистрелочного телеграфа, которые находили практическое применение.

В 1843 г. была построена линия, соединявшая Петербург и Царское Село, протяженностью 25 км.

В конструкциях стрелочных телеграфных аппаратов различных авторов были и удачные находки. Среди них следует отметить электромагнитное реле Ч. Уитстона и однопроводную систему передачи К-А. Штейнгеля. Реле служило для своеобразного усиления слабых токов, позволяя с их помощью коммутировать (включать и выключать) цепь с относительно большим током. Однопроводная же линия связи упрощала соединение передающей и приемной станции. В такой линии один из пары проводов был убран и заменен заземлением – закопанными в землю металлическими пластинами, к которым присоединялись освободившиеся концы проводов на передающей и приемной станциях. При использовании заземления ток течет только по одному проводу линии связи, а избыток зарядов в передающей и приемной станциях стекает в землю.

Стрелочный телеграф имел ряд недостатков, в частности, он не позволял автоматически записывать принятые сигналы. Несмотря на это, даже в конце XIX и начале XX в. он использовался для передачи команд на больших кораблях.

Для создания самопишущего электромагнитного телеграфа нужны были новые идеи. Пришли они, однако, не от ученых и инженеров. Новая идея родилась у американского художника Самуэля Морзе, который в 1837 г. изобрел конструкцию самопишущего телеграфного аппарата. В следующем году С. Морзе разработал код для своего телеграфа. В разработке конструкции аппарата и телеграфного кода Самуэлю Морзе оказывал помощь американский эксперт Альфред Вейл. Наконец-то телеграф оправдал свое название и стал писать на расстоянии.

В 1844 г. первая коммерческая телеграфная линия системы Морзе соединила столицу США, Вашингтон, с Балтимором на атлантическом побережье, и с тех пор электромагнитный телеграф начал свое победное шествие по всем странам мира. Этот успех был обусловлен как широкими возможностями самопишущей телеграфии, так и простотой конструкции нового аппарата в сочетании с простотой азбуки Морзе.

Телеграфная система Морзе позволяла увеличить скорость передачи до десятков букв в минуту (около 15 слов в минуту). Следующий этап в становлении телеграфа заключался в объединении телеграфа и пишущей машинки. Вместо телеграфного аппарата, пишущего азбукой Морзе, получился буквопечатающий телеграфный аппарат. В современных системах буквопечатающей телеграфии используется для передачи разных символов специальный трехрегистровый пятизначный код.

В 1855 г. английский изобретатель Д. Э. Юз разработал буквопечатающий аппарат. В основу его работы был положен принцип синхронного движения скользящего передатчика и колеса приемника. Опытный телеграфист на этом аппарате мог бы осуществлять передачу со скоростью до 40 слов в минуту.

Рост производительности телеграфных аппаратов стал ограничиваться возможностями телеграфистов. При длительной работе они могли передавать 240–300 букв в минуту. Необходимо было заменить ручную работу механизмами, которые бы предварительно

фиксируют информацию, а затем передавали ее с постоянной скоростью без участия человека. Для этого телеграммы стали записывать на перфоленду.

В 1858 г. англичанин Ч. Уитстон создал реперфоратор – устройство для пробивания отверстий в бумажной ленте в соответствии с сигналами азбуки Морзе, поступающего от телеграфного передатчика. Одновременно он пробивает равномерный ряд отверстий, облегчающих протягивание ленты. Реперфоратор применяют при приеме телеграмм на транзитных телеграфных станциях. Последующая их передача осуществляется с помощью трансмиттера – устройства, в котором комбинации знаков автоматически преобразуются в электрические сигналы.

В 1858 г. русский изобретатель Слонимский разработал метод одновременной передачи двух пар телеграфных сообщений в противоположных направлениях по одному проводу. Разновидность этого метода – дифференциальный дуплекс – широко применяется в телеграфии.

В 1869 г. Г. И. Морозов разработал аппаратуру частотного уплотнения линий связи. Это позволило передавать по одной линии несколько сообщений сигналами переменного тока разной частоты.

Проблему последовательного многократного телеграфирования по одному проводу решил француз Ж. Бодо. В 1872 г. он создал двукратный аппарат, скорость передачи в котором достигала 360 знаков в минуту. Примененный Бодо принцип временного уплотнения линии используется и в современных телеграфных аппаратах. Аппарат Бодо с небольшими изменениями эксплуатировался до середины XX в. Помимо телеграфного аппарата Бодо конструировал дешифраторы, печатающие механизмы и распределители.

В 1874 г. Т. А. Эдисон и Д. Преслот создали прибор с квадруплексной схемой, обеспечивавшей передачу по одной линии 4 телеграмм одновременно.

В 1880 г. Г. Г. Игнатьев предложил способ одновременного телеграфирования и телефонирования по одной линии.

Телеграф начал учиться рисовать в 1839 г., когда академик Б. С. Якоби создал самопишущий телеграф. В нем был применен принцип электрической синхронно-синфазной связи, который является сейчас одним из фундаментальных принципов современной техники

дистанционной передачи и следящего электропривода. В телеграфах с синхронно-синфазной связью стрелки передающего и приемного аппаратов совершали равномерно-прерывистое шаговое движение, перемещаясь с одинаковой скоростью (синхронно) и занимая одинаковое пространственное положение (синфазно).

Но по-настоящему рисовать телеграф научился, когда начиная с 1843 г. стали возрождать в новом виде электрохимический телеграф, который искусно копировал и передавал любые изображения.

Практическое применение получил вариант такого телеграфа итальянского аббата Казелли, названный им пантелеграфом.

Принцип действия телеграфа прост: два железных острия на передающей и приемной станциях движутся синхронно по металлическим поверхностям, прочерчивая на них густую сеть параллельных линий. На передающей станции под острие подкладывают лист металлической фольги, на котором токонепроводящими чернилами нанесено передаваемое изображение. На приемной станции под острие подкладывают лист бумаги, пропитанный водным раствором железосинеродистого калия. При протекании тока такой раствор разлагается, окрашивая бумагу в синий цвет.

Когда непроводящий участок изображения на фольге разрывает электрическую цепь, в реле на приемной станции замыкаются контакты. Таким образом, под действием тока от батареи на листе под движущимся металлическим острием остается след в виде параллельных цветных штрихов, воспроизводящих передаваемое изображение.

В современной фототелеграфии считывающее острие заменено оптическим лучом. Он отражается непосредственно от бумаги с изображением и затем преобразуется фотоэлементом в электрический сигнал. В приемном фототелеграфном аппарате металлическое острие также заменено оптическим лучом от лампы, которая светится под действием принятого и усиленного электрического сигнала. Этот луч и рисует изображение на фотобумаге. Изменена также кинематика сканирования (перемещения) оптического луча: вместо качания маятника и поворота рычага использовано вращение барабана вокруг оси и его поступательное перемещение вдоль этой оси. При этом линия сканирования луча имеет вид густой спиральной линии.

Электрический телеграф явился первым электротехническим устройством, предназначенным для широкого практического использования.

Интенсивное развитие электрических телеграфов во второй половине XIX в. явилось одним из следствий промышленного переворота, когда бурно развивавшиеся производство, торговля и мореплавание потребовали создания более совершенных средств связи. Так, в 1860 г. в России было 160 телеграфных станций, общая длина линий связи составляла 27 000 км. К 1870 г. число станций возросло до 714, длина линий – до 91 000 км. В 1871 г. была открыта самая длинная в мире телеграфная линия, соединившая Москву и Владивосток. Ее протяженность – 12 000 км.

К началу XX в. общая протяженность телеграфных линий в мире составила 8 млн км.

# Телескоп

Телескоп – устройство, предназначенное для наблюдения за небесными объектами – планетами, звездами, туманностями и галактиками. Слово «телескоп» образовано от двух греческих слов, обозначающих «вдаль» и «смотрю».

Первое устройство для наблюдения за отдаленными объектами – зрительную трубу – изобрел в начале XVII в. датский оптик И. Липперсгей. Ее схема была следующей: на переднем конце трубы была укреплена двояковыпуклая линза – объектив. Проходя через объектив, свет собирается в фокусе, где получается изображение небесного тела. На другом конце трубы находится окуляр, позволяющий рассматривать изображение в увеличенном виде. Сила увеличения этого оптического прибора зависит от размеров и выпуклости объектива и окуляра.

Вскоре после изобретения трубы о ней узнал итальянский ученый Галилео Галилей. Он увлекся задачей конструирования «перспективы», как тогда называли телескоп. Сначала он соорудил трубу с трехкратным увеличением, а позже довел этот показатель до тридцатикратного.

Галилей первым использовал подзорную трубу для астрономических наблюдений. Впервые он сделал это 7 января 1610 г. Даже скромных возможностей трубы Галилея хватило для нескольких открытий.

Галилей обнаружил, что поверхность Луны неровная и там, как и на Земле, есть горы и долины. Была раскрыта тайна Млечного Пути. Итальянец обнаружил, что Галактика является не чем иным, как собранием громадного множества звезд.

Помимо этого, Галилей открыл сразу четыре спутника Юпитера, которые назвал в честь Великого герцога Тосканского Козимо II Медичи «Медичейскими звездами».

В книге «Звездный вестник» ученый рассказал о своих наблюдениях. Его открытия вызвали ожесточенную полемику. Многие считали открытия Галилея иллюзией, порожденной зрительной трубой.

Галилей продолжил свои наблюдения. Рассматривая в телескоп Сатурн, он обнаружил по обе стороны планеты пятна. Он решил, что это такие же спутники, как у Юпитера. Два года спустя, к своему недоумению, исследователь увидел эту же планету в «полном одиночестве». Он так и не смог найти объяснения загадки. Лишь полвека спустя голландец Х. Гюйгенс открыл, что на самом деле это было кольцо, окружающее Сатурн.

Дальнейшие исследования звездного неба позволили Галилею совершить еще несколько открытий. Он заметил, что Венера, «подражая» Луне, меняет свой облик. Это послужило решающим доказательством того, что Венера, в соответствии с теорией Коперника, вращается вокруг Солнца.

Галилей открыл пятна на Солнце и убедился, что Солнце вращается вокруг своей оси.

Независимо от Галилея, и даже раньше него, в 1609 г. внешний лик Луны с помощью телескопа зарисовал английский математик Т. Харриот. А приоритет открытия спутников Юпитера оспаривал у итальянца немец С. Мариус.

Галилей за пропаганду идей Коперника был подвергнут суду инквизиции и публично отрекся от своих взглядов. Церковь реабилитировала его лишь в 1980 г. В том же году журналы его наблюдений заново просмотрели историки астрономии. Они установили, что зимой 1612–1613 гг. ученый наблюдал планету Нептун, правда, приняв ее за звезду.

Эстафету создания телескопов подхватил у Галилея польский астроном-наблюдатель Ян Гевелий. В 1641 г. в Гданьске на крышах трех своих домов он оборудовал обсерваторию. Создание собственных телескопов Гевелий начинал со сравнительно небольших труб длиной 2–4 м. Совершенствуя технику изготовления, он сумел довести размеры телескопов до 10–20 м. Крупнейший из телескопов Гевелия не поместился в его обсерватории, и этот инструмент пришлось установить за городом, укрепив на специальной мачте высотой в 30 м. Длина трубы этого телескопа достигала 45 м.

Гевелий, как и Галилей, использовал в качестве объектива для своих труб двояковыпуклую линзу. Такие линзовые телескопы называют телескопами-рефракторами. Доведя свои телескопы до очень больших размеров, Гевелий смог добиться довольно значительных

увеличений при удовлетворительном качестве изображения. Но он не смог расширить возможности своих телескопов для наблюдений слабых объектов. Это связано с тем, что обнаружение слабых объектов требует увеличения поверхности объектива. Но создание больших линзовых телескопов было сопряжено с непреодолимыми техническими трудностями.

Астрономы смогли решить эту проблему, используя в качестве объектива вогнутые зеркала. Изготовление больших вогнутых зеркал намного проще, чем изготовление линз тех же размеров. Телескопы с зеркальными объективами получили название отражательных телескопов, или телескопов-рефлекторов.

В рефлекторе вогнутое зеркало помещается в нижнем конце трубы. Отражаясь от него, свет собирается у верхнего конца трубы, где при помощи небольшого зеркала отводится наблюдателю.

Небольшие телескопы-рефлекторы мастерил в своей домашней лаборатории еще И. Ньютон в 60–70-е годы XVII в. Первые крупные телескопы такого типа изготовил в конце XVIII в. англичанин В. Гершель. У них были огромные объективы, позволявшие наблюдать очень слабые объекты. Самый крупный из зеркальных телескопов Гершеля имел зеркало поперечником 120 см при длине трубы 12 м. Вверх-вниз он двигался при помощи блоков, а вращался вокруг своей оси на специальной платформе. В 1789 г. при помощи своего телескопа Гершель открыл первую планету Солнечной системы, названную Ураном.

У телескопов-рефлекторов тоже есть серьезные недостатки. Поле обзора таких телескопов, как правило, мало: в него не помещается даже диск Луны. Это вызывает серьезные неудобства, особенно при фотографировании объектов большой площади, поскольку обзор требует смещения всего инструмента. Кроме того, телескопы-рефлекторы в большинстве случаев не пригодны для точных позиционных измерений.

В связи с этим, в начале XIX в. конструкторская мысль вновь обратилась к линзовым телескопам-рефракторам. Их быстрое усовершенствование произошло благодаря мастерству Й. Фраунгофера. Он соединил в объективе линзы из двух различных сортов стекла – кронгласа и флинтгласа. Оба изготавливаются из кварцевого стекла, различаясь лишь применяемыми добавками.

Различные коэффициенты преломления света в этих стеклах позволяют резко ослабить окрашивание изображений – основной недостаток линзовых систем, с которым безуспешно боролся Ян Гевелий.

Фраунгофер первым научился изготавливать крупные линзовые объективы, у которых поперечники были в несколько десятков сантиметров. Ему удалось преодолеть трудности, связанные с тонкостями технологии варки стекла и охлаждения готового стеклянного диска. Диск, из которого предстоит отшлифовать объектив, должен быть сварен без пузырей и охлажден таким образом, чтобы в нем не возникло никаких напряжений. Напряжения могут привести к неравномерным изменениям формы объектива, шлифуемого с точностью до десятитысячных долей миллиметра.

Фраунгофер не только усовершенствовал оптику телескопа-рефрактора, но и превратил его в высокоточный измерительный инструмент. Его предшественникам не удалось найти удачного решения, того, как вести телескоп за звездой. Из-за суточного движения небесной сферы звезда постоянно перемещается и, двигаясь по кривой, быстро выходит из поля зрения неподвижного телескопа.

Фраунгофер наклонил ось вращения телескопа, направив ее в полюс мира. Для слежения за звездой достаточно было вращать его вокруг одной только полярной оси. Фраунгофер автоматизировал этот процесс, добавив к телескопу часовой механизм.

Фраунгофер уравновесил все подвижные части телескопа. Несмотря на большой вес, они повинуются легкому нажиму.

В 1824 г. Фраунгофер изготовил первоклассный телескоп для обсерватории в Дерпте.

Во второй половине XIX в. лучшие телескопы изготавливал американский оптик А. Кларк. В 1885 г. он изготовил для пулковского телескопа-рефрактора крупнейший в то время объектив диаметром 76 см. В 1888 г. на горе Гамильтон близ Сан-Франциско был сооружен телескоп с диаметром объектива 92 см работы Кларка. Вскоре на крыше обсерватории Чикагского университета установили телескоп с объективом в 102 см, который также сделал Кларк.

По конструкции все вышеперечисленные телескопы были повторением телескопов Фраунгофера. Они легко управлялись, но из-

за поглощения света в стеклах объектива и прогибания труб размеры этих телескопов оказались предельными для конструкций такого рода.

Внимание астрономов-конструкторов вновь обратилось к телескопам-рефлекторам.

В 1919 г. в Калифорнии в Маунт-Вилсоне вступил в строй телескоп-рефлектор с поперечником зеркала 2,5 м. Опыт его изготовления был учтен в проекте 5-метрового телескопа, на сооружение которого ушло четверть века. Он вступил в строй в 1949 г. в обсерватории Маунт-Паломар.

После Великой Отечественной войны в Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР был введен в строй самый крупный в Европе телескоп-рефлектор с поперечником зеркала 2,6 м. Накопленный опыт позволил советским оптикам построить крупнейший в мире телескоп-рефлектор с поперечником зеркала 6 м. Его 24-метровая труба весит 300 т, а зеркало – 42 т. Зеркало телескопа в любом положении должно находиться в состоянии невесомости. Оно лежит на 60 опорных точках. Три из них несущие, остальные – опорные.

Ведение инструмента за звездами осуществляет ЭВМ. Она рассчитывает смещение звезд, внося поправки на влияние рефракции и изгиб трубы, и поворачивает телескоп с необходимой скоростью. Масса подвижной части телескопа составляет 650 т.

В отличие от парагалактической монтировки, применявшейся Фраунгофером, в этом телескопе применена азимутальная монтировка. Сам телескоп называется БТА – большой телескоп азимутальный.

После долгих поисков места телескоп БТА был установлен в предгорьях Северного Кавказа близ станции Зеленчукская на высоте 2070 м и вступил в строй в 1975 году.

В 1931 г. американец К. Янский при помощи антенны, предназначенной для исследования грозových радиопомех, зарегистрировал радиоизлучение космического происхождения (от Млечного Пути). Длина его волны составляла 14,6 м.

В 1937 г. в США Г. Ребер построил первый радиотелескоп для исследования космического радиоизлучения – рефлектор диаметром 9,5 м.

Важнейшей характеристикой оптических приборов является разрешающая способность. Она равна наименьшему углу, под которым

два объекта различаются данным прибором как самостоятельные. Для человеческого глаза в обычных условиях разрешающая способность составляет около Г. Разрешающая способность телескопа увеличивается с увеличением диаметра телескопа и уменьшением длины волны принимаемого излучения. Для оптических телескопов этот показатель ограничен атмосферой и не превышает 0,3 м.

В радиоастрономии этот показатель долгие годы был гораздо ниже, поскольку длина радиоволн в десятки тысяч раз больше, чем длина волн видимого света. В связи с этим возникла необходимость в постройке радиотелескопов с огромными объективами – параболоидами. Но разрешение радиотелескопов долгое время оставалось недостаточным. Оно составляло минуты и десятки минут. Это не давало возможности изучать тонкую структуру наблюдаемых на небе объектов и даже определять их протяженность.

Эта трудность была преодолена сооружением радиоинтерферометров. Они представляют собой два радиотелескопа, отнесенных друг от друга на сотни и тысячи километров. Сравнение одновременных наблюдений на обоих телескопах дает возможность добиться разрешающей способности до 0,00Г. Первый радиоинтерферометр был построен в Австралии в 1948 г. В 1967 г. были проведены первые наблюдения на интерферометрах с независимой записью сигналов и сверхбольшими базами.

В 1953 г. был сооружен первый крестообразный радиотелескоп. Полноповоротный радиотелескоп с диаметром параболоида 76 м был сооружен в английской обсерватории Джодрелл Бэнк. Позже в Эффельсберге (ФРГ), в радиотехническом институте им. М. Планка был построен телескоп с диаметром зеркала 100 м.

Крупнейший неподвижный радиотелескоп с неподвижной сферической чашей диаметром 300 м был построен в специально подготовленном кратере вулкана Аресибо (Пуэрто-Рико).

В 1976 г. вступил в строй радиотелескоп Академии наук СССР с поперечником 600 м – РАТАН-600. Элементы его зеркала – вертикально установленные на круговом фундаменте плоские отражающие панели размером 7,4 на 2,1 метра. Каждая панель смонтирована на отдельной ферме, которая может перемещаться в небольших пределах взад-вперед и поворачиваться в пределах 70°. Число панелей – около тысячи.

Наблюдения выполняются в отдельных секторах РАТАНа. По команде оператора в соответствии с программой ЭВМ панели разворачиваются в строго рассчитанные положения.

# Телефон

В 60–70-е годы XIX в. наряду с развитием проволочного телеграфа стояла задача передачи по проводам человеческой речи в виде электрических сигналов.

Первый телефонный аппарат был создан в начале 60-х годов XIX в. англичанином И. Ф. Райсом. С его помощью можно было передавать музыку, однако передача человеческой речи была затруднена.

Дальнейшую разработку телефона вели в 70-е годы XIX в. американцы А. Г. Белл и И. Грей. Участвуя в конкурсе на решение проблемы уплотнения телеграфных цепей, они обнаружили эффект телефонирования. 14 февраля 1876 г. они оба сделали заявки на телефонные аппараты, которые можно применять на практике. Белл опередил Грея на два часа, и приоритет остался за ним. Грей возбудил процесс против Белла, но проиграл его.

В телефоне Белла звук преобразовывался в электрические колебания, которые индуцировались в электромагните вибрирующей металлической жесткой пластинкой, замененной впоследствии гибкой пластинкой – мембраной. Индуцированный ток, а следовательно, и звук были очень слабыми. Несколько месяцев спустя Белл продемонстрировал разработанный им электромагнитный телефон, выполнявший функции передатчика и приемника.

Телефонные трубки Белла хорошо передавали речь лишь на небольшом расстоянии и обладали рядом недостатков, делавших невозможным их практическое применение.

Над усовершенствованием телефона работали многие изобретатели. Уже в 1877 г. Д. Э. Юз изобрел стержневой угольный микрофон, а в 1878 г. русский изобретатель М. Махальский сконструировал более чувствительный порошковый угольный микрофон.

В 1878 г. свою конструкцию телефонного аппарата предложил Т. А. Эдисон. Он ввел в схему телефона индукционную катушку и применил микрофон из прессованной сажи. Это позволило передавать звук на большое расстояние.

Первая в мире телефонная станция была построена в 1878 г. в американском городе Нью-Хейвен по проекту венгра Пушкаша. В 1879 г. телефонная станция была сооружена в Париже, а в 1881 г. – в Берлине, Петербурге, Москве, Одессе, Риге и Варшаве.

На первых порах для телефонной связи использовались телеграфные линии. Но заманчивая экономия в проводах, достигнутая в однопроводных телеграфных линиях связи, обернулась резким ухудшением качества связи вследствие индукцирования токов от соседних линий. Пришлось вернуться к двухпроводной линии передачи, где помехи, наведенные в каждом из проводов, взаимно компенсировались. А для большего уменьшения влияния наведенных помех параллельные провода линии через определенное расстояние скрещивались.

Первые телефонные станции были ручными. Соединения на них производили телефонистки вручную по вызову одного из абонентов. Но одна телефонистка могла обслужить не более двухсот аппаратов. Кроме того, на каждое соединение уходило слишком много времени. Требовалось автоматизировать процесс коммутации. И уже в 1879 г. американские изобретатели М. Д. и Т. Э. Кеннеди и Т. И. Мак-Тай запатентовали устройство, в котором сигналы вызывающего абонента управляли автоматом, установленным на центральной станции: автоматический коммутатор осуществлял поиск нужного абонента и соединение с ним. Телефонный аппарат обрел номеронабиратель. С его помощью создавалась серия импульсов, посылаемых на автоматическую телефонную станцию (АТС) для управления коммутатором.

В 1882 г. П. М. Голубицкий изобрел высокочувствительный телефон и сконструировал настольный телефонный аппарат с рычагом для автоматического переключения схемы за счет изменения положения трубки. Такой принцип сохранился и в современных телефонах.

В 1885 г. Голубицкий предложил схему телефонной станции с электропитанием от центральной батареи, расположенной на самой станции. Она позволяла создать центральные телефонные станции на несколько тысяч абонентов.

В 1887 г. русский изобретатель К. А. Мосцицкий создал «самодействующий центральный коммутатор». В отличие от

современных АТС соединение осуществлялось без телефонистки, но управлялся он самими абонентами.

В 1889 г. американец А. Строунджер получил патент на шаговый искатель – переключающее устройство для соединения абонентских линий в автоматических телефонных станциях.

В 1893 г. русские изобретатели М. А. Фрейденберг и С. М. Бердичевский-Апостолов предложили свой «телефонный соединитель» – автоматическую телефонную станцию с шаговыми искателями. В 1895 г. Фрейденберг запатентовал идею и конструкцию АТС с предыскателями (устройством для автоматического поиска вызываемого абонента), а 1896 г. – искатель машинного типа. В 1896 г. Бердичевский-Апостолов создал оригинальную систему АТС на 11 тысяч номеров.

Первая действующая АТС была сооружена в 1896 г. в Огасте (США).

В конце XIX– начале XX в. бурно строились линии телефонной связи. Внутри городов связь осуществлялась как при помощи воздушной телефонной сети, так и путем прокладки подземных кабелей. Наибольшую протяженность в то время имели линии Париж – Брюссель (320 км), Париж – Лондон (498 км) и Москва – Петербург (660 км).

В 1915 г. инженер В. И. Коваленков разработал и применил в России первую дуплексную телефонную трансляцию на триодах. Установка на линии такого промежуточного усилительного пункта позволила значительно увеличить дальность связи.

К 1910 г. в мире действовало около 10 000 АТС и было установлено около 10 млн телефонных аппаратов.

Развитие телефонной сети требовало разработки систем многоканальной связи. Еще в 1880 г. Г. Г. Игнатъев предложил способ одновременного телеграфирования и телефонирования.

В середине 20-х годов XX в. практически завершился переход от телефонирования токами тональных частот (до 3400 герц) к высокочастотной связи (выше 16 000 герц).

Изобретение высокоизбирательных электрических фильтров и модуляторов позволило создать системы многоканальной связи с частотным разделением каналов. Стали использоваться кабельные,

радиорелейные и спутниковые линии связи, рассчитанные на большое количество каналов (до 10 000 и более).

Проводная телефонная связь и сейчас остается наиболее распространенным видом связи в мире.

# Тепловая электростанция

На тепловых электростанциях производится преобразование тепловой энергии, выделяющейся при сжигании органического топлива (уголь, торф, сланцы, нефть, газы), в механическую, а затем в электрическую. Здесь химическая энергия, заключенная в топливе, проходит сложный путь преобразований из одной формы в другую для получения электрической энергии.

Преобразование энергии, заключающейся в топливе, на тепловой электростанции представляется возможным разделить на следующие основные стадии: преобразование химической энергии в тепловую, тепловой – в механическую и механической – в электрическую.

Первые тепловые электростанции (ТЭС) появились в конце XIX в. В 1882 г. ТЭС была построена в Нью-Йорке, в 1883 г. – в Петербурге, в 1884 г. – в Берлине.

Среди ТЭС большую часть составляют тепловые паротурбинные электростанции. На них тепловая энергия используется в котельном агрегате (парогенераторе).

Одним из важнейших элементов котельного агрегата является топка. В ней химическая энергия топлива в ходе химической реакции горючих элементов топлива с кислородом воздуха превращается в тепловую энергию. При этом образуются газообразные продукты сгорания, которые и воспринимают большую часть тепла, выделившегося при сгорании топлива.

В процессе нагрева топлива в топке образуется кокс и газообразные, летучие вещества. При температуре 600–750 °С летучие вещества воспламеняются и начинают гореть, что приводит к повышению температуры в топке. При этом начинается и горение кокса. В результате образуются дымовые газы, выходящие из топки при температуре 1000–1200 °С. Эти газы используют для нагрева воды и получения пара.

В начале XIX в. для получения пара применяли простые агрегаты, в которых подогрев и испарение воды не разграничивались. Типичным представителем простейшего типа паровых котлов являлся цилиндрический котел.

Для развивающейся электроэнергетики требовались котлы, вырабатывающие пар высокой температуры и высокого давления, поскольку именно при таком состоянии он дает наибольшее количество энергии. Такие котлы были созданы, и их называли водотрубными котлами.

В водотрубных котлах топочные газы обтекают трубы, по которым циркулирует вода, тепло от топочных газов передается через стенки труб воде, которая превращается в пар.

Современный паровой котел работает следующим образом.

Топливо сгорает в топке, у стен которой расположены вертикальные трубы. Под действием тепла, выделившегося при сжигании топлива, вода, находящаяся в этих трубах, кипит. Образующийся при этом пар поднимается в барабан котла. Котел представляет собой толстостенный горизонтальный стальной цилиндр, заполняемый водой до половины. Пар собирается в верхней части барабана и выходит из него в группу змеевиков – пароперегреватель. В пароперегревателе пар дополнительно нагревается выходящими из топки дымовыми газами. Он имеет температуру более высокую, чем та, при которой вода кипит при данном давлении. Такой пар называется перегретым. После выхода из пароперегревателя пар поступает к потребителю. В газоходах котла, расположенных после пароперегревателя, дымовые газы проходят через другую группу змеевиков – водяной экономайзер. В нем вода перед поступлением в барабан котла подогревается теплом дымовых газов. За экономайзером по ходу дымовых газов обычно размещаются трубы воздухоподогревателя. В нем воздух подогревают перед подачей в топку. После воздухоподогревателя дымовые газы при температуре 120–160 °С выходят в дымовую трубу.

Все рабочие процессы котлового агрегата полностью механизированы и автоматизированы. Он обслуживается многочисленными вспомогательными механизмами, приводимыми в движение электродвигателями, мощность которых может достигать нескольких тысяч киловатт.

Котельные агрегаты мощных электростанций вырабатывают пар высокого давления – 140–250 атмосфер и высокой температуры – 550–580 °С. В топках этих котлов преимущественно сжигают твердое

топливо, измельченное до пылевидного состояния, мазут или природный газ.

Превращение угля в пылевидное состояние производится в пылеприготовительных установках.

Принцип работы такой установки с шаровой барабанной мельницей заключается в следующем.

Топливо поступает в котельную по ленточным транспортерам и сбрасывается в бункер, из которого после автоматических весов питателем подается в углеразмольную мельницу. Размол топлива происходит внутри горизонтального барабана, вращающегося со скоростью около 20 об/мин. В нем находятся стальные шары. По трубопроводу в мельницу подается горячий воздух, нагретый до температуры 300–400 °С. Отдавая часть своего тепла на подсушку топлива, воздух охлаждается до температуры порядка 130 °С и, выходя из барабана, выносит образующуюся в мельнице угольную пыль в пылеразделитель (сепаратор). Освобожденная от крупных частиц пылевоздушная смесь выходит из сепаратора сверху и направляется в пылеотделитель (циклон). В циклоне угольная пыль отделяется от воздуха, и через клапан поступает в бункер угольной пыли. В сепараторе крупные частицы пыли выпадают и возвращаются в мельницу для дальнейшего размола. Смесь угольной пыли и воздуха подается в горелки котла.

Пылеугольные горелки представляют собой устройства для подачи в топочную камеру пылевидного топлива и необходимого для его горения воздуха. Они должны обеспечить полное сгорание топлива путем создания однородной смеси воздуха и топлива.

Топка современных пылеугольных котлов представляет собой высокую камеру, стены которой покрыты трубами, так называемыми пароводяными экранами. Они защищают стены топочной камеры от налипания на них шлака, образующегося при сжигании топлива, а также защищают обмуровку от быстрого износа вследствие химического воздействия шлака и высокой температуры, развивающейся при горении топлива в топке.

Экраны воспринимают в 10 раз больше тепла на каждый квадратный метр поверхности, чем остальные трубчатые поверхности нагрева котла, воспринимающие тепло топочных газов главным образом за счет непосредственного соприкосновения с ними. В

топочной камере угольная пыль воспламеняется и сгорает в несущем ее газовом потоке.

Топки котлов, в которых сжигается газообразное или жидкое топливо, также представляют собой камеры, покрытые экранами. Смесь топлива и воздуха подается в них через газовые горелки или мазутные форсунки.

Устройство современного барабанного котельного агрегата большой производительности, работающего на угольной пыли, состоит в следующем.

Топливо в виде пыли вдувается в топку через горелки вместе с частью необходимого для горения воздуха. Остальной воздух подается в топку предварительно подогретым до температуры 300–400 °С. В топке частицы угля сгорают на лету, образуя факел, с температурой 1500–1600 °С. Негорючие примеси угля превращаются в золу, большая часть которой (80–90 %) выносится из топки дымовыми газами, образовавшимися в результате сжигания топлива. Остальная зола, состоящая из слипшихся частиц шлака, скопившегося на трубах топочных экранов и затем оторвавшегося от них, падает на дно топки. После этого она собирается в специальной шахте, расположенной под топкой. Струей холодной воды шлак охлаждается в ней, а затем выносится водой за пределы котельного агрегата специальными устройствами системы гидрозолоудаления.

Стены топки покрыты экраном – трубами, в которых циркулирует вода. Под действием тепла, излучаемого горящим факелом, она частично превращается в пар. Эти трубы присоединены к барабану котла, в который также подается подогретая в экономайзере вода.

По мере движения дымовых газов, часть их тепла излучается на трубки экрана и температура газов постепенно понижается. У выхода из топки она составляет 1000–1200 °С. При дальнейшем движении дымовые газы на выходе из топки соприкасаются с трубками экранов, охлаждаясь до температуры 900–950 °С. В газоходе котла размещены трубки змеевиков, по которым проходит пар, образовавшийся в экранных трубах и отделившийся от воды в барабане котла. В змеевиках пар получает дополнительное тепло от дымовых газов и перегревается, т. е. его температура становится более высокой, чем температура воды, кипящей при том же давлении. Эта часть котла называется пароперегревателем.

Пройдя между трубами пароперегревателя, дымовые газы с температурой 500–600 °С попадают в ту часть котла, в которой размещены трубки водоподогревателя, или водяного экономайзера. В него насосом подается питательная вода с температурой 210–240 °С. Такая высокая температура воды достигается в особых подогревателях, являющихся частью турбинной установки. В водяном экономайзере вода нагревается до температуры кипения и поступает в барабан котла. Дымовые газы, проходящие между трубами водяного экономайзера, продолжают охлаждаться и затем проходят внутри труб воздухоподогревателя, в котором производится подогрев воздуха за счет тепла, отдаваемого газами, температура которых при этом снижается до 120–160 °С.

Воздух, необходимый для сжигания топлива, подается в воздухоподогреватель дутьевым вентилятором и там нагревается до 300–400 °С, после чего поступает в топку для сжигания топлива. Вышедшие из воздухоподогревателя дымовые, или уходящие, газы проходят через специальное устройство – золоуловитель – для очистки от золы. Очищенные уходящие газы дымососом выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу высотой до 200 м.

Существенное значение в котлах этого типа имеет барабан. По многочисленным трубам к нему поступает пароводяная смесь из топочных экранов. В барабане пар отделяется из этой смеси, а оставшаяся вода смешивается с питательной водой, поступающей в этот барабан из экономайзера. Из барабана вода по трубам, расположенным снаружи топки, проходит в сборные коллекторы, а из них – в экранные трубы, расположенные в топке. Таким способом замыкается круговой путь (циркуляция) воды в барабанных котлах. Движение воды и пароводяной смеси по схеме барабан – наружные трубы – экранные трубы – барабан совершается за счет того, что общий вес столба пароводяной смеси, заполняющей экранные трубы, меньше веса столба воды в наружных трубах. Это создает напор естественной циркуляции, обеспечивающий круговое движение воды.

Паровые котлы автоматически управляются многочисленными регуляторами, за работой которых наблюдает оператор.

Приборы регулируют подачу в котел топлива, воды и воздуха, поддерживают постоянными уровень воды в барабане котла, температуру перегретого пара и др. Приборы, контролирующие работу

котельного агрегата и всех его вспомогательных механизмов, сосредоточены на специальном щите управления. На нем также находятся приборы, позволяющие дистанционно производить с этого щита автоматизированные операции: открытие и закрытие всех запорных органов на трубопроводах, пуск и остановку отдельных вспомогательных механизмов, а также пуск и остановку всего котлоагрегата в целом.

Водотрубные котлы описанного типа имеют весьма существенный недостаток: наличие громоздкого тяжелого и дорогого барабана. Чтобы избавиться от него, были созданы паровые котлы без барабанов. Они состоят из системы изогнутых трубок, в один конец которых подается питательная вода, а из другого выходит перегретый пар требуемых давления и температуры, т. е. вода до превращения ее в пар проходит через все поверхности нагрева один раз без циркуляции. Такие паровые котлы названы прямоточными.

Схема работы такого котла следующая.

Питательная вода проходит через экономайзер, затем попадает в нижнюю часть змеевиков, расположенных винтообразно на стенах топки. Образовавшаяся в этих змеевиках пароводяная смесь поступает в змеевик, расположенный в газоходе котла, где заканчивается превращение воды в пар. Эта часть прямоточного котла называется переходной зоной. Затем пар поступает в пароперегреватель. После выхода из пароперегревателя пар направляется к потребителю. Воздух, необходимый для горения, подогревается в воздухоподогревателе.

Прямоточные котлы позволяют получить пар давлением более 200 атмосфер, что в барабанных котлах невозможно.

Полученный перегретый пар, имеющий высокое давление (100–140 атмосфер) и высокую температуру (500–580 °С) способен расширяться и совершать работу. По магистральным паропроводам этот пар передается в машинный зал, в котором установлены паровые турбины.

В паровых турбинах происходит преобразование потенциальной энергии пара в механическую энергию вращения ротора паровой турбины. В свою очередь, ротор соединен с ротором электрического генератора.

Принцип работы и устройство паровой турбины рассмотрены в статье «Электрическая турбина», поэтому останавливаться на них

подробно мы не будем.

Паровая турбина будет тем более экономичной, т. е. тем меньше будет расходовать тепла на каждый выработанный ею киловатт-час, чем ниже будет давление пара, выходящего из турбины.

С этой целью пар, выходящий из турбины, направляют не в атмосферу, а в особое устройство, называемое конденсатором, в котором поддерживают очень низкое давление, всего 0,03–0,04 атмосферы. Достигается это понижением температуры пара при помощи охлаждения его водой. Температура пара при таком давлении составляет 24–29 °С. В конденсаторе пар отдает свое тепло охлаждающей воде и при этом происходит его конденсация, т. е. превращение в воду – конденсат. Температура пара в конденсаторе зависит от температуры охлаждающей воды и количества этой воды, расходуемой на каждый килограмм конденсируемого пара. Вода, служащая для конденсации пара, поступает в конденсатор при температуре 10–15 °С, а выходит из него при температуре около 20–25 °С. Расход охлаждающей воды достигает 50–100 кг на 1 кг пара.

Конденсатор представляет собой цилиндрический барабан с двумя крышками по торцам. В обоих концах барабана установлены металлические доски, в которых закреплено большое число латунных трубок. По этим трубкам проходит охлаждающая вода. Между трубками, обтекая их сверху вниз, проходит пар из турбины. Образующийся при конденсации пара конденсат удаляется снизу.

При конденсации пара большое значение имеет передача тепла от пара к стенке трубок, по которым проходит охлаждающая вода. Если в паре имеется даже незначительное количество воздуха, то передача тепла от пара к стенке трубки резко ухудшается; от этого будет зависеть и величина давления, которое надо будет поддерживать в конденсаторе. Воздух, неизбежно проникающий в конденсатор с паром и через неплотности, необходимо непрерывно удалять. Это осуществляется специальным аппаратом – пароструйным эжектором.

Для охлаждения в конденсаторе пара, отработавшего в турбине, используют воду из реки, озера, пруда или моря. Расход охлаждающей воды на мощных электростанциях очень велик и составляет, например для электростанции мощностью 1 млн квт, около 40 м<sup>3</sup>/сек. Если воду для охлаждения пара в конденсаторах забирают из реки, а затем,

нагретую в конденсаторе, возвращают в реку, то такую систему водоснабжения называют прямоточной.

Если воды в реке недостаточно, то сооружают плотину и образуют пруд, из одного конца которого забирают воду для охлаждения конденсатора, а в другой конец сбрасывают нагретую воду. Иногда для охлаждения воды, нагретой в конденсаторе, применяют искусственные охладители – градирни, представляющие собой башни высотой порядка 50 м.

Нагретая в конденсаторах турбины вода подается на лотки, расположенные в этой башне на высоте 6–9 м. Вытекая струями через отверстия лотков и разбрызгиваясь в виде капель или тонкой пленки, вода стекает вниз, при этом частично испаряясь и охлаждаясь. Охлажденная вода собирается в бассейне, откуда насосами подается в конденсаторы. Такая система водоснабжения называется замкнутой.

Мы рассмотрели основные устройства, служащие для превращения химической энергии топлива в электрическую энергию на паротурбинной тепловой электростанции.

Работа электростанции, сжигающей уголь, происходит следующим образом.

Уголь подается железнодорожными составами широкой колеи в разгрузочное устройство, где при помощи специальных разгрузочных механизмов – вагоноопрокидывателей – выгружается из вагонов на ленточные транспортеры.

Запас топлива в котельной создается в специальных емкостях-хранилищах – бункерах. Из бункеров уголь поступает в мельницу, где он подсушивается и размалывается до пылевидного состояния. Смесь угольной пыли и воздуха подается в топку котла. При сгорании угольной пыли образуются дымовые газы. После охлаждения газы проходят через золоуловитель и, очистившись в нем от летучей золы, выбрасываются в дымовую трубу.

Выпавшие из топочной камеры шлаки и летучая зола из золоуловителей по каналам транспортируются водой и затем насосами перекачиваются в золоотвал. Воздух для сжигания топлива подается вентилятором в воздухоподогреватель котла. Перегретый пар высокого давления и высокой температуры, полученный в котле, по паропроводам подается в паровую турбину, где он расширяется до очень низкого давления и уходит в конденсатор. Образовавшийся в

конденсаторе конденсат забирается конденсатным насосом и подается через подогреватель в деаэрактор. В деаэракторе происходит удаление из конденсата воздуха и газов. В деаэрактор поступает также сырая вода, прошедшая через водоподготовительное устройство, для восполнения потери пара и конденсата. Из питательного бака деаэратора насосом питательная вода подается в водяной экономайзер парового котла. Вода для охлаждения отработавшего пара забирается из реки и циркуляционным насосом направляется в конденсатор турбины. Электрическая энергия, выработанная генератором, соединенным с турбиной, отводится через повышающие электрические трансформаторы по линиям электропередачи высокого напряжения к потребителю.

Мощность современных ТЭС может достигать 6000 мегаватт и более при КПД до 40 %.

На ТЭС могут также применяться газовые турбины, работающие на природном газе или жидком топливе. Газотурбинные электростанции (ГТЭС) применяются для покрытия пиков электрической нагрузки.

Существуют также парогазовые электростанции, в которых энергетическая установка состоит из паротурбинного и газотурбинного агрегатов. Их КПД доходит до 43 %.

Преимуществом ТЭС по сравнению с гидроэлектростанциями является то, что их можно построить в любом месте, приблизив их к потребителю. Они работают практически на всех видах органического топлива, поэтому их можно приспособить к тому виду, который имеется в наличии в данной местности.

В середине 70-х годов XX в. доля электроэнергии, вырабатываемой на ТЭС, составляла примерно 75 % от общей выработки. В СССР и США она была еще выше – 80 %.

Основным недостатком теплоэлектростанций является высокая степень загрязнения окружающей среды углекислым газом, а также большая площадь, которую занимают отвалы золы.

## Теплоход

К концу XIX в. на реках и морях господствовали пароходы. Но в это время стали особенно проявляться недостатки паровых поршневых двигателей: низкая экономичность, большая масса топлива, которую должен был брать пароход, отправляясь в плавание.

В 1880-е годы появились первые двигатели внутреннего сгорания – карбюраторные, работавшие на бензине или нефти. В 1892 г. немец Р. Дизель получил патент на изобретенный им двигатель, впоследствии названный его именем. Он работал на дешевых тяжелых видах топлива. Впервые двигатель Дизеля был построен в 1897 году.

Идея создания теплоходов была впервые выдвинута профессором Петербургского политехнического института К. П. Боклевским в 1898 году.

В этом же году чертежи двигателя Дизеля за 500 000 рублей купил один из владельцев русского «Товарищества братьев Нобель» Э. Нобель. Больше всего Нобеля привлекало то, что новый двигатель мог работать на тяжелом топливе.

Новый двигатель был изучен на заводе «Товарищества Нобеля» в Петербурге. В него были внесены изменения, в частности для того, чтобы он мог работать на нефти.

В 1899 г. этот двигатель был запущен. Он работал на нефти и развивал мощность в 25 л. с. Теперь Нобель хотел применить его в качестве судовой машины. Для этого были серьезные преграды. Дизель мог вращаться только в одну сторону и не имел реверса (заднего хода). При крайних положениях поршня запуск дизеля был невозможен. Регулировать работу дизеля, уменьшая или увеличивая частоту вращения вала, было крайне тяжело, а это не давало возможности менять скорость судна.

Дизель имел и свои преимущества по сравнению с паровыми двигателями. У него был высокий КПД, дизель потреблял в 4 раза меньше топлива по сравнению с паровыми машинами одинаковой мощности, что было особенно важно при большой дальности плавания. Заправка дизельного судна осуществлялась наливом, в то время как уголь грузился вручную.

Для того, чтобы новое судно могло маневрировать, Нобель дал инженерам распоряжение связать двигатель с гребным валом через передачу, позволявшую изменять направление вращения винта и число его оборотов.

Первый в мире теплоход «Вандал» был построен в 1903 г. на Сормовском заводе в России. Он предназначался для перевозки светлых нефтепродуктов. Его водоизмещение составляло около 800 тонн. На «Вандале» были установлены 3 двигателя мощностью по 120 л. с. каждый. Передача вращения от двигателя к гребным винтам осуществлялась с помощью электрогенераторов, поэтому «Вандал» одновременно являлся первым в мире дизель-электроходом. Он двигался со скоростью около 14 км/ч.

Первенец теплоходостроения «Вандал» находился в строю более 60 лет. В 1964 г. он, со снятыми двигателями, превращенный в несамоходную баржу, перевозил по Куре горючее в глубинные районы Азербайджана.

После постройки первого теплохода Нобель приобрел лицензию на установку Дель Пропосто. Принцип ее действия заключался в том, что при движении судна вперед дизель непосредственно вращал гребной вал, а при заднем ходе или повороте применялась электрическая передача.

В 1904 году в России по этой схеме был построен танкер «Сармат». На нем стояли два дизеля мощностью по 180 л. с. каждый и два электрогенератора. Каждый дизель был соединен с генератором, а затем посредством муфты с гребным винтом, на котором располагался электрический мотор. При движении вперед дизель работал прямо на винт, а генератор и электродвигатель не получали тока, действуя как маховики. При движении назад двигатель вращал электрогенератор, который питал токком электромотор, вращая гребной винт в обратном направлении.

«Сармат» показал преимущества судовых дизелей. Он был значительно экономичнее пароходов, работавших на нефти, при сохранении маневренности и хорошего управления.

В 1907 г. было построено колесное буксирное судно «Мысль». В 1908 г. на Коломенском заводе был спущен на воду крупный морской теплоход «Дело», предназначенный для перевозки топлива по

Каспийскому морю. Его общая грузоподъемность составляла 5000 тонн, а мощность двух главных двигателей была равна 1000 л. с.

Последним препятствием на пути развития теплоходов было отсутствие реверсного двигателя. Этот двигатель должен был иметь механизм, переключающий передний и задний ход и устройство, позволяющее запустить двигатель при любом положении коленчатого вала.

Для переключения дизеля с переднего хода на задний и наоборот на распределительном валу дизеля были размещены две системы кулачков – для переднего и заднего хода. Перевод с одного хода на другой осуществлялся передвижением всей системы в разные стороны и занимал примерно 10 секунд.

Пуск двигателя при положении коленвала в одной из мертвых точек проходил следующим образом. Сначала все цилиндры продувались воздухом, затем один из них переключался на нефть. После того как он переходил на рабочий ход, на нефть переходил второй цилиндр. Неодновременность вспышек в цилиндрах при их последовательном включении позволяла начать вращение коленвала из любого положения. Число оборотов регулировалось изменением подачи нефти.

Первые подобные двигатели были установлены в 1908 г. на русской подводной лодке «Минога», позже на лодке «Акула». Затем ими стали оснащать нефтеналивные суда Нобеля.

После этого началось распространение дизельных теплоходов по всему миру. В 1912 г. в Дании был построен танкер «Зеландия» водоизмещением 3200 тонн. На нем были установлены два двигателя мощностью по 1250 л. с. каждый. В 1913 г. 70 из 80 теплоходов принадлежали России.

По мере совершенствования судовых дизелей повышался их КПД, уменьшались масса и габариты, повышались надежность и мощность. Все это способствовало вытеснению теплоходами судов с паровыми машинами. Если в 1930 г. теплоходы составляли около 10 % гражданского флота, то к середине 1970-х годов их доля достигла почти 90 %.

## Ткачество

Одежда, сшитая из различных материалов, стала применяться людьми очень давно: кусочки тканей были обнаружены при раскопках древнеегипетских гробниц, датированных V тыс. до н. э. Они были сделаны из льна. 240 метров нити, из которой была сделана пряжа, весили всего 1 грамм.

Предшественником ткачества можно считать плетение. Изготавливая различные маты из веток и стеблей, люди распространили это умение на плетение нитей из различных волокон.

В различных регионах для изготовления волокон применяли различные материалы: в Европе – лен, коноплю и шерсть, в Индии – хлопок, в Китае – шелк. Процесс превращения сырья в волокна был весьма трудоемким.

Полученные волокна превращались в ткань на простейшем ткацком станке, представлявшем собой закрепленный на двух вертикальных брусках стержень. К нему привязывали нити, составлявшие основу ткани. Во избежание спутывания нити натягивались при помощи подвесов. Поперечная нить – уток – наматывалась на заостренную палку и с ее помощью пропускалась через основу таким образом, чтобы соседние нити основы находились по разные стороны утка. Этот способ тканья копировал плетение и требовал много времени для пропуска утка.

Позже для разделения нитей между нитями основы стали создавать ромбообразное пространство – зев, образованное четными и нечетными нитями основы. В это пространство вкладывалась уточная нить, сматывавшаяся со шпули, находившейся в челноке – рабочем органе ткацкого станка. Одно из устройств, которое образовывало зев, применяется в ткацких станках до сих пор. Оно представляет собой рамку, называемую ремизкой, к планкам которой прикреплены проволочки с петлей посередине – глазком. Через глазки пропускались нитки основы. Вначале это были либо четные, либо нечетные. Потянув на себя ремизку, ткач отделял четные нити от нечетных и прокидывал уток через основу одним броском. При обратном движении утка оставшиеся нити проходились поодиночке. Позже к грузикам на

нижних концах нитей стали привязывать шнуры, вторые концы которых поочередно крепились к двум ремизкам. Потянув поочередно за ремезы, ткач отделял то четные, то нечетные нити, перебрасывая уток через основу. Это позволило значительно ускорить работу.

Такой способ крепления позволял использовать несколько ремизок, прикрепляя к ним каждую третью или четвертую нить. Это позволяло менять способы переплетения и ткать разные ткани.

Горизонтальный ткацкий станок применялся до XVIII в. В него были внесены некоторые изменения: нити основы параллельно наматывали на специальный валик – навой. На такой же валик наматывалась и готовая ткань. Для разделения нитей основы применялся специальный гребень – бердо, который закреплялся на качающейся раме – батане. Последовательное поднятие ремизок осуществлялось посредством нажимания ткачом педалей. Таким образом, руки ткача освобождались. Ткани были узкими из-за ручной прокидки челнока.

В XVI в. был изобретен ленточный станок, способный одновременно ткать несколько лент.

В XIV–XVI вв. появились прядильные машины с ручным и ножным приводом, обеспечившие значительное увеличение количества пряжи. Теперь ткацкие станки не успевали перерабатывать все сырье, изготовленное на новых машинах. Были необходимы ткацкие машины, которые смогли бы удовлетворить нужды развивающейся текстильной промышленности.

В 1678 г. француз де Женн изобрел первый механический ткацкий станок, приводившийся в действие гидравлическим двигателем. В 1745 г. французский механик Вокансон сконструировал один из первых механических ткацких станков, также приводившийся в движение гидравлическим двигателем. Однако эти механические ткацкие станки были еще очень несовершенны, а двигательная сила их была слишком неудобна для примитивной техники текстильной промышленности XVIII века.

В 1785 г. англичанин Э. Картрайт изобрел механический ткацкий станок. Вначале его конструкция была весьма примитивна, поэтому над усовершенствованием своего станка Картрайт работал до конца XVIII в. Он с самого начала предусматривал, что его станок будет приводиться в движение паровым двигателем. В 1792 г. он создал

легко управляемый механический ткацкий станок, удовлетворяющий требованиям, предъявлявшимся в то время к ткачеству. Картрайт в своем станке добился полной механизации всех основных операций ручного ткачества: прокидки челнока, подъема ремизного аппарата, пробоя бердом уточной нити, сматывания запасных нитей основы, удаления готовой ткани и шлихтования основы (пропитывания нитей клеящим раствором-шлихтой для увеличения прочности).

В первой четверти XIX в. над усовершенствованием ткацкого станка работали и многие другие изобретатели. Во Франции в 1804 г. Жаккар изобрел ткацкую машину для узорчатого тканья. Станок Жаккара давал ткань с разнообразными красочными узорами; имел набор ниток различных цветов.

В начале XIX в. в связи с усложнявшейся конструкцией ткацких станков некоторые их части начали делать из металла. С 1803 по 1813 г. англичанин Хоррокс получает ряд патентов на ткацкие станки с железной станиной. Эти станки имели преимущества по сравнению с деревянными: меньше изнашивались при работе и занимали немного места. В начале XIX в. были механизированы и некоторые вспомогательные операции ткачества, появились шлихтовальные и другие машины.

В дальнейшем конструкторы направляли свои усилия на превращение механического станка в автоматический. Были созданы механизмы, заменявшие пустые шпули в челноке на ходу, без остановки станка, приспособления, автоматически останавливающие станок при обрыве основной нити.

В новых станках челнок двигался между нитями основы ударяемый специальными деревянными погонялками. Его торможение осуществлялось силой трения о челночную коробку, в которую он влетал. Предельная частота перемещений челнока, равная примерно 200–220 ударам в минуту, была достигнута еще в середине XIX в. и с тех пор не увеличивалась. Одна из причин этого – шум.

Увеличение скорости челнока пытались достичь разными способами: при помощи электромагнитов, пороховых взрывов и т. п. В конце концов стали использовать многочелночные станки непрерывного действия. В них уточную нить стали прокладывать много маленьких челноков одновременно. Производительность

многоchelночных станков намного выше, чем на одноchelночных, а уровень шума значительно снизился.

Разрабатываются конструкции бесchelночных станков, в которых уток заменен капелькой воды, тянущей за собой нить, струей сжатого воздуха. Применяется также и прокладчик утка – небольшая пластинка массой около 40 г с пружинным зажимом нити. Перемещаясь в направляющей гребенке, прокладчик прокладывает нить в зеве со скоростью до 25 м/с.

В бесchelночных станках уточная нить сматывается не с шпули, а с неподвижной бобины, расположенной на станине станка.

На рапирном ткацком станке уточная нить вводится в зев захватами, расположенными на концах стержней (рапир), совершающих возвратно-поступательные движения с двух сторон станка.

Применяются также и пневморапирные станки, в которых две полые рапиры вводятся в зев, образуя воздушный канал. В правую рапиру сжатым воздухом вдувается уточная нить. Одновременно из левой отсасывается воздух, увлекая за собой нить. Применение этих станков позволило снизить шум в два раза и повысить производительность в 1,5 раза.

## Токарный станок

В XVII–XVIII вв. бурно развивалась обрабатывающая промышленность. При многих мануфактурах были металлообрабатывающие мастерские.

Обработка в мастерских велась в основном на токарных лучковых станках. В этих станках сверху была укреплена гибкая жердь, к которой привязывался один конец веревки. Веревка обвивала валик на станке. Другой конец прикреплялся к доске, которая являлась педалью для ноги рабочего. Нажимая на педаль, рабочий вращал валик и обрабатываемую деталь. Режущий инструмент он держал в руке. Токарный станок был сложным орудием, но не машиной. Для превращения в машину был необходим резцедержатель-суппорт, заменяющий руку человека.

Изобретателем токарного станка с суппортом стал русский механик А. К. Нартов. Он построил несколько токарно-копировальных станков, имевших механический суппорт-держалку.

На станках конструкции Нартова для привода можно было использовать колесо, приводимое в движение при помощи воды или силы животных.

Несмотря на замечательные работы Нартова и высокую оценку, которую получили его изобретения и знания, изобретенный им суппорт не оказал большого влияния на практическое развитие техники токарного дела.

В конце XVIII в. к идее применения суппорта в токарных станках вернулись во Франции. В «Французской энциклопедии» Дидро в 1779 г. дается описание приспособления для токарных станков, которое явно напоминает принцип суппорта. Однако у этих станков был ряд недостатков, исключавших их широкое применение на практике.

Возможность развития техники машиностроения появилась только в результате первых двух этапов промышленной революции. Для машинного производства машин был необходим мощный двигатель. К началу XIX в. таким двигателем стала универсальная паровая машина двойного действия. С другой стороны, развитие

производства рабочих машин и паровых двигателей во второй половине XVIII в. сформировало квалифицированные кадры для машиностроения – рабочих-механиков. Эти два условия и обеспечили техническую революцию в машиностроении.

Начало изменению техники изготовления машин положил английский механик Генри Модели, создавший механический суппорт для токарного станка. Модели с двенадцати лет начал работать в лондонском Арсенале. Там он получил хорошие навыки в дерево- и металлообработке и, кроме того, стал мастером кузнечного дела. Однако Модели мечтал о карьере механика. В 1789 г. он поступил в Лондонскую механическую мастерскую Джозефа Брама, специалиста по изготовлению замков.

В мастерской Брама у Г. Модели появилась возможность изобретать и конструировать различные приспособления для изготовления замков.

В 1794 г. он изобрел так называемый крестовый суппорт к токарному станку, что способствовало превращению станка в рабочую машину. Сущность изобретения Модели сводилась к следующему: токари, обтачивая какой-либо предмет, наглухо укрепляли его на станке специальными зажимами. Рабочее орудие – резец находилось при этом в руках рабочего. При вращении вала резец обрабатывал заготовку. Рабочий должен был не только создавать необходимое давление резцом на заготовку, но и передвигать его вдоль нее. Это было возможно только при большом умении и сильном напряжении. Малейшее смещение резца нарушало точность обточки. Модели решил укрепить резец на станке. Для этого он создал металлический зажим – суппорт, который имел две каретки, передвигающиеся посредством винтов. Одна каретка создавала необходимое давление резца на заготовку, а другая передвигала резец вдоль заготовки. Таким образом, человеческая рука была заменена специальным механическим приспособлением. С введением суппорта станок стал действовать непрерывно с совершенством, недостижимым даже для самой искусной человеческой руки. Суппорт мог применяться для изготовления как мельчайших деталей, так и огромных частей различных машин.

Это механическое приспособление заменило не какое-либо орудие, а человеческую руку, создающую определенную форму,

приближая, прилагая острие режущего инструмента или направляя его на материал труда, например на дерево или металл. Таким образом, удалось воспроизводить геометрические формы отдельных частей машин с такой легкостью, точностью и быстротой, которую никогда не смогла бы обеспечить рука опытного рабочего.

Первый станок с суппортом, правда, крайне несовершенным, был изготовлен в мастерской Брама в 1794–1795 годах. В 1797 г. Модели построил первый работоспособный токарный станок на чугунной станине с самоходным суппортом. Станок служил для нарезки винтов, а также использовался для обработки деталей замков.

В дальнейшем Модели продолжал совершенствовать токарный станок с суппортом. В 1797 г. он построил токарно-винторезный станок со сменным ходовым винтом. Выделка винтов в те времена была работой исключительно сложной. Винты, нарезаемые ручным способом, имели совершенно произвольную нарезку. Трудно было найти два одинаковых винта, что чрезвычайно усложняло ремонт станков, их сборку и замену сносившихся деталей новыми. Поэтому Модели в первую очередь совершенствовал именно токарно-винторезные станки. Своей работой по усовершенствованию нарезок винтов он добился частичной стандартизации изготовления винтов, пролагая путь для своего будущего ученика Витворта, основателя винтовых стандартов в Англии.

Самоходный станок Модели, предлагавшийся для винторезных работ, вскоре оказался незаменимой машиной в любой токарной работе. Этот станок работал с изумительной точностью, не требуя больших физических усилий со стороны рабочего.

Попытки создать рабочую машину в машиностроении с конца XVIII в. делались и в других странах. В Германии немецкий механик Рейхенбах, независимо от Модели, также предложил приспособление для держания резца (суппорт) на деревянном токарном станке, предназначенном для обработки точных астрономических инструментов. Однако экономическое развитие феодальной Германии намного отставало от развития капиталистической Англии. Механический суппорт кустарной немецкой промышленности был не нужен, тогда как внедрение токарно-винторезного станка Модели в Англии было обусловлено потребностями развивающегося капиталистического производства.

Суппорт вскоре был превращен в совершенный механизм и в модернизированной форме перенесен с токарного станка, для которого первоначально предназначался, на другие станки, применяемые для изготовления машин. С изготовлением суппорта начинают совершенствоваться и превращаться в машины все металлообрабатывающие станки. Появляются механические револьверные, шлифовальные, строгальные, фрезерные станки. К 30-м годам XIX в. у английского машиностроения уже были основные рабочие машины, позволяющие производить механическим способом важнейшие в металлообработке операции.

Вскоре после изобретения суппорта Модели ушел от Брама и открыл собственную механическую мастерскую, быстро превратившуюся в большой машиностроительный завод. Завод Модели сыграл выдающуюся роль в деле развития английской машинной техники. То была школа знаменитых английских механиков. Здесь начинали свою деятельность такие выдающиеся машиностроители, как Витворт, Робертс, Несмит, Клемент, Мун и другие.

На заводе Модели была применена уже машинная система производства в форме соединения трансмиссиями большого числа рабочих машин, приводимых в движение универсальным тепловым двигателем. Завод Модели, в основном, изготавливал детали для паровых машин Уатта. Однако на заводе конструировались и рабочие станки для механических мастерских. Г. Модели выпускал образцовые токарные, а затем и строгальные механические станки.

Сам Модели, несмотря на то что был владельцем крупного предприятия, всю жизнь работал наравне со своими рабочими и учениками. Он обладал поразительной способностью находить и воспитывать талантливых машиностроителей. Многие выдающиеся английские механики обязаны Модели своим техническим образованием. Кроме суппорта, он сделал много изобретений и усовершенствований в самых разнообразных отраслях техники.

Современный токарный станок состоит из рабочих органов – суппорта для крепления резца, шпинделя для крепления детали, двигателя и передачи, передающей движение от двигателя к шпинделю. Передача состоит из коробки скоростей и коробки передач. Коробка скоростей представляет собой набор валов с закрепленными

на них шестернями. Переключая шестерни, изменяют частоту вращения шпинделя, оставляя частоту вращения двигателя неизменной. Коробка передач передает вращение от коробки скоростей к ходовому валу или ходовому винту. Ходовой вал и ходовой винт предназначены для перемещения суппорта, на котором закреплен резец. Они позволяют согласовать скорость движения резца с частотой вращения детали. Ходовой вал устанавливает режим резания металла, а ходовой винт – шаг резьбы.

Опорой для шпинделя, инструмента или приспособлений служат передняя и задняя бабки.

Все узлы станка крепятся к станине.

# Трактор

Слово «трактор» произошло от латинского *trakto* — тащить, тянуть. В этом и состоит основное предназначение трактора — перевозить различные машины (орудия) или тащить их за собой. Кроме того, трактор должен передавать энергию прикрепленным к нему орудиям — плугам, сеялкам, культиваторам и уборочным машинам.

Первые колесные паровые тягачи появились в Англии и Франции в 30-е годы XIX века.

Важный элемент трактора — бесконечную гусеницу, повышающую проходимость машины, предложил русский изобретатель Ф. А. Блинов.

Это был «особого устройства вагон с бесконечными рельсами» для перевозки грузов по шоссе и проселочным дорогам. В вагоне Блинова желобчатые рельсы составлялись из двух рядов железных звеньев, нижний ряд которых заменял шпалы. Блинову удалось построить свой трактор («самоход»), и в 1888 г. эта машина прошла по улицам г. Балакова (в нынешней Саратовской области). Машина Блинова применения на практике не получила. В том же 1888 г. была запатентована конструкция парового гусеничного трактора в США. Ученик Блинова, Я. В. Мамин, в 1893–1895 гг. создал самоходную колесную тележку с двигателем внутреннего сгорания, работавшем на нефти, — прообраз современного колесного трактора. В дальнейшем Мамин организовал в России производство более совершенных тракторов (оборудованных двигателем с воспламенением от сжатия).

Условия для развития современного типа трактора сложились лишь в начале XX в. с развитием двигателей внутреннего сгорания и накоплением некоторого опыта их эксплуатации на автомобилях. Тогда в США на заводах компаний «Хорнсби», «Ломбард», «Харт-Парр» было освоено производство тракторов с двигателями внутреннего сгорания.

Тракторы первых выпусков были тяжелы, ненадежны в работе. Первые американские тракторы (1901 г.) весили до 10 т при мощности двигателя 22–45 л. с. Диаметр ведущих колес превышал 2,5 м. Первые

колесные тракторы были крайне несовершенны, и к началу 1900-х годов крупная американская фирма «Холт» наладила производство тракторов с гусеничным двигателем.

К началу Первой мировой войны был выработан практически применимый тип трактора, главным образом для пахоты и культивации с двигателями мощностью 120 л. с. С 1917 г. на заводах фирмы «Форд» было начато производство тракторов марки «Фордзон». С 20-х годов началось массовое производство тракторов и в некоторых странах Европы (например, гусеничные тракторы фирмы «Вандерер – Доннер» в Германии). В 1923 г. были построены первые тракторы в СССР. К 1928 г. было выпущено уже 1,3 тыс. тракторов, но массовое производство началось с 1930 г., когда были введены в эксплуатацию Волгоградский, а затем Харьковский, Челябинский и др. тракторные заводы.

После Первой мировой войны конструкция тракторов непрерывно совершенствовалась, приспособляясь к потребностям различных отраслей хозяйства. Изменялись конструктивные элементы двигателя, ходового аппарата, подвески остова трактора и т. д. Были созданы специальные типы тракторов. В 1924 г. в США появились пропашные тракторы, расширившие сферу механизации сельского хозяйства. В 1932 г. появились сельскохозяйственные тракторы с резиновыми (пневматическими) шинами, получившие особенно большое развитие после Второй мировой войны.

Все более специализируясь, тракторы по своей конструкции отходили от автомобиля, хотя колесные тракторы и до настоящего времени имеют с ним много общего, отличаясь лишь добавочной передачей, снижающей скорость и повышающей крутящий момент на ведущих колесах.

Снабжение тракторов механическим, а затем, с 1937 года, и гидравлическим подъемником создало предпосылки для применения так называемых навесных машин и орудий (взамен прицепных), ныне широко распространенных. Толчок для применения навесных машин был дан введением трехточечной гидравлической навесной системы, о которой в США в 1943 г. на международной конференции по продовольствию впервые сообщил конструктор Г. Фергюсон. В связи с этим в тракторостроении в послевоенные годы сложилось новое

направление, получившее наиболее широкое развитие в переходе к навесным машинам.

Навесные машины отличаются от прицепных тем, что прицепные машины трактор буксирует, а навесные – несет на себе. Навесные орудия становятся как бы составной частью тракторов. Это позволяет использовать мощность тракторов не только для перемещения орудий по полю, но и для регулирования их работы благодаря гидравлической системе управления навесными орудиями. Гидравлический подъемник-автомат не только переводит навесное орудие в рабочее и транспортное положения, но и устанавливает его на нужную глубину обработки почвы и автоматически поддерживает ее. Автомат позволяет до предела упростить навесные орудия и уменьшить их вес. Навесные машины легче обычных прицепных. В настоящее время по своему назначению различают тракторы сельскохозяйственные (общего назначения, пропашные), транспортные (тягачи) и специальные – экскаваторы, бульдозеры, канавокопатели, погрузчики, трубоукладчики и т. п. По типу двигателя тракторы бывают тепловыми и электрическими, по типу движителя – гусеничными, колесными и реже колесно-гусеничными (полугусеничные). Для тракторной промышленности характерно преобладание выпуска колесных тракторов над гусеничными.

Помимо сельскохозяйственных тракторов общего назначения и пропашных в сельском хозяйстве применяются самоходные шасси. В самоходных шасси двигатель машины располагается на задней части рамы шасси или сбоку, а вся его передняя часть может быть использована для размещения навесных орудий для обработки почвы, культивации, уборки и т. п., а также для перевозки грузов, чем ликвидируется сезонность использования трактора. Во многих странах созданы и прицепные шасси – рама на колесах с коробкой передач, связанной с валом отбора мощности трактора.

# Трансформатор

Слово «трансформатор» происходит от латинского *transformo* – преобразую.

Трансформатор предназначен для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

В основе работы трансформатора лежит явление электромагнитной индукции, открытое английским физиком Майклом Фарадеем в 1831 году. Суть этого явления заключается в возникновении электродвижущей силы (ЭДС) в проводящем контуре, который находится в переменном магнитном поле или движется в постоянном магнитном поле. Электрический ток, вызванный этим полем, называется индукционным. Фарадей открыл это явление, пропуская ток от батареи через обмотки катушки. При этом наблюдалось возникновение тока в обмотках другой катушки, никак не связанной с первой.

В течение полувека, начиная с 30-х годов XIX в., когда было открыто явление электромагнитной индукции, и до середины 80-х годов XIX в., когда началось широкое применение электричества, трансформатор прошел путь от простейшей индукционной катушки до промышленного типа трансформатора однофазного тока, в начале 90-х годов XIX в. – трансформатора трехфазного тока.

В 30–70-е годы XIX в. происходило зарождение и развитие принципов трансформации, создание индукционных приборов, преобразующих импульсы постоянного тока одного напряжения в импульсы тока другого напряжения. В конце 40-х годов XIX в. большое распространение получили индукционные катушки Б. С. Якоби, Г. Д. Румкорфа и других изобретателей. Позднее эти катушки сыграли существенную роль в качестве аппаратов системы зажигания двигателей внутреннего сгорания. Подобные устройства нельзя назвать трансформаторами в современном смысле этого слова.

По мере расширения области применения электричества и роста числа потребителей электрической энергии возникла необходимость в совершенствовании методов трансформации, без которых невозможно было осуществлять распределение электрической энергии.

Изобретателем трансформатора был русский электротехник П. Н. Яблочков. В 1876 г. он применил трансформатор однофазного тока с разомкнутой магнитной системой для дробления электрической энергии в цепях электрического освещения.

Трансформатор состоит из первичной обмотки и одной или нескольких вторичных обмоток. Они намотаны на каркас изолированным проводом и размещены на сердечнике. Сердечник состоит из тонких пластин, изготовленных из специальной стали. В первом трансформаторе Яблочкова сердечник был разомкнут.

Переменный ток, текущий по первичной обмотке, создает вокруг нее и в сердечнике переменное магнитное поле, пересекающее витки вторичной обмотки. Тем самым во вторичной обмотке возбуждается переменная ЭДС. При подключении к выводам вторичной обмотки какого-либо устройства, потребляющего электрический ток, в замкнутой цепи появится электрический ток.

Если в первичной и вторичной катушках число витков одинаково, то во вторичной катушке наведется напряжение, равное тому, которое подведено к первичной. В трансформаторе, повышающем напряжение, количество витков во вторичной обмотке выше, чем в первичной. В понижающем трансформаторе, наоборот, вторичная обмотка содержит меньше витков, чем первичная. Отношение напряжения на первичной обмотке к напряжению на вторичной обмотке называется коэффициентом трансформации данного трансформатора.

В 1882 г. во время Московской промышленной выставки лаборант Московского университета И. Ф. Усагин продемонстрировал устройство, показавшее, что предложенный П. Н. Яблочковым способ распределения энергии при помощи индукционных катушек может быть вполне успешно применен для одновременного питания любого типа приемников электрического тока. Усагин воспользовался индукционными катушками с одинаковыми первичной и вторичной обмотками. Первичные обмотки семи катушек включались последовательно в цепь однофазного переменного тока, а в каждую вторичную обмотку включались разные приемники тока: электродвигатель, проволочная нагревательная спираль, дуговая лампа с регулятором, электрические свечи Яблочкова. Все эти приемники могли работать одновременно, не мешая друг другу.

Новым шагом в использовании трансформаторов с разомкнутой магнитной системой для целей распределения электроэнергии явилась «система распределения электричества для производства света и двигательной силы», запатентованная во Франции в 1882 г. Голяром и Гиббсом. Трансформаторы Голяра и Гиббса предназначались не только для дробления энергии, но и для преобразования напряжения, т. е. имели коэффициент трансформации, отличный от 1. На деревянной подставке укреплялось некоторое число вертикальных индукционных катушек, первичные обмотки которых соединялись последовательно. Вторичные обмотки каждой катушки были секционированы, и каждая секция имела пару выводов для присоединения приемников тока, которые действовали независимо.

Последовательно соединенные индукционные катушки создавали определенное индуктивное сопротивление, величина которого могла регулироваться путем перемещения сердечников катушек.

Трансформаторы Голяра и Гиббса впервые демонстрировались в апреле 1883 г. на осветительной установке в Вестминстерском аквариуме (Лондон). Первичные обмотки двух трансформаторов были соединены последовательно. Вторичная обмотка одного трансформатора питала 26 ламп накаливания (ток 40 ампер), а три вторичные обмотки другого – соответственно пять ламп накаливания, свечу Яблочкова и электродвигатель.

Схема последовательного включения обмоток трансформаторов возникла исторически в связи с применением дуговых ламп. В системах дугового освещения, как правило, регулировалась величина тока в цепи последовательно включенных потребителей. В случае применения ламп накаливания и других видов приемников тока, для которых важным является поддержание постоянной величины напряжения, более целесообразным стало их параллельное включение. Но если для последовательного соединения элементов электрической цепи весьма подходящими были трансформаторы с разомкнутой магнитной цепью, которые представляли собой умеренное индуктивное сопротивление, то при параллельном включении приемников становилось технически не оправданным применение трансформаторов с разомкнутыми сердечниками. Поэтому в 80-е годы XIX в. появились конструкции трансформаторов с замкнутой магнитной системой, обладавших значительно лучшими

характеристиками (меньшая величина намагничивающего тока, а следовательно, меньшие потери и более высокий коэффициент мощности). При последовательном соединении элементов электрической цепи было нецелесообразно применять трансформаторы с замкнутой магнитной системой, обладающие очень большой индуктивностью.

В 80–90-х годах XIX в. был разработан промышленный тип трансформаторов с замкнутой магнитной системой, а также предложено параллельное включение трансформаторов в питающую сеть. Первая конструкция трансформатора с замкнутой магнитной системой была создана в Англии в 1884 г. братьями Джоном и Эдуардом Гопкинсонами. Сердечник этого трансформатора был набран из стальных полос или проволок, разделенных изоляционным материалом, что снижало потери на вихревые токи. На сердечнике помещались, чередуясь, катушки высшего и низшего напряжений.

Параллельное включение трансформаторов было впервые предложено и обосновано венгерским электротехником М. Дери, который получил патент на этот способ соединений в 1885 г. (независимо от него такое же предложение было сделано в Англии С. Ц. Ферранти и в Америке Кеннеди). Только после этого трансформаторы с замкнутыми сердечниками получили распространение.

Практическая реализация прогрессивных идей о передаче электрической энергии переменным током высокого напряжения оказалась возможной после создания промышленного типа трансформатора с замкнутой магнитной системой, имевшего достаточно хорошие эксплуатационные показатели. Такой трансформатор в нескольких модификациях (кольцевой, броневой и стержневой) был разработан в 1885 г. венгерскими электротехниками О. Блати, М. Дери и К. Циперновским. В заявке они отметили важное значение замкнутого шихтованного магнитного сердечника, в особенности для мощных силовых трансформаторов.

Важное значение для расширения практического применения трансформаторов и улучшения надежности их работы имело введение в конце 80-х годов XIX в. (Д. Свинберн) масляного охлаждения трансформаторов большой мощности. Первые такие трансформаторы

помещались в керамический сосуд, заполненный керосином или маслом для уменьшения нагрева сердечников и обмоток.

Система трехфазного тока в первые годы своего существования требовала решения проблемы передачи энергии на большие расстояния. Но электропередача выгодна при высоком напряжении, для получения которого в случае переменного тока необходим трансформатор. В трехфазной системе не было принципиальных затруднений для трансформирования энергии, но были нужны три однофазных трансформатора вместо одного при однофазной системе. Чтобы избежать увеличения количества дорогих машин, нужно было найти принципиально новое решение.

В 1889 г. это удалось сделать М. О. Доливо-Добровольскому. Он изобрел трехфазный трансформатор. Вначале это был трансформатор с радиальным расположением сердечников, его конструкция еще напоминала машину с выступающими полюсами, в которой устранен воздушный зазор, а обмотки ротора перенесены на стержни. Затем было предложено несколько конструкций так называемых «призматических» трансформаторов, в которых удавалось получить более компактную форму магнитопровода. Наконец в октябре 1891 г. была сделана патентная заявка на трехфазный трансформатор с параллельными стержнями, расположенными в одной плоскости. В принципе эта конструкция сохранилась до настоящего времени.

Целям электропередачи отвечали также работы, связанные с изучением схем трехфазной цепи. В 80–90-х годах XIX в. значительное место занимала осветительная нагрузка, которая часто вносила существенную асимметрию в систему. Кроме того, иногда было необходимо иметь в своем распоряжении не одно, а два напряжения: одно – для осветительной нагрузки, а другое, повышенное – для силовой.

Для того чтобы иметь возможность регулировать напряжение в отдельных фазах и располагать двумя напряжениями в системе (фазным и линейным), Доливо-Добровольский разработал в 1890 г. четырехпроводную схему трехфазной цепи, или, иначе, систему трехфазного тока с нулевым проводом. Он же указал, что вместо нейтрального или нулевого провода можно использовать землю. Доливо-Добровольский обосновал свои предложения доказательством того, что четырехпроводная трехфазная система позволяет допускать

определенную асимметрию нагрузки; при этом напряжение на зажимах каждой фазы будет оставаться неизменным. Для регулирования напряжения в отдельных фазах четырехпроводной системы Доливо-Добровольский предложил использовать изобретенный им трехфазный автотрансформатор.

В настоящее время существуют много типов трансформаторов, применяющихся в различных областях техники.

Основной вид трансформаторов – трансформаторы силовые. Среди них больше всего двухобмоточных. Они устанавливаются на линиях электропередачи. Такие трансформаторы повышают напряжение тока, вырабатываемого электростанциями с 10–15 тысяч вольт до 220–750 тысяч вольт. В местах потребления электроэнергии при помощи силовых трансформаторов высокое напряжение преобразуют в низкое (220–380 вольт). Эти трансформаторы имеют КПД 0,98–0,99.

Кроме силовых существуют трансформаторы, предназначенные для измерения больших напряжений и токов: измерительные трансформаторы, трансформаторы напряжения, трансформаторы тока, а также снижения уровня помех проводной связи, преобразования напряжения синусоидальной формы в импульсное и многие другие.

## Ускорители заряженных частиц

Для исследования атомного ядра его обстреливали или облучали элементарными частицами, наблюдая за последствиями. Сначала достаточно было и энергии, возникающей при естественном распаде радиоактивных элементов.

Вскоре этой энергии оказалось недостаточно, и дальнейшее развитие ядерной физики потребовало создания ускорителей заряженных частиц – «ядерной артиллерии», – позволяющих получать элементарные частицы – электроны, протоны, ионы с высокими энергиями в миллиарды электрон-вольт (МэВ) и выше. Создание таких установок позволило глубже изучить природу и взаимное превращение таких частиц. Кроме того, ускорители дают возможность получать новые радиоактивные изотопы различных элементов.

В ускорителях обеспечивается ускорение заряженных частиц до большой величины, что позволяет преодолеть внутренние силы, связывающие части атома в одно целое. Так раскрываются детали строения ядра.

Передача энергии частицам происходит благодаря взаимодействию электрического поля с зарядами частицы с использованием ее электрических и магнитных свойств. Это основной принцип действия ускорителей.

В первых ускорителях, построенных в 20–30-годы прошлого века заряженные частицы ускорялись за счет разности потенциалов электрического поля. Представителем этого типа был электростатический ускоритель Ван-де-Граафа, построенный в 1931 г. Он сочетал электростатическую машину и вакуумную трубку.

В 1932 г. сотрудники лаборатории Э. Резерфорда Дж. Кокрофт и Э. Уолтон разработали каскадный генератор, работавший по принципу умножения напряжений. Обычно он состоит из 4–10 каскадов. Схемы включения с использованием выпрямителей и конденсаторов обеспечивают увеличение напряжения в каждом каскаде на величину удвоенного амплитудного напряжения высоковольтного трансформатора, подключенного к первому каскаду. Каскадные генераторы позволяют получить ионы с энергией до 4-х МэВ и выше.

И ускоритель Ван-де-Граафа, и каскадный генератор относятся к линейным ускорителям. Они представляют собой длинную (до 100 м и выше) трубку-камеру, внутри которой поддерживается вакуум. По всей длине камеры размещено большое количество металлических трубок – электродов. Генератор высокой частоты подает на электроды переменное напряжение таким образом, что соседние электроды имеют противоположный заряд. Из электронной «пушки» в камеру выстреливается пучок электронов и под действием положительного потенциала первого электрода начинает ускоряться. В этот момент меняется фаза питающего напряжения и с ней изменяется заряд электрода. Тем самым он отталкивает от себя электроды, которые притягиваются следующим, положительным электродом. По мере движения вперед электроны разгоняются, достигая к концу камеры околосветовой скорости и приобретая энергию в несколько сотен электрон-вольт. Пролетая через специальное окно, пучок ускоренных электронов сталкивается с атомами.

Получение протонов и электронов более высоких энергий стало возможным в результате применения резонансного метода ускорения в циклотронах, появившихся в начале 30-х годов. Циклотрон является простейшим резонансным циклическим ускорителем. Его основная часть – мощный электромагнит, между полюсами которого помещена плоская цилиндрическая камера. Она состоит из двух полукруглых металлических коробок – дуантов, разделенных небольшим зазором. Дуанты служат электродами и соединены с полюсами генератора переменного напряжения. В центре камеры находится источник заряженных частиц. Вылетая из него, частица притягивается к электроду с противоположным зарядом. Внутри электрода электрическое поле отсутствует, поэтому частица летит в нем по инерции. Под влиянием магнитного поля, чьи силовые линии перпендикулярны плоскости траектории, частица описывает полуокружность и подлетает к зазору между электродами. За это время электроды поменяли заряд, и один электрод выталкивает частицу, а другой втягивает ее в себя. Переходя из дуанта в дуант, частица набирает скорость, описывая расширяющуюся спираль. При помощи специальных магнитов частицы выводятся из камеры на мишени экспериментаторов.

С приближением скорости частиц в циклотроне к световой, они становятся тяжелее и постепенно отстают от изменения знака напряжения на дуантах, не попадая в такт электрическим силам, и перестают ускоряться. Максимальная энергия, сообщаемая частицам в циклотроне, составляет 25–30 МэВ.

В 1940 г. американский физик Д. Керст создал индукционный ускоритель электронов (бетатрон), идею которого выдвинули в 1920-е годы американец Дж. Слепьян и швейцарец Р. Видероз. Это циклический ускоритель электронов нерезонансного типа. Ускорение в нем осуществляется вихревым индукционным электрическим полем, которое создается переменным магнитным полем, проходящим через сердечник магнита. Электроны в бетатроне ускоряются до энергии 100–300 МэВ. Попадая на мишень из тяжелого металла, они теряют свою энергию, и в результате возникает бетатронное гамма-излучение с высокой проникающей способностью, что используется, например, для дефектоскопии металлов.

Практически все современные мощные ускорительные установки основаны на так называемом принципе автофазировки (автоматической устойчивости фазы частицы), открытом в 1944–1945 гг. почти одновременно советским ученым В. Векслером в американским ученым Э. Макмилланом. Он позволил существенно увеличить энергию ускоренных частиц.

Принцип автофазировки лег в основу конструирования циклических резонансных ускорителей с переменной частотой – фазотронов и синхрофазотронов.

В фазотроне частицы двигаются от источника (газового разряда), находящегося в центре, по спирали к периферии вакуумной камеры. Магнитное поле в нем постоянно, а частота ускоряющегося электрического поля меняется. Изменение частоты ускоряющего поля осуществляется с помощью конденсатора переменной емкости.

В синхрофазотрон частицы (протоны) вводятся извне из ускорителя меньшей энергии. В синхрофазотроне изменяется и величина магнитного поля, и частота ускоряющего электрического поля. Частицы в нем двигаются по круговой траектории. Постоянство радиуса орбиты позволяет уменьшить ширину кольца магнита, что значительно удешевляет установку. Из всех современных ускорителей синхрофазотроны позволяют получить самые высокие энергии частиц.

И фазотрон, и синхрофазотрон являются резонансными ускорителями, поскольку движение частиц в них происходит в резонанс (синхронно) с изменением ускоряющего поля.

В 1955 г. исследования, проведенные на синхрофазотроне, установленном в Калифорнийском университете, привели к открытию новой элементарной частицы атомного ядра – антипротона (отрицательно заряженный протон). Здесь же в следующем году был обнаружен антинейтрон.

В 1967 г. вступил в строй синхрофазотрон Института физики высоких энергий под Серпуховом. Диаметр его ускорительного кольца достигал 500 м, максимальная энергия заряженных частиц достигала 76 гигаэлектрон-вольт (ГэВ).

В 1972 г. в Батавии (США) был построен ускоритель с диаметром установки 2000 м и энергией частиц 500 ГэВ.

Пучки заряженных частиц, испускаемых ускорителями, используются не только в физике, но и в химии, биофизике, геофизике. В металлургии они применяются для выявления дефектов деталей, в деревообрабатывающей промышленности – для быстрой высококачественной обработки изделий, в пищевой промышленности – для стерилизации продуктов, в медицине – для лучевой терапии и бескровной хирургии.

# Фотография

Фотография была изобретена в первой половине XIX в. Ее появление – прямое следствие успехов физики и химии. Сущность фотографического процесса сводится к тому, что с предмета или группы предметов в особом приборе, называемом фотографической камерой, получают оптическое изображение на светочувствительном материале.

Людам давно был известен способ копирования изображений, получаемых в ящике специального устройства. Этот способ состоял в следующем: если в одной из стенок темной комнаты или коробки проделать небольшое отверстие и расположить перед ним (вне комнаты или коробки) освещенный предмет, то на противоположной стене образуется опрокинутое отображение этого предмета. Это явление стало широко использоваться в практике с XVI в., когда неаполитанский физик Д. Порта сконструировал усовершенствованную камеру-обскура и для получения более ясного изображения вставил в находящееся в передней стенке камеры отверстие двояковыпуклое («зажигательное») стекло. Этот принцип до настоящего времени служит основой для всех фотографических аппаратов, как бы ни было сложно их устройство.

Когда было получено высокое качество световых изображений, встала новая задача: постараться удержать эти изображения. Здесь на помощь пришло химическое действие солнца, т. е. способность солнечных лучей изменять цвет некоторых веществ. Основываясь на этом свойстве, изобретатели и ученые скоро пришли к мысли, что если покрыть матовое стекло камеры-обскуры каким-нибудь светочувствительным веществом, то можно как бы отпечатать световое изображение. В XVIII в. химики располагали уже довольно большим запасом таких светочувствительных веществ.

В 1727 г. немецкий врач Шульце установил светочувствительность солей серебра. Он первый поставил опыты воспроизведения контуров под действием света на пластинке, покрытой азотнокислой солью серебра. В 1802 г. английские ученые Т. Веджвуд и Г. Деви открыли светочувствительность бумаги,

пропитанной солями серебра. Веджвуд сумел получить изображение на слое нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$ , но не сумел его закрепить.

Все это подготовило дальнейшие успехи в области фотографии. В 1811 г. француз Ж.-Н. Ньепс занялся поисками способа закрепления изображения, полученного камерой-обскура.

Независимо от работ Ньепса над проблемой запечатления световых изображений занимался французский художник Луи-Жак Дагер. Узнав, что Ньепс работает уже несколько лет над той же проблемой, Дагер предложил работать вместе. В 1833 г. Ньепс умер, а в 1839 г. Дагер, продолжая работать, изобрел свой способ фотографирования. Со своим изобретением Дагер познакомил прежде всего знаменитого французского физика Араго. 7 января 1839 г. Араго сделал во Французской Академии наук доклад о новом изобретении, предвещая ему великое будущее. Эта дата считается днем рождения фотографии, или, как ее тогда называли, «дагерротипии».

Способ Дагера отличался от способа Ньепса тем, что в качестве светочувствительного вещества он вместо асфальта, использованного Ньепсом, применил йодистое серебро  $\text{AgI}$ . Скрытое изображение, полученное на светочувствительном веществе, Дагер проявлял, действуя парами ртути на йодистое серебро. Этим Дагер добился большей быстроты получения изображения и обеспечил более точное воспроизведение самого изображения. Однако дагерротипия обладала существенными недостатками: можно было получить только одно изображение, которое получалось зеркальным. Для получения снимка требовалась длительная выдержка (вначале до 30 минут). Аппаратура для дагерротипии была громоздкой и весила до 50 кг. Поэтому дагерротипия не получила широкого распространения.

В 1841 г. англичанин У. Талбот получил патент на калотипию (от греч. «красивый» и «отпечаток»). Как и в дагерротипии, светочувствительным слоем было йодистое серебро. В калотипии изготавливался негатив, с которого можно сделать любое количество отпечатков. Проявление в калотипии позволяло не только сделать скрытое изображение видимым для глаза, но и усилить его. В этом калотипия была близка к современной фотографии.

В 1842 г. Талбот разработал процесс проявления скрытого фотографического изображения проявляющим раствором, содержащим галловую кислоту. Он также предложил негативно-позитивный

процесс и способ оптической печати с помощью «волшебного фонаря» (фотоувеличителя).

Дальнейшее развитие фотографии шло по двум направлениям: совершенствовались материалы и способы обработки изображения, а также улучшалась оптика фотоаппаратов.

Еще в 1840 г. австрийский ученый Й. Пецваль предложил так называемый портретный объектив, превосходивший по силе другие виды объективов и имевший хорошую коррекцию.

Вместо мокрых светочувствительных слоев, готовившихся непосредственно перед съемкой, перешли к сухим, которые могли храниться в темноте длительное время без существенных изменений. Это произошло во многом благодаря замене коллодионных пластинок желатиновыми, которые впервые применил в 1871 г. англичанин Р. Мэддокс. Вместо йодида серебра с 70-х годов XIX в. стали применять соединения серебра с бромом и хлором.

Вместо стеклянной подложки стали применять сначала бумажную, а затем изобретенную в 1887 г. американцем Г. Гудвином гибкую нитроцеллюлозную пленку.

В 1889 г. Дж. Истмен разработал и выпустил первую камеру ящичного типа (бокс-камеру) с роликовой сенсibilизированной бумагой на 100 снимков.

В 1900 г. Истмен выпустил в продажу панорамную пленочную камеру с вращающимся объективом и щелевым затвором, позволявшим производить моментальные снимки, а в 1901 г. основал фирму «Истмен-Кодак».

Наряду с черно-белой развивалась и цветная фотография. Получение цветных снимков было намного сложнее.

В 1855 г. Д. К. Максвелл разработал основы аддитивного синтеза в цветной фотографии. В 1861 г. он экспериментально доказал возможность передачи натуральных цветов путем аддитивного сложения трех частичных изображений – красного, зеленого и синего.

В 1868 г. Дюко дю Орон получил патент на изготовление снимков в натуральных цветах и в 1869 г. представил опытные образцы. Он получал частичные негативы через три светофильтра основных цветов, печатал позитивные изображения пигментным способом в дополнительных цветах и, совмещая, получал многоцветное изображение.

В 1907–1911 гг. Г. Фишер открыл реакцию цветного проявления и предложил схему строения цветных многослойных фотоматериалов, которая применяется сейчас.

Первую в мире цветную обрабатываемую фотопленку с цветными компонентами в проявителе изготовила в 1935 г. фирма «Кодак». А в 1936 г. цветную обрабатываемую фотопленку по методу Фишера изготовила немецкая фирма «Агфа».

Вот как выглядит последовательность действий, необходимых для получения фотоснимка.

Для получения изображения надо зарядить фотоаппарат пленкой, навести на объект, отрегулировать объектив для получения достаточной резкости. Затвор устанавливается на нужное время выдержки, в течение которого он будет открыт. Далее необходимо установить нужное значение диафрагмы в зависимости от освещенности объекта, чувствительности пленки и времени выдержки.

Выбрав наилучший вид объекта, произвести съемку, спустив затвор.

Во время съемки отдельные кристаллы солей серебра, содержащиеся в слое фотоэмульсии на пленке, успевают разложиться под воздействием света. Они образуют скрытое изображение. Для его проявления пленку опускают в раствор проявителя, который постепенно восстанавливает серебро. Прежде всего оно восстанавливается на тех участках, где есть скрытое изображение. В этих местах пленка начинает быстро чернеть, поскольку там образуются мелкие кристаллы серебра, выглядящие черными.

Время проявки должно быть ограниченным во избежание полного почернения пленки. После проявки пленку ополаскивают и переносят в раствор закрепителя (фиксажа). Закрепитель растворяет оставшиеся соли серебра и удаляет его из эмульсии. На тех участках пленки, куда не попал свет, пленка становится прозрачной, а то, что при съемке было светлым, становится темным – образуется негатив. Пленку тщательно промывают и высушивают.

Для получения прямого позитивного изображения негатив закрепляют на фотоувеличителе и просвечивают насквозь, подложив под него фотобумагу. Черные участки не пропустят света, и скрытое изображение получится там, где негатив прозрачен.

Получение цветного снимка более сложно и трудоемко. Цветная пленка имеет прозрачную основу и три основных эмульсионных слоя.

Верхний слой чувствителен к синему цвету, и в нем получают скрытые изображения тех частей изображения, в которых есть все оттенки этого цвета: синий, голубой и пурпурный (красно-фиолетовый). Средний слой чувствителен к зеленому, и на нем получают изображения голубого, зеленого и желтого цветов. В нижнем слое, чувствительном к красному, получают изображения желтого, красного и пурпурного. Кроме того, на всех слоях будет изображение белого цвета.

В каждый слой добавлен особый компонент, который при обработке проявителем окрашивается в тех местах, где под влиянием света образовалось серебро. Компоненты подобраны таким образом, что при проявке слои образуют цвета, дополняющие их собственные до белого: верхний – желтый, средний – пурпурный, нижний – голубой.

Для удаления зерен серебра, выделившихся вместе с красителем, пленку отбеливают в специальном растворе, а затем закрепляют. После этого остаются одни красители.

При получении позитива применяют красные, зеленые и синие светофильтры. После использования каждого светофильтра фотобумагу погружают в закрепитель.

Постепенно процесс съемки упростился. Для любителей стали выпускаться фотоаппараты с постоянным фокусным расстоянием объектива. Теперь для того чтобы произвести снимок, достаточно навести объектив на нужный предмет и нажать на затвор. После окончания пленки ее относят в специальное ателье, где производится проявка пленки и печатание снимков.

Сейчас получили распространение цифровые фотоаппараты, которым не нужна пленка.

# Хлебопечение

Хлеб занимает важнейшее место в рационе многих народов мира, предки которых перешли к оседлой жизни и стали заниматься земледелием. Это был величайший поворот в человеческой цивилизации. Он труднообъясним, поскольку собирательство злаков, охота и рыбная ловля дают немедленный результат в виде плодов труда, будь то съедобные плоды и корни, мясо убитого животного или пойманная рыба.

Земледелие же требует работы на перспективу – для того чтобы получить урожай, необходимо очистить участок земли от деревьев, кустарника, камней, взрыхлить землю, посадить заранее отобранные семена, ухаживать за посевами, собрать урожай и сохранить его часть, необходимую для посадки, до следующего сезона. Неслучайно во многих культурах хлебопечение считается даром богов людям.

Исследования, проведенные в 30-е годы прошлого века под руководством академика Н. И. Вавилова, позволили определить первичную родину культурных растений. В частности, эти исследования показали, что родиной пшеницы является Эфиопия.

Родиной земледелия считается Древний Египет, точнее, долина Нила. Именно там были идеальные условия для выращивания зерна: воды реки мало засолены, пойма реки находится выше уровня, почвы во время разлива регулярно удобряются плодородным илом. Это позволяло обходиться без севооборота. Из зерновых культур в Египте выращивали ячмень, пшеницу, полбу.

По мнению археологов, потребление людьми дикорастущих хлебных злаков в виде целых зерен, предварительно замоченных в воде и размягченных, началось в эпоху мезолита 7–10 тыс. лет назад.

Позже люди научились дробить зерно в деревянных или каменных ступах при помощи пестиков. Затем начали поджаривать его с последующим дроблением. Обжаривание придавало продукту сладковатый вкус, а дробление помогало отделять зерна от плевел, пропуская дробленое зерно через сито.

Долгое время хлеб потреблялся в виде кашицы и похлебок. Воспоминание об этом сохранилось в самом слове «хлеб»,

однокоренном слову «хлебать».

Печеный хлеб в виде пресных лепешек появился с изобретением каменной зернотерки. Его выпекали на углях, в золе или на раскаленных стенках печек. В последнем случае изготовленные из теста сырые лепешки накладывались на внутренние стены печи. Когда лепешка была готова, она падала на дно печи. Подобные печи – тандыры – сохранились до сих пор в Средней Азии и Закавказье. Пресные лепешки были сухими, зато хорошо сохранялись.

Важным шагом в развитии хлебопечения стало приготовление кислого теста. Для этого тесто подвергают брожению (квашению) с помощью разрыхлителей для придания ему пористости. Точное время и место появления кислого теста неизвестны. Предполагают, что это произошло в Египте, откуда оно распространилось в остальные страны. Так, из Ветхого Завета известно, что евреи отличали пресный хлеб (мацу) от квашеного. С тех пор способ приготовления хлеба мало изменился, усовершенствовалась только техника хлебопекарного дела.

Греки для закваски употребляли сушеную смесь муки с виноградным соком, находившимся в брожении. Римляне брали для закваски старое тесто, бывшее в брожении.

Наибольшему усовершенствованию подверглось с того времени мукомольное дело. Первоначальная деревянная ступа для измельчения зерна была заменена сначала жерновами, которые растирали зерно ручным способом. Они состояли из двух камней, нижний из которых имел форму конуса, поставленного на основание, а верхний имел снаружи цилиндрическую форму, а внутри состоял из двух воронкообразных конусов, соприкасающихся вершинами (оба конуса были соединены внутри каналом). Нижняя воронка надевалась с помощью металлического кольца на конус нижнего жернова, а в верхнюю воронку насыпалось зерно, которое, проходя между обоими камнями, перемалывалось.

Полученная смесь муки и крупки пропусклась сквозь сито, в результате чего получалось несколько сортов муки.

Позже муку стали получать на ветряных и водяных мельницах.

Основным сырьем в современном хлебопечении служит пшеничная и ржаная мука, вода, хлебопекарные дрожжи и поваренная соль. Кроме них в тесто могут добавляться жир, сахар, сухое молоко, изюм, пряности.

Приготовление теста состоит в перемешивании муки, соли, воды.

Пшеничное тесто может готовиться опарным и безопарным способами. При первом способе все сырье замешивается сразу и тесто готово через 2–3 часа. При втором сначала замешивается опара, представляющая собой более жидкое тесто, содержащее примерно половину общего количества муки и все количество дрожжей. Спустя 4–5 часов, когда опара выбродит, в нее добавляется оставшаяся мука, вода и остальные составляющие. После этого замешивается тесто нормальной плотности, длительность брожения которого составляет 1–2 часа.

Ржаное тесто готовится на густых и жидких заквасках.

В тесте протекают спиртовое и кислотное брожение, в результате чего выделяются углекислый газ и этиловый спирт, которые разрыхляют тесто, обеспечивают ему требуемые свойства и придают хлебу характерный аромат.

После того как тесто готово, его разделяют, формуют и выдерживают в тепле от получаса до 2 часов. За это время оно «подходит» – становится рыхлым, мягким, пористым.

Выпечка хлеба производится в специальных печах. Тесто может выпекаться в специальных формах или на поду печи. Температура корки при выпечке достигает 140–175 °С, середины мякиша – 95–98 °С. Разница между массой теста, посаженного в печь, и массой хлеба в момент его выборки из печи называется упек. В зависимости от массы и формы хлеба упек может составлять 6–14 %.

Охлаждение хлеба после выпечки происходит на специальных лотках и в хлебохранилищах, после чего оно поступает к потребителю.

Несмотря на большое разнообразие продуктов в нашем рационе, хлеб остается важнейшим из них, и поговорка «хлеб всему голова» и поныне сохраняет свою актуальность.

## Холодильник

На севере с незапамятных времен пользовались и продолжают пользоваться до сих пор вечной мерзлотой для замораживания и хранения мяса, рыбы, жира и других продуктов. Там, где не было вечной мерзлоты, лед собирали зимой и хранили до лета в норах, вырытых в земле, пещерах или кучах, засыпанных сверху землей.

Сложнее было получить и сохранить холод в жарких странах, где не было ни льда, ни снега. Их можно было добыть лишь в горах на большой высоте. Несмотря на большие расстояния – сотни километров, лед доставляли к потребителю. Александр Македонский во время Персидского похода (330 г. до н. э.) при осаде города Петры велел сделать 30 погребов со снегом, в которых хранилось охлажденное вино для его воинов.

В Древнем Риме широко применялись привозимые с Альпийских гор снег и лед. Император Нерон приказывал охлаждать кипяченую воду, помещая сосуды в снег. Простые римляне просто смешивали напитки со снегом. Римский император Гелиогабал, правивший в III в. н. э., приказал насыпать в своем саду большие горы из снега, чтобы ветер в жаркую погоду разносил прохладу. Таким образом, Гелиогабал первым реализовал на практике кондиционирование воздуха. К этой идее вернулись спустя более чем 1500 лет – в XIX в., но лишь в закрытых помещениях.

В Средневековье использование льда, перевозимого на далекие расстояния, было популярно, несмотря на трудности. Халиф Махди в VIII в. организовал регулярную доставку льда на верблюдах из Ливана и с гор Армении в Мекку. Один из его наследников применил охлаждение своей резиденции, поместив лед между двойными стенками.

Для уменьшения потерь от таяния при перевозке льда и снега арабы придумали специальные двустенные ящики: промежуток между стенками заполнялся войлоком. Это были, по существу, первые образцы низкотемпературной тепловой изоляции. Многие столетия природный лед оставался основой для получения холода в теплое время года во всех странах, где можно было создать его запасы. Лед не

потерял своего значения и сейчас, несмотря на последующее развитие средств охлаждения.

В начале XIX в. Томас Мур, инженер из американского штата Мэриленд, собственноручно построил прототип кухонного ледника. Томас Мур занимался поставкой сливочного масла в Вашингтон. Специального транспорта для этого не было, а доставлять масло в столицу надо было свежим. Тогда Мур соорудил для своего товара сосуд из тонких листов стали, обернул его кроличьими шкурками и поместил в бочку из кедровой клепки. Сверху он насыпал лед. Свое изобретение он назвал «рефрижератор», оформив заявку в патентном ведомстве.

Во второй половине XIX в. во многих домах в Америке, Европе и Австралии появились домашние ледники, имевшие вид кухонных шкафов. Теплоизоляцией служил уже не мех, а пробка и опилки. Над камерой для продуктов или под ней был отсек для льда. Талую воду через кран спускали в поддон. Проблема заключалась в том, что температура таяния льда 0 °С. Для хранения большинства продуктов, особенно скоропортящихся, этого маловато. Пользуясь древним рецептом, ко льду добавляли соль. Расход льда значительно увеличился. Его приходилось заправлять в домашние ледники по нескольку раз в неделю.

Сейчас использование природного льда из-за мощной конкуренции со стороны современной холодильной техники почти сошло на нет. Тем не менее, в странах, где зимой много льда, древняя технология еще живет и даже расширяется, ведь добывание, хранение и использование природного льда дешевле, а главное – экологически безвредно.

Параллельно с «пассивным» зародилось новое, «активное», направление в получении холода. Из первых удачных решений путем длительной эволюции и родилась современная низкотемпературная техника.

Поставка снега и льда на далекие расстояния была слишком дорогим удовольствием, доступным лишь очень узкому кругу богатых людей. Более важной, особенно в жарких странах, была потребность в охлажденной воде, получаемой на месте и без больших затрат. Для этого не годился пассивный способ охлаждения внешним холодом ввиду его отсутствия. Был необходим другой, активный способ

охлаждения – без применения снега или льда. И он был придуман. Его идея состояла в том, чтобы заставить саму воду себя охлаждать.

Это сделали древние египтяне еще за 2500 лет до н. э. На сохранившихся фресках того времени изображены рабы, которые большими веерами обмахивали сосуды с питьевой водой. Если использовать для этого обычные кувшины, то нельзя получить воду, более холодную, чем окружающий воздух. Однако сосуды были пористыми. Часть воды, просачиваясь через поры, испарялась на поверхности кувшинов, охлаждая ее. Обдувание сухим воздухом ускоряло этот процесс. В результате, оставшаяся в сосудах вода охлаждалась ниже начальной температуры. Этот способ подсказал, по-видимому, повседневный опыт: увлажненная поверхность тела на ветру охлаждается.

В Индии вплоть до XX в. использовалось испарительное охлаждение, но в сочетании с другим процессом, делавшим его еще эффективнее. Плоские керамические открытые сосуды, напоминающие по форме большие сковороды, наполнялись водой и помещались на соломенные подстилки, уложенные на дне неглубоких траншей, вырытых в грунте. В ночное время при ясном небе вода в плоских сосудах настолько охлаждалась, что иногда покрывалась коркой льда. Частично охлаждение объяснялось испарением воды, но главная причина была в тепловом излучении с поверхности воды.

Несколько позже, чем испарительное охлаждение, был изобретен и другой способ охлаждения – посредством смешения, точнее, его можно назвать растворением. Первое краткое упоминание об открытии, лежащем в его основе, содержится в индийской рукописи «Панкатантрам». Оно гласит: «Вода охлаждается, если в нее добавляется соль». Основанный на этом способ получения льда описан арабским писателем Ибн-Аби-Усабия в XIII в.

К XVI в. в Европе было уже широко известно растворение селитры в воде для охлаждения напитков. В частности, охлажденной таким способом водой поили рабов-гребцов на галерах. В 1550 г. вышло даже специальное научное сочинение испанского врача Блазиуса Виллафранка. Это первое из известных практических руководств по холодильной технике. В его названии были слова «Methodus refrigerandi» (методы охлаждения). Там, в частности, сказано, что такой способ охлаждения воды и вина широко известен и

применяется горожанами в домашнем хозяйстве. Вскоре был сделан и следующий шаг: было установлено, что смешение селитры со снегом позволяет получать значительно более низкие температуры. Впервые этот способ был описан в труде неаполитанца Баптисто Порты «*Madia Naturalis*» (1589 г.). Неаполитанский врач Латинус Танкредус в 1607 г. писал о быстром замораживании воды в сосуде, помещенном в такую смесь.

Охлаждающие смеси в дальнейшем сыграли существенную роль в развитии исследований в области низкотемпературной физики и техники. По существу, они вплоть до середины XIX в. оставались основным средством охлаждения в экспериментальных работах.

Говоря о развитии холодильной техники, необходимо вспомнить, как люди научились получать искусственный лед.

Первое исторически достоверное известие о полностью искусственном получении льда из воды относится к 1775 г., когда В. Гюллен, откачивая насосом пар из-под стеклянного колпака, внутри которого находился сосуд с водой, получил в последнем лед.

В XVIII в. были открыты два различных способа получения низких температуры – сначала для замораживания воды, а впоследствии и для холодильных машин общего назначения. Первый из них связан с испарением жидкости, второй – с расширением воздуха, сопровождаемым производством внешней теплоты. Сначала оба эти способа развивались независимо друг от друга. Так было примерно до 60-х годов XIX в., когда холодильные машины стали выпускать массово и для разнообразных целей.

О первых попытках создать воздушные холодильные машины, работающие на сжатом воздухе, сохранились лишь отрывочные сведения. Так, в 1755 г. немец Хоэль в Хемнице (Австро-Венгрия) получил охлажденный воздух в результате его расширения. Примерно такие же исследования провел в 1771 г. в Швеции уроженец Мекленбурга Вильке.

Одновременно шло изучение охлаждения воздуха и других газов при расширении. Этим вопросом занимались Эразм Дарвин (дед Ч. Дарвина), Д. Дальтон и Гей-Люссак. Наконец в 1824 г. Сади Карно ввел понятие об обратном (холодильном) газовом цикле. Изучение этого вопроса продолжали Д. Гершель в 1834 г., а затем В. Сименс и А. Кирк в 50–60-е годы XIX века.

Работы по созданию действующих образцов воздушных холодильных машин между тем продолжались и вышли на уровень, позволяющий применить их на практике. Есть сведения, что изобретатель паровых машин англичанин Р. Тревитик в конце 20-х годов XIX в. сделал несколько образцов машин, предназначенных для охлаждения воды и превращения ее в лед. Принцип их действия заключался в том, что сжатый и затем охлажденный до температуры окружающей среды воздух выпускался в воду и, расширяясь там, охлаждал ее до выделения льда. Однако дальше опытов дело не пошло.

Первую действующую холодильную установку создал американский врач Дж. Горри. Он работал врачом в г. Апалачикола (штат Флорида). Жаркий климат этого района побудил Горри заняться холодильными делами. Видя своих пациентов, мучающихся от жары в помещениях больницы, он думал о том, как им помочь. Лед позволил бы создать в палатах совсем другой климат, но его не было. Горри решил сконструировать холодильную машину, позволяющую получать лед в количестве, достаточном для этой цели. В 1845 г. это ему удалось.

Модель установки Горри до сих пор хранится в патентном ведомстве США. «Льдоделательная» машина состояла из цилиндра диаметром около 200 мм, воздух в котором посредством поршня сжимался до 0,2 МПа. Тепло, выделяющееся при сжатии, отводилось посредством впрыскивания воды. Сжатый воздух поступал в цилиндрический горизонтальный ресивер, тоже охлаждаемый водой, пропускаемой по уложенным внутри трубкам. При последующем расширении воздуха в поршневом детандере в его цилиндр впрыскивалась соленая вода, которая при этом охлаждалась расширяющимся воздухом. Она и использовалась для получения льда.

Машина исправно работала, и Горри захотел сделать свое изобретение доступным всем, кто в нем нуждался. В мае 1851 г. он получил патент на свою машину.

Из приложения к патенту видно, что Горри усовершенствовал свою машину, заменив впрыск соленой воды погружением в соленую воду. С современной точки зрения, схема машины почти безупречна. Компрессор и детандер в этой машине конструктивно несовершенны, но в то время не было почти никакого опыта создания воздушных

компрессоров, а тем более расширительных машин – детандеров. Можно было использовать только идеи и конструктивные элементы из опыта создания паровых двигателей. Тем не менее, Горри, не имевший ни инженерного образования, ни практики, сумел разработать эти машины и на их основе создать вполне работоспособный агрегат.

Не понятый своими современниками и разочарованный цепью неудач, Горри заболел и скончался в возрасте 52 лет. Планы его не осуществились. Соотечественники в конце концов оценили его заслуги: через 44 года после смерти Горри фирма, выпускавшая холодильные машины, воздвигла памятник в городе, где он работал. В памятном зале Капитолия в Вашингтоне («Зале славы»), где каждый штат устанавливает памятник своему самому выдающемуся гражданину, Флориду представляет Горри.

Идея Горри послужила основой для дальнейшего развития холодильников. В 1857 г. В. Сименс, немецкий техник, переселившийся в Англию, опубликовал труд, в котором критически рассматривал машины Горри. Отдавая должное достоинствам, Сименс отметил и недостатки. Но, критикуя, он также искал пути устранения этих недостатков.

В замечаниях Сименса сказано, что воздух, который выходит из цилиндра детандера и расходуется на охлаждение соленой воды, недостаточно охлаждается, если его подавать непосредственно в воду, как сделано у Горри. Он предложил этот воздух не выпускать, а направлять в специальный теплообменный аппарат противотоком к сжатому воздуху, идущему в детандер. Это предложение было им запатентовано.

Открытие регенерации тепла произвело подлинный переворот и в дальнейшем нашло широкое применение не только в низкотемпературной технике, но и во многих областях энергетики.

Другим достижением стала воздушная машина шотландского инженера А. Кирка. Она была уже вполне пригодна для промышленной эксплуатации, многие ее образцы использовались в различных устройствах, нуждающихся в холоде.

Холодильный агрегат Кирка отличался от машин его предшественников прежде всего тем, что работал по замкнутому циклу с использованием регенерации тепла. В ней постоянно циркулировала порция воздуха. Идея регенерации тепла, изложенная в

этом патенте, давала огромные преимущества. Отработанный холодный воздух, сохранивший достаточно низкую температуру, не выбрасывается бесполезно, а возвращается в систему и используется для того, чтобы предварительно охладить сжатый воздух, направляемый на расширение. В этом случае на вход в детандер воздух поступает более холодным, на выходе он тоже понижает температуру. Таким образом, при тех же затратах получается большее охлаждение. По существу, после введения регенеративного теплообмена окончательно были установлены «три кита», на которых стоит вся классическая низкотемпературная техника: это детандер (или дроссель), регенеративный теплообменник и компрессор.

Регенерацию тепла впервые ввел в технику шотландский пастор Р. Стирлинг, когда в 1816 г. изготовил и запатентовал свой воздушный тепловой двигатель.

Осушка воздуха в нем производилась посредством сосуда с концентрированной серной кислотой, смещенного в нагнетательной линии. В компрессоре влага, содержащаяся в воздухе, поглощалась кислотой. В дальнейшем кислота нужна была только для того, чтобы удалять влагу, поступающую с наружным воздухом через неплотности в коммуникациях.

Кроме перехода на замкнутый процесс Кирк ввел еще одну новинку: регенерация тепла происходила в его агрегате не в обменнике, где два потока газа движутся навстречу друг другу (противоточный теплообменник), а в регенераторе. Он представлял собой трубу, заполненную металлической стружкой или мелкими осколками камня, через которые свободно проходил воздух. Когда через регенератор пропусклся теплый воздух, насадка нагревалась. Затем теплый воздух отключался, и в противоположном направлении пропусклся холодный, который, охлаждая насадку, нагревался сам. Затем снова пропусклся теплый воздух, который охлаждался, нагревая насадку, и т. д. В результате тепло, так же как и в теплообменнике, передавалось от теплого потока к холодному, но не через стенку, а посредством насадки. Регенератор по устройству проще теплообменника и может передать больше тепла на единицу объема, чем теплообменник.

Усовершенствования, сделанные Кирком, привели к достижениям, намного превышающим результаты, полученные его

предшественниками. Сначала он добился, чтобы температура на выходе из детандера была равной  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а затем, после доработки, ему удалось даже заморозить ртуть. Это означало, что впервые в холодильной машине удалось получать непрерывно температуру ниже  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Стоит отметить, что Кирк уже вышел за пределы чисто познавательного мышления, и его машина могла производить холод в довольно широком интервале низких температур от  $-3$  до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Машины того времени требовали от 1,5 до 1,75 кг топлива (угля) и мощности, равной лошадиной силе в час. Расчет по углю, а не по электроэнергии, вполне понятен, если вспомнить, что в то время не было электростанций и электросетей. Каждая холодильная установка имела свой индивидуальный привод от паровой машины и представляла единый агрегат, состоящий из двух машин: холодильной и паровой. Сравнительно невысокий КПД холодильной машины Кирка был существенно выше, чем у паровой машины, приводящей ее в движение.

В дальнейшем Кирк разработал другие, еще более совершенные варианты своей машины. Если в первой машине Кирка давление воздуха составляло едва 0,2 МПа, то в новых машинах оно достигало уже 0,6–0,8 МПа. Одна из первых больших машин новой модификации была установлена в 1864 г. на фабрике по производству масла «Юнг, Мелдрум и Винни». Она работала круглосуточно 10 лет и останавливалась на текущий ремонт только на 1–2 суток через каждые 6–8 мес. Число выпущенных Кирком машин было невелико, но они сыграли важную роль не только в развитии, но и в распространении холодильной техники.

Воздушные холодильные машины в дальнейшем совершенствовались американцем Л. Алленом и немцем Ф. Виндхаузенем.

Таким образом, к 60-м годам XIX в. уже вполне сложились схемы воздушных холодильных установок.

К 70-м годам XIX в. воздушные холодильные машины были довольно широко распространены. П. Гиффорд представил такую машину на Парижской выставке в 1877 г. С 1880 г. их начали выпускать в Англии, широко используя для транспортировки охлажденной рыбы.

Более совершенной была машина, разработанная Дж. Големаном. Она отличалась от других тщательно отработанной конструкцией, большей безопасностью эксплуатации и нашла в то время широкое распространение. В машине Големана впервые были использованы для регулировки дроссель на паропроводе паровой машины и термостат, установленный в охлаждаемом помещении.

В машине применялся противоточный регенеративный теплопроцесс, в котором воздух, возвращающийся из холодильной камеры, охлаждал сжатый в компрессоре и идущий на детандер воздух.

Эти машины были уже довольно крупными, их мощность достигала 221 кВт. Многие английские фирмы выпускали эти машины и в дальнейшем. Несмотря на это, воздушные холодильные установки к 70–80-м годам XIX в. почти полностью сошли со сцены.

Идея паровой компрессионной холодильной машины зародилась, по существу, уже тогда, когда впервые вода была охлаждена под колпаком при откачке воздуха насосом. Однако до машины как таковой было еще далеко, так как производилось лишь однократное, а не непрерывное охлаждение. Но при этом удаление большого количества водяного пара при низком давлении вызывало трудности. Чтобы его уменьшить, прибегали даже к тому, что вместо механического насоса стали применять поглощение водяного пара серной кислотой. Систематическое исследование получения холода при испарении не только воды, но и легкокипящих жидкостей проводили сначала Т. Кавалло в 1781 г. и позже А. Маре в 1813 г.

В 1805 г. О. Эванс опубликовал описание машины «для охлаждения жидкостей», где предлагалось использовать для этой цели испарение этилового спирта.

Описанная им идея включала почти все принципиально важные для холодильной машины процессы: испарение эфира при низком давлении (в вакууме), откачку пара насосом (т. е. компрессором) в другой сосуд и конденсацию этого пара холодной водой, отводящей от него тепло. Здесь не хватало только одного важного элемента, позволившего бы замкнуть цикл и вернуть жидкий эфир в сосуд, где он мог бы испаряться, охлаждая или замораживая воду.

Для этого был только единственный путь – заставить эфир циркулировать в замкнутом контуре. Эта на первых порах

малоперспективная идея тоже содержала рациональное зерно, которое позже дало начало абсорбционным холодильным машинам.

Первым, кто изучил этот путь и подготовил все условия для использования этой идеи, был англичанин Я. Перкинс. В августе 1834 г. Перкинс получил патент на «аппарат производства холода и охлаждения жидкостей». В патенте он предложил собирать испарившееся вещество, затем сжимать его газовым насосом (компрессором) и после этого снова конденсировать холод, т. е. осуществлять полный цикл, непрерывно получая такое же количество легколетучего эфира. Перкинс не ограничился описанием идеи, а сделал инженерную разработку.

В изолированном сосуде находится охлаждаемая жидкость. Был предусмотрен бак с легкокипящим испаряющимся веществом (в качестве такого вещества Перкинс рекомендовал этиловый эфир, поскольку он дешев и обладает невысоким давлением пара). Пары поступают по трубопроводу в паровой насос (т. е. компрессор) и после сжатия подаются по трубопроводу в конденсатор, помещенный в ванне с холодной водой (погружной конденсатор). Здесь пар при давлении, близком к атмосферному, конденсируется, и жидкость через дроссельный клапан возвращается в испаритель. Здесь были полностью предусмотрены все части парокомпрессионной холодильной установки. Она исправно работала при условии полного удаления воздуха из системы.

Перкинсу не пришлось увидеть свою машину «в металле». Довольно несовершенная опытная машина по его идее была создана уже после его смерти. Ее устройство полностью повторяло эскиз Перкинса, но ручной насос был заменен механическим компрессором. Испаритель выполнен в виде двух соединенных полушарий. В верхний помещалась замораживаемая вода, а в междустенном пространстве – испаряющийся хладагент.

А. Твиннинг практически осуществил идею Перкинса. С 1848 г. он стал использовать в качестве хладагента эфир. В 1850 г. он получил английский, а потом и американский патент. Одна такая машина работала в Кливленде и давала 50 кг льда в час.

Большого успеха в развитии паровых холодильных машин достиг англичанин Дж. Гаррисон. В 1837 г. он переехал в Австралию и в 1850 г. занялся процессом получения холода. В то время существовала

огромная потребность в заморозке мяса, экспортируемого из Австралии в Англию. В 1856–1857 гг. Гаррисон получил два английских патента на машины с этиловым эфиром в роли хладагента. В то время он уже обдумывал возможность применения других рабочих веществ, в частности аммиака.

В 1875 г. Гаррисон посетил Лондон, где обсуждал проблемы охлаждения с Фарадеем и Тиндалем. Наладив производство холодильных машин, Гаррисон занялся непосредственно замораживанием мяса для экспорта в Англию. Однако сначала он попробовал замораживать мясо на берегу в стационарных условиях. В 1873 г. он провел эксперимент в Мельбурне, заморозив при помощи своей машины мясо, рыбу и тушки птицы. Через 6 мес. был проведен осмотр и проверка качества. После удачного окончания опыта в 1873 г. Гаррисон решился на широкомасштабный эксперимент. Он погрузил на судно «Норфолк», оборудованное его холодильной установкой, 20 т баранины и говядины, заморозил груз на борту, после чего судно отправилось в Англию. Однако Гаррисон потерпел неудачу: по дороге машина вышла из строя, и по прибытии в Лондон покупателя на привезенное мясо не нашлось. Гаррисон понес убытки, был вынужден оставить коммерческую деятельность и занялся научной работой. Умер он в 1893 г. Машины Гаррисона, работающие на эфире, продолжали несколько лет выпускаться в Лондоне.

Независимо от Гаррисона, в 1857 г. француз Ф. Каре разработал паровые холодильные машины, работавшие не только на этиловом эфире, но и на сернистом ангидриде. Одна из установок, построенных по этому патенту, была смонтирована в южной Франции на заводе по производству соли и использовалась при получении сернокислого натрия (глауберовой соли) из морской воды. Кроме того, Каре придумал способ получения искусственного холода за счет абсорбции аммиака. Это был остроумный способ, который, правда, забыли лет на сорок. В начале XX в. в Москве появилась фирма П. Вортмана. Коммерсант предлагал москвичам огромный агрегат с названием «Эскимо», в котором использовался принцип Фернана Каре.

Он был бесшумным и универсальным. Топливом для него могли служить дрова, уголь, спирт, керосин. За один цикл работы «Эскимо» намораживал 12 кг льда.

Такую ледоделательную машину могли себе позволить лишь богатые покупатели или предприниматели, применявшие лед, например, в торговле мороженым, кондитерскими товарами, мясом, рыбой, пивом и другими продуктами.

Большую роль в получении домашнего и промышленного холода сыграл К. фон Линде. Он изобрел промышленный способ сжижения газов. В 1879 году фон Линде создал холодильную машину с компрессором, работавшем на аммиаке. Благодаря ей и началось производство льда в больших масштабах.

Холодильные машины Линде устанавливались на мясных бойнях и пищевых фабриках. Ими оснастили вагоны, речные и морские суда. Позже уменьшенная машина Линде стала сердцем домашних холодильников.

В изобретении Линде холодный рассол или аммиак циркулировал по разветвленной системе труб, охлаждая помещения с продуктами. Появились большие торговые и промышленные холодильные склады.

В 1893 году американец Элайя Томсон оснастил компрессионный холодильник электроприводом. Но такой аппарат был очень далек от совершенства. Он имел приводные ремни и производил много шума. Из-за утечек газа – аммиака или сернистого ангидрида – в помещении стоял неприятный запах. Холодильные шкафы обычно помещали в подвалы, чтобы избавиться от шума и вони.

Отцом современных холодильников можно считать датского инженера Стинструпа. В 1926 году он накрыл компрессор и его электродвигатель герметичным колпаком. Это сделало домашний холодильник бесшумным, безвредным и долговечным. Патент на агрегат Стинструпа приобрела корпорация «General Electric».

Теперь требовалось найти другой носитель холода, чтобы избавиться от аммиака и сернистого ангидрида. На смену им пришел фреон, открытый и изученный бельгийцем Свартом. В жидком состоянии фреон кипит при  $-32,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , химически пассивен и неядовит.

Теперь холодильники стоят в каждом доме или квартире. Они стали привычными, и вряд ли их владельцы знают о труде тысяч изобретателей и инженеров, работавших над идеей развития обычного бытового прибора.

# Часы

Часы появились тогда, когда у человека возникла потребность в измерении одинаковых промежутков времени и определении астрономического времени.

Самым распространенным хронометрическим прибором были солнечные часы, основанные на кажущемся суточном и годовом движении солнца. Они появились после того, как человек осознал связь между положением Солнца на небе и длиной и положением тени от предметов. Наиболее вероятно, что первые солнечные часы появились в Древнем Египте, поскольку именно там есть наиболее удобные для измерения времени климатические условия. Первые часы представляли собой гномон – вертикальный обелиск со шкалой, нанесенной на земле. Подобные священные обелиски устанавливались перед входом в храмы и одновременно служили для почитания бога Солнца Ра. Помимо обелисков были созданы и другие конструкции солнечных часов. Например, состоявшие из горизонтальной части – линейки с хронометрической шкалой и перпендикулярного ей «плеча», отбрасывающего тень на шкалу. Были также ступенчатые часы с двумя наклонными поверхностями, ориентированными по оси восток-запад и разделенными на ступени. У них время определялось длиной, а не направлением тени. Для правильного показания времени верхняя шкала была горизонтальной и составляла прямой угол с направлением местного меридиана. Чтобы их правильно установить, необходимо было вести наблюдения за моментами солнцестояния или равноденствия.

Тень, отбрасываемая гномоном, зависела от времени года, но сначала разница не учитывалась. Абсолютно точное время эти часы показывали лишь в дни равноденствия. Позже стали строить солнечные часы со шкалами для разных месяцев. С развитием солнечных часов возникали и решались математические задачи о трисекции угла, конических сечениях, тригонометрической проекции.

Позже в Византии были распространены настенные вертикальные солнечные часы. Они размещались на стенах церквей и общественных зданий. На циферблате для обозначения времени впервые появились

цифры. Из-за изменяющегося наклона Солнца в течение года изменялась продолжительность дневных и ночных часов. Поэтому более поздние солнечные часы получили криволинейные шкалы.

С удалением от экватора точность определения времени по Солнцу ухудшалась. Эту проблему решило появление теневой стрелки в направлении земной оси. Теперь тень равномерно вращалась вокруг полуоси, поворачиваясь каждый час на  $15^\circ$ . Это позволило ввести равномерное время для всего года. Вскоре несовершенные солнечные часы превратились в весьма точные для своего времени хронологические приборы. Они позволяли измерять время в любой точке земного шара. Для их правильной установки стали использовать другое изобретение – компас. Это сочетание позволило создать портативные, карманные или дорожные модели солнечных часов. Интересны кольцевые солнечные часы. Главной их частью было латунное кольцо, сопряженное с другим, подвижным. На внешней поверхности главного кольца гравировали начальные буквы месяцев, а против них на внутренней поверхности находилась часовая шкала. Перед измерением необходимо было поместить отверстие для луча у наименования нужного месяца. Чтобы узнать время, часы выставляли так, чтобы солнечный луч проходил через отверстие и указывал время на шкале.

Любопытную конструкцию имели дорожные солнечные часы «ашадах», которыми в Средние века пользовались индийские паломники. Они представляли собой деревянную восьмигранную палку с металлическим острием. На ней вырезались часовые шкалы. В ручке этой палки просверливали четыре сквозных отверстия, которые над шкалой для соответствующего месяца вдвигался стержень длиной 15 см, чтобы его острие в вертикальном положении отбрасывало тень на шкалу.

С начала XVI века теория солнечных часов преподавалась в некоторых университетах как составная часть математики.

В то же время появились оконные солнечные часы. Они были вертикальными, их циферблатом была поверхность окна храма или ратуши. Конец тени указывал не только время, но и положение Солнца в зодиаке. Прозрачная шкала позволяла узнавать время, не выходя из здания. Зеркальные солнечные часы отражали солнечный луч зеркалом на циферблат, расположенный на стене дома.

С точностью солнечных часов долгое время не могли сравниться даже механические. Своего наибольшего расцвета они достигли в XVI–XVII веках, когда над их созданием работали ведущие математики и астрономы.

Солнечные часы были простым и надежным указателем времени, но обладали серьезными недостатками: их работа зависела от погоды и была ограничена временем между восходом и заходом Солнца. Поэтому ученые стали изыскивать иные пути измерения времени, не связанные с наблюдением небесных тел. Водяные часы были вторыми по распространению после солнечных. Часто их называют греческим словом «клепсидра» (в переводе «брать воду»). Но в примитивном виде они были известны уже египтянам. В музее Каира хранятся самые старые водяные часы в мире. Они представляют собой алебастровый сосуд с придонным отверстием, через которое вытекает вода. На внутренней стороне корпуса были 12 часовых шкал для измерения времени в соответствующих месяцах.

В Древней Греции клепсидры применяли для регламентации времени выступления ораторов в судах. Они были, по существу, амфорами высотой около метра и шириной чуть более 40 см и вмещали около 100 литров воды. При диаметре отверстия истечения в 1,4 мм на полное опорожнение требовалось почти 10 часов. В воде находился поплавок с прикрепленным к нему длинным стержнем, который выступал над краем сосуда. На стержне была выгравирована шкала, показывавшая время, истекшее после начала истечения воды. Поплавок опускался равномерно, поскольку уменьшение скорости истечения компенсировалось уменьшающимся внутренним диаметром сосуда.

Независимость водяных часов от света Солнца делало их прибором, пригодным для непрерывного измерения времени в любое время суток. Конструкторы изобретали остроумные механизмы: для звуковой сигнализации о времени, для освещения часов ночью. Помимо прикладного значения они имели и художественную ценность.

Легендарной личностью среди мастеров по изготовлению клепсидр считается греческий механик Ктесибий Александрийский, живший во II–I в. до н. э. Сохранились сообщения о двух изготовленных им часах. Одни приводились в движение водяным

колесом. Зубчатая передача соединяла ведущий механизм со шкалой, располагавшейся на цилиндрической поверхности поворотной колонны. Шкала разделялась вертикальными прямыми на четыре основных поля. Система из 24 наклонных линий образовывала часовую шкалу для измерения планетных часов. Колонна со шкалой приводилась в движение водяным колесом. Вращаясь вокруг своей оси, она совершала один оборот в год. Эти часы имели специальное устройство, через определенные интервалы выбрасывавшее на чашку мелкие камешки. Это было звуковой сигнализацией времени.

Вторые часы Ктесибия отличались от первых тем, что их стрелка в верхней части циферблата управлялась поплавком, подвешенным на цепи, накрученной вокруг вала стрелочного указателя. Лунный календарь с зодиаком в нижней части часов тоже приводился в движение водяным колесом, камеры которого были закреплены непосредственно на задней стороне зодиаковой плиты.

Бронзовые водяные часы, которые Гарун-аль-Рашид прислал в подарок Карлу Великому, имели не только прикладную, но и художественную ценность. Эти часы с богатыми орнаментальными украшениями имели циферблат и каждый час провозглашали звуковым ударом металлического шара, который выскакивал из часов на декоративную решетку, а в полдень в часах открывались ворота и из них выезжали рыцари.

В Индии водяные часы назывались «яла-янтра». Это были преимущественно часы «истечения» с небольшим отверстием в дне. При восходе Солнца их заполняли водой, которая затем вытекала, так что до вечера процесс заполнения и истечения воды повторялся пять-шесть раз.

Помимо солнечных и водяных, в начале XII века появились и первые огневые, или свечные, часы. Это тонкие свечи длиной около метра с нанесенной по всей длине шкалой. Они сравнительно точно показывали время, а в ночные часы еще и освещали жилища церковных и светских сановников. К боковым сторонам свечи иногда прикрепляли металлические штырьки, которые, по мере выгорания и таяния воска, падали, и их удар сообщал об истечении определенного промежутка времени.

В течение столетий растительное масло служило людям не только для питания, но и в качестве светильного материала, основой для

масляных лампадных часов. Как правило, это были простые лампы с открытой фитильной горелкой и со стеклянной колбой для масла, снабженной часовой шкалой. Объем колбы подбирали так, чтобы ее содержимого хватило для непрерывного свечения между 6 часами вечера и 8 часами утра. Величину пламени и расход масла регулировали при помощи горящего фитиля так, чтобы понижение уровня масла в колбе соответствовало нанесенным на нее обозначениям времени.

Существовал и другой тип огневых часов – фитильные. Их главной частью был фитиль в виде длинной металлической палочки, покрытой слоем дегтя, смешанного с деревянными опилками. Жар тлеющих опилок, подожженных на одном конце палочки, постепенно пережигал тонкие, поперечно натянутые волокна с подвешенными к ним шариками. Шарик падал в металлическую чашку. Иногда фитиль сворачивали в спираль, форма которой сама по себе заменяла часовую шкалу.

Песочные часы стали известны в Западной Европе в конце Средних веков. Так, в Париже обнаружено сообщение, датированное 1339 годом. Оно содержит указание по приготовлению тонкого песка из просеянного порошка черного мрамора, прокипяченного в вине и высушенного на солнце. Быстрому распространению песочных часов способствовала их простота, надежность, низкая цена и возможность измерять время в любой момент суток. Их недостатком был сравнительно короткий интервал времени, который можно было измерить, не переворачивая часов. Обычные часы были рассчитаны на полчаса или час, реже – на 3 часа. Огромные песочные часы были рассчитаны на 12 часов хода.

Как и огневые, песочные часы никогда не достигали точности хода солнечных. При длительном использовании зерна песка дробились на более тонкие, отверстие в середине диафрагмы постепенно истиралось и увеличивалось. Поэтому скорость прохождения песка возрастала.

Революционным изобретением было создание первых колесных часов, с появлением которых началась современная эра хронометрии.

Автор и дата изобретения механических часов неизвестны. Предполагают, что впервые их создал монах Герберт из Орильяка, будущий Папа Римский Сильвестр II (950–1003). Механические часы

стали результатом усложнения механической части водяных. Разница была лишь в движущей силе: струю воды заменила тяжелая гиря. Для механических часов потребовалось изобрести шпindelный спуск, через определенные промежутки времени прерывающий движение часового механизма, и регулятор хода.

На старинных башенных английских и французских часах не было циферблата. Время они сообщали боем.

Самая ранняя достоверная дата применения шпindelных механических часов – примерно 1340 год. С того времени они вошли в общее употребление. В 1450 году появились пружинные часы, а к концу XV столетия – переносные часы.

Появление механических часов позволило перейти к равной продолжительности часа, независимо от времени года. Сначала сутки подразделяли на 24 часа, затем их разделили на 2 половины, по 12 часов в каждой.

Первым упоминанием о таких часах является сообщение об «астрарии» – астрономических часах профессора Джиованни де Донди. Они показывали движение Солнца, Луны и пяти планет, содержали вечный календарь.

В середине XVI века в некоторых больших часах появляется минутная стрелка, а иногда и секундная. Примерно тогда входит в употребление будильник. Особую потребность в надежных небольших часах испытывали мореходы. Такие устройства помогли бы морякам определять долготу своего местоположения. Эту проблему помогло решить сначала изобретение ходовой пружины, а затем маятника. Первые маятниковые часы для навигации сконструировал Галилео Галилей в 1641 году. Впоследствии в 1657 году их усовершенствовал голландец Гюйгенс. Но лишь в 1726 году был создан хронометр, позволивший морякам «перевозить время» и с достаточной точностью определять координаты судна.

Часы являются первым автоматом, примененным для практических целей. Их появление ускорило технический прогресс. Лучшие современные механические часы измеряют время с погрешностью не более 0,0001 секунды в сутки. Но сейчас этого недостаточно. На смену им пришли электронные часы, в которых роль маятника играет кристалл кварца. Борясь за точность, ученые создали молекулярные часы, в которых используется способность

определенных молекул поглощать и излучать электромагнитные колебания строго определенной частоты. С 1964 года за эталон времени была принята величина, соответствующая 9 192 631 770 электромагнитных колебаний, излучаемых атомом цезия. Неточность современных атомных цезиевых часов составляет 1 с за 10 000 лет. С 1972 года все страны мира перешли на отсчет микровремени с помощью атомных часов.

Еще большей точностью обладают квантовые часы. Они дают погрешность в 1 с за 100 000 лет.

## Шариковая ручка

С тех пор как человек начал рисовать и писать, сменилось немало приспособлений, помогающих ему это делать.

Первыми из них были палка и камень, которыми рисовали на песке или на скале.

Примерно в IV тысячелетии до н. э. человек начал писать на смоченных водой глиняных дощечках при помощи деревянной или бронзовой палочки либо кости. Древние греки выводили буквы деревянными заостренными палочками (стилусами) на дощечках, покрытых тонким слоем воска.

Первую ручку, судя по всему, изобрели египтяне. В гробнице Тутанхамона археологи обнаружили свинцовую трубочку с заостренным концом. Предположительно, внутрь трубочки вставлялась тростинка, заполненная темной жидкостью, которая понемногу стекала к заостренному концу. Когда трубочкой водили по папирусу, на нем оставался черный след. Но это изобретение было забыто. В течение многих веков для записей употреблялись восковые дощечки и усовершенствованный (металлический или костяной) стилус с расплюснутым концом.

После изобретения пергамента для письма понадобился другой инструмент. Так появилось знаменитое гусиное перо. Первыми его стали использовать испанцы. Определенным образом заточенное гусиное перо позволило изменить стиль письма – сделать его прописным и наклонным. Так были придуманы прописные буквы. В основном использовались гусиные перья, хотя применялись перья воронов и даже павлинов. Чтобы подготовить перо к работе, его сначала очищали в раскаленном песке, затем обрезали под определенным углом и затачивали – от этого во многом зависело качество написанного. Хорошие перья принято было преподносить в качестве подарка.

В конце XVIII в. независимо друг от друга австралийцы и французы изобрели грифель для карандаша. Тогда и возникла индустрия пишущих инструментов.

Прообраз стального пера появился в 1803 г. (новинка тогда же была запатентована). Сначала на кончике пера не было продольной прорези, поэтому оно брызгало чернилами и писало без нажима. Стальные кончики для перьев (в усовершенствованном варианте) получили признание только 27 лет спустя. К концу XIX в. ручки с металлическим пером полностью вытеснили гусиные перья. Делали их из стали, серебра и золота.

Ручку, которую не надо постоянно макать в чернильницу, изобрел американец Л. Э. Ватерман. До него уже были попытки создать «долгоиграющую» ручку, но они были не вполне удачными – чернила через перо поступали нерегулярно, и часто ручка отказывалась писать. Ватерман использовал принцип капилляра, который основан на вытеснении жидкости поступающим воздухом. Он проделал дополнительные отверстия в системе подачи чернил, что обеспечило равномерный непрерывный приток чернил к перу. Ватерман образовал компанию «Ideal Pen», которая занималась изготовлением и продажей перьевых чернильных ручек.

Правда, вскоре у перьевой ручки появился конкурент: ручка шариковая. В октябре 1888 г. «авторучку с вращающимся наконечником» запатентовал Дж. Д. Лауд из Массачусетса. Он использовал маленький шарик, который одной стороной купался в чернилах. За последующие 30 лет Патентное ведомство США выдало 350 патентов на аналогичные ручки. Однако они были далеки от совершенства: чернила оказывались либо слишком жидкие и оставляли кляксы на бумаге, пачкали карман, либо слишком густые и застывали на шарике.

В 1938 г. патент на изобретение шариковой ручки получил венгерский химик Йозеф (Ласло) Биро, эмигрировавший в Америку. Решить проблему чернил ему помог брат Георг, химик. Через несколько лет англичане выкупили у Биро патент и стали выпускать шариковые ручки специально для летчиков, поскольку эти ручки, в отличие от чернильных, не текли в полете.

В октябре 1945 года после ярмарки в Нью-Йорке шариковые ручки появились в широкой продаже. Тогда шариковая авторучка была разрекламирована как «первая ручка, способная писать под водой!». 29 октября 1945 года было продано 10 000 ручек в течение одного дня в магазине Джимбела в Нью-Йорке.

Биро не позаботился о защите своего изобретения в США. После успеха шариковых ручек в 1945 году Ласло пытался через суд оспаривать свои права на шариковую авторучку в США, но, увы, было поздно. Адвокаты промышленника, наладившего серийное производство шариковых ручек, доказали в суде, что Биро вообще ничего не изобретал. Они обосновывали это тем, что за столетия до этого сельскохозяйственные рабочие метили мешки с сахарным тростником с помощью каучукового шарика, который держали в руках. По их мнению, они использовали принцип шариковой авторучки.

В СССР интерес к шариковым ручкам появился после Великой Отечественной войны. Первоначально с предложением наладить их выпуск Советский Союз обратился к Паркеру, поскольку ручками его фирмы, принадлежавшими генералу Эйзенхауэру, подписывался акт о безоговорочной капитуляции Германии. Однако американский бизнесмен в просьбе отказал. Пришлось «изобретать» собственную авторучку.

Производство отечественных шариковых ручек вначале столкнулось с трудностями. Шарики, выпускавшиеся на Куйбышевском заводе шарикоподшипников, никак не принимали нужную форму, затем появились проблемы с пастой. В конце концов пасту стали делать из смеси касторки с канифолью. Первая советская шариковая ручка появилась в 1949 году.

В 1958 г. француз М. Бик создал дешевую ручку под названием ВИС. На разработку пишущего узла ручки у него ушло почти четыре года. Его одноразовая ручка была дешевой, удобной, хорошо писала на любой бумаге. Ею можно было прочертить линию длиной 6 километров. Ручки Бика распространились по всему миру.

В 80–90-х гг. прошлого века появились роллеры. Это шариковые ручки с тонким шариком и менее вязкими чернилами.

Хотя от руки сейчас пишут все меньше, авторучки продолжают совершенствоваться. Так, в 1997 г. была разработана первая ручка, которую нет необходимости сжимать при письме.

Шариковая ручка была признана самым важным дешевым изобретением – изделием, чья цена не превышает 10 долларов, наряду с канцелярской скрепкой, застежкой на липучках и схемой лондонского метро.

## Швейная машинка

Издавна человек научился использовать в быту шкуры животных, обрабатывать лен и хлопок, ткать полотно. Возникла потребность в одежде, обуви, головных уборах. Первоначально куски ткани, из которых изготавливалась одежда, сшивали при помощи иглки.

Шитье требовало от портных долгой кропотливой работы: для изготовления одного платья необходимо сделать несколько десятков тысяч стежков.

Первый проект машины для пошива одежды предложил в конце XV в. Леонардо да Винчи. Спустя почти 100 лет, в конце XVI в., англичанин Уильям Ли, внимательно наблюдая за движением вязальных спиц, изобрел машинное вязание, позволявшее получать ряды односторонних цепных стежков.

В 1755 г. немец Карл Вейзенталь изобрел швейную машину, в которой использовалась игла с ушком посередине. Эта машина копировала принцип ручного образования стежков.

В 1790 г. англичанин Томас Сент получил патент на швейную машину, которая могла быть использована на практике для пошива изделий из кожи, в частности сапог. Конструкции этой машины было еще далеко до сегодняшних конструкций, но машина имела иглу с двумя захватами и ушком в средней части, прерывистую подачу вала, у нее уже были регулятор длины стежка, горизонтальная игольная пластина и игловодитель, совершающий возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости. Вся технология пошива была заимствована у сапожников, вплоть до способа получения отверстий в материале (отверстия предварительно прокалывались шилом, находившимся впереди иглы). Однако эта машина не получила распространения. В настоящее время ряд зарубежных фирм выпускает швейные машины, имитирующие образование односторонних ручных стежков декоративной строчки, которая применяется для отделки кожаных юбок, пальто, обуви и перчаток. Принцип действия этих машин основан, в частности, на изобретениях Карла Вейзенталя и Томаса Сента: заостренная с двух сторон игла с ушком посередине вместе с ниткой попеременно проводится сквозь материал двумя

иглодержателями, расположенными по разные стороны игольной пластины.

В 1808 г. соотечественник Т. Сента Д. Пири изобрел машину для портного, в основе работы которой тоже лежал принцип получения однострочного, легко распускающегося цепного стежка. Казалось, пришло время отойти от принципа полного протягивания иглы вместе с ниткой сквозь материал, но конструкция иглы с ушком на ее заднем тупом конце или посередине не позволяла этого сделать. И только в 1834 г. американец Уолтер Хант изобрел иглу с ушком на заостренном конце и челночное устройство. Его швейная машина была первой машиной челночного стежка, в которой использовались верхняя и нижняя нитки. Недостаток этой машины – в отсутствии устройства регулировки натяжения нижней нитки, которая находилась в челночном устройстве. В 1843 г. соотечественник Ханта Бенджамин Бин изобрел швейную машину, в которой применялась кривая игла.

В 1844–1845 гг. другой американец, Элиас Хоу, которого считают отцом швейных машин, используя принципы работы машины Уолтера Ханта, сделал в ней ряд усовершенствований и создал стабильно работающую швейную машину челночного стежка. Ему удалось получить патент на новую машину, и вскоре было изготовлено еще несколько таких машин, каждая из которых заменяла труд пяти портных. Машина выполняла 300 стежков в минуту. Изогнутая игла с ушком на остром конце двигалась горизонтально, а челнок, похожий на челнок ткацкого станка, совершал возвратно-поступательное движение. Ткань в машине располагалась в вертикальной плоскости, накалывалась на острые шпильки транспортирующего устройства и перемещалась только в одном направлении. Транспортирующее устройство одновременно служило устройством прижима ткани, что обеспечивало стабильную работу машины и хорошее качество строчки. Эта машина вызвала протест среди портных и ремесленников, которые считали машину угрозой, лишавшей их работы и хлеба. С лозунгами «Долой швейные машины!» они бросились громить швейные фабрики и вынудили Элиаса Хоу уехать из родного города, а потом и за пределы Америки – в Великобританию. Подобная судьба постигла за 15 лет до того француза Бартоломея Тимонье, построившего в Париже 80 швейных машин собственного изобретения для пошива военных костюмов.

В течение 30–50-х годов XIX в. в Великобритании, США и Франции было взято более 30 патентов на швейные машины. Это были машины цепного и челночного стежков, с прямой и изогнутой иглами, с вертикальным и горизонтальным расположением ткани. Конструкция каждой машины имела какие-то усовершенствования и новые элементы. Швейные машины стали экспонироваться на выставках и в музеях, вызывая восторг и большой интерес публики. Наконец в 1850–1851 годах усилиями американцев Алена Вильсона и особенно Исаака Зингера швейная машина была доведена практически до современного вида. Прямой игле с ушком на остром конце сообщалось возвратно-поступательное движение вначале зубчатым колесом, а затем зубчатой рейкой. Помимо ручного привода машины оснащались педальным устройством ножного привода, при котором освобождались руки портного. Для нижней нитки использовался челнок, имеющий возвратно-поступательное движение, с встроенной шпулькой по типу челнока Ханта и Хоу.

В этот же период американцы Гробер и Бекер изобрели швейную машину двухниточного цепного стежка, в котором использовалось переплетение двух ниток: одна из ниток подавалась сверху прямой вертикальной иглой, имеющей возвратно-поступательное движение, а другая – снизу кривой иглой в поперечном направлении.

В 1858 г. их соотечественник Джеймс Джиббс впервые изобрел и изготовил вращающийся петлитель, а Джеймс Вилькокк, заинтересовавшись возможностью изготовления швейной машины принципиально нового типа, вложил в предприятие свои капиталы, в результате чего была образована одна из старейших фирм промышленных машин «Вилькокк и Джиббс». В это время в Европе появляются предприятия по производству швейных машин. Англичанин Томас Эйт, немцы Дэтон Науман и Вилли Пфафф, швед Хускварна и другие начинают заниматься разработкой и усовершенствованием швейных машин, создают свои фирмы.

Особый успех среди покупателей имела бытовая швейная машина механика и промышленника Исаака Зингера. Основав в 1850 г. фирму и усовершенствовав машину Хоу, Зингер стал выпускать швейные машины в больших количествах. Они пользовались популярностью во всем мире.

Начиная с 1870 г. фирма «Зингер» не только расширилась в США, но и открыла свои филиалы во многих странах, в том числе и в России.

В подмосковном городе Подольске в 1900 г. фирма «Зингер» основала завод, который осуществлял сборку швейных машин из деталей, доставляемых из-за границы. Годовой выпуск машин составлял 600 тысяч.

Современные швейные машинки получили электрический привод, однако их механическая часть практически повторяет устройство их предшественниц конца XIX – начала XX веков.

## Электрическая лампочка

История электрической лампочки началась в 1802 г. в Санкт-Петербурге. Именно тогда профессор физики Василий Владимирович Петров пропустил электрический ток по двум стержням из древесного угля. Между ними дугой перекинулось пламя. Обнаружились не известные ранее свойства электричества – возможность давать людям яркий свет и тепло. Как ни странно, именно эта возможность менее всего заинтересовала ученого. Он в основном обратил внимание на температуру пламени, настолько высокую, что в ней плавятся металлы. Спустя 80 лет это свойство использовал другой русский ученый Бенардос для сварки металлов.

Открытие Петрова осталось незамеченным. Спустя десять лет электрическую дугу вновь открыл англичанин Гемфри Дэви. Но до появления электрической лампы оставалось еще 60 лет.

Для того чтобы использовать электрическую дугу для освещения, было необходимо решить три задачи.

Во-первых, концы угольков, между которыми вспыхивала дуга, быстро сгорали в ее пламени. Расстояние между ними увеличивалось, и дуга гасла. Поэтому необходимо было найти способ поддерживать пламя не несколько минут, а сотни часов, т. е. создать удобный для пользования электрический светильник. Это оказалось самым трудным.

Во-вторых, нужен был надежный и экономичный источник тока. Требовалась машина, вырабатывающая дешевый электрический ток. Существовавшие в то время гальванические батареи были громоздки, и на их изготовление требовалось много дорогого цинка.

И наконец, в-третьих, нужен был способ «дробить электрическую энергию», другими словами, использовать вырабатываемый машиной ток для нескольких светильников, установленных в разных местах.

Благодаря открытию Майклом Фарадеем эффекта возникновения электрического тока в изолированном проводе при его движении в магнитном поле, были построены первые генераторы электрического тока – динамомашин.

Основной вклад в создание электрической лампочки внесли трое людей, по иронии судьбы родившихся в один и тот же 1847 год. Это были русские инженеры Павел Николаевич Яблочков, Александр Николаевич Лодыгин и американец Томас Алва Эдисон.

А. Н. Лодыгин закончил военное училище, но затем подал в отставку и поступил в Петербургский университет. Там он начал работу над проектом летательного аппарата. В России у него не было возможности построить свое изобретение, и 23-летний Лодыгин уезжает в 1870 г. во Францию. Тогда шла франко-прусская война, и молодой изобретатель хотел приспособить свое детище для военных нужд. Французское правительство приняло его предложение, и началась постройка аппарата, напоминавшего современный вертолет. Но Франция проиграла войну, и работы были остановлены. Сам Лодыгин, работая над своим изобретением, столкнулся с проблемой его освещения ночью. Эта проблема настолько его увлекла, что после возвращения в Россию Лодыгин полностью переключился на ее решение.

Лодыгин начал опыты с электрической дугой, но очень быстро от них отказался, так как увидел, что раскаленные концы угольных стержней светят ярче, чем сама дуга. Изобретатель пришел к выводу, что дуга не нужна, и начал опыты с различными материалами, накаляя их током. Эксперименты с проволокой из различных металлов ничего не дали – проволока светилась лишь несколько минут, затем перегорала. Тогда Лодыгин вернулся к углю, которым пользовались для получения электрической дуги. Но он брал не толстые угольные стержни, а тонкие. Угольный стерженек помещался между двумя медными держателями в стеклянный шар, по нему пропускался электрический ток. Уголь давал свет довольно яркий, хотя и желтоватый. Угольный стержень выдерживал примерно полчаса.

Для того чтобы стержень не сгорал, Лодыгин поставил в лампу два стержня. Сперва накалялся только один и быстро сгорал, поглощая весь кислород в лампе, после этого начинал светиться второй. Поскольку кислорода оставалось очень мало, он светил примерно два часа. Теперь нужно было выкачать воздух из лампочки и исключить его просачивание внутрь. Для этого нижний конец лампы погружался в масляную ванну, через которую от источника тока к лампе шли провода. Вскоре и от этого способа пришлось отказаться, была сделана

лампочка, в которой можно было менять угольные стержни после сгорания. Но неудобства возникали из-за необходимости откачивать воздух.

Лодыгин создал «Товарищество электрического освещения Лодыгин и компания». Весной 1873 г. в отдаленном районе Петербурга Пески состоялась демонстрация ламп накаливания системы Лодыгина. В двух уличных фонарях керосиновые лампы были заменены электрическими. Многие принесли с собой газеты для сравнения расстояния, на котором их можно было читать при керосиновом и электрическом освещении. Позже лампами Лодыгина освещалась витрина бельевого магазина Флорана.

Летом 1873 г. «Товариществом Лодыгин и компания» был организован вечер, где были показаны фонарь для освещения комнаты, сигнальный фонарь для железных дорог, подводный фонарь, уличный фонарь. Каждый фонарь мог зажигаться и гаситься отдельно от остальных.

Академия наук присвоила Лодыгину Ломоносовскую премию за то, что его изобретение приводит к «полезным, важным и новым практическим применениям».

Признание важности его труда вдохновило Лодыгина. Он совершенствовал свою лампочку, а его мастерская выпускала все новые ее разновидности. Но «Товарищество» для изготовления и продажи лампочек Лодыгина было основано прежде, чем удалось сделать новую лампочку, которая бы выдержала конкуренцию со старыми способами освещения. Мастерскую закрыли, «Товарищество» распалось, о лампочках Лодыгина на некоторое время забыли. А сам изобретатель поступил слесарем на завод.

В это же время собственную конструкцию лампы разрабатывал Яблочков. Работая на Курской железной дороге, Павел Николаевич предложил поставить на паровозе поезда Александра II электрический фонарь для освещения пути. Он представлял собой два угольных стержня, между которыми вспыхивала электрическая дуга. По мере сгорания стержней их сближал механический регулятор. Ток давала гальваническая батарея. Молодому изобретателю пришлось две ночи напролет провести на паровозе, беспрестанно подправляя регулятор.

Яблочков ушел со службы и открыл в Москве мастерскую физических приборов. Но мастерская несла убытки, и ему пришлось

уехать за границу, в Париж. Там он поступил на работу в мастерскую Бреге и возобновил работу над созданием электрического светильника. Его занимала одна проблема: как построить лампу, не нуждающуюся в регуляторе. Решение оказалось простым: вместо того, чтобы располагать стержни один против другого, их надо было поставить параллельно, разделив прослойкой тугоплавкого вещества, не проводящего электрический ток. Тогда угли будут сгорать равномерно, а прокладка будет играть ту же роль, что и воск в свече. Для прослойки между электродами Яблочков выбрал каолин – белую глину, из которой делают фарфор.

Спустя месяц после появления этой блестящей идеи лампа была сконструирована, и Яблочков получил на нее патент. Это было в 1876 году. Свою электрическую свечу он поместил в стеклянный шар. Для ее зажигания использовалось простое устройство: стержни сверху соединялись тонкой угольной нитью. Когда в лампу пускали ток, нить раскалялась, быстро сгорала и между стержнями вспыхивала дуга.

Изобретение имело огромный успех. Магазины, театры, улицы Парижа были освещены «свечами Яблочкова». В Лондоне ими осветили набережную Темзы и корабельные доки. Яблочков стал одним из самых популярных в Париже людей. Газеты называли его изобретение «русским светом».

«Русский свет» не имел успеха только на родине изобретателя в России. Французские изобретатели предложили Яблочкову купить у него право на изготовление его свечи для всех стран. Прежде чем дать согласие, Яблочков предложил бесплатно свой патент русскому военному министерству. Ответа не последовало. И тогда изобретатель согласился взять миллион франков у французов. После грандиозного успеха свечи Яблочкова на Парижской выставке 1878 г., которую посетило много русских, ею заинтересовались и в России. Один из великих князей, побывав на выставке, обещал Яблочкову помощь в организации производства его ламп в России. Ради возможности работать на родине изобретатель, возвратив миллион франков, выкупил право на производство своих свечей и уехал в Петербург.

Там образовалось общество «Яблочков и компания», которое построило завод электрических аппаратов и при нем лабораторию для изобретателя. Для широкого распространения электрического

освещения Яблочкову было необходимо решить все три задачи, о которых было сказано выше.

Для этого уже были все предпосылки. Изобретатели предлагали много конструкций машин, вырабатывавших электрический ток. Свой генератор создал и Яблочков. Кроме того, он нашел способ питать током много ламп, поэтому его завод предлагал не только «свечи», но и брал на себя устройство электрического освещения полностью. Яблочков осветил в Петербурге Литейный мост, площадь перед театром и некоторые заводы.

Между Яблочковым и Лодыгиным долго шел творческий спор о путях развития электрического освещения. Яблочков считал, что отказ от дуги – ошибка Лодыгина и лампочки накаливания не смогут быть прочными и экономичными. Лодыгин, в свою очередь, упорно совершенствовал лампочку накаливания.

Недостатком свечи Яблочкова был слишком сильный свет, который она давала – не менее 300 свечей. При этом она излучала столько тепла, что в небольшой комнате было невозможно дышать.

Поэтому свечами Яблочкова пользовались для освещения улиц и больших помещений: театров, заводских цехов, морских портов.

В свою очередь, лампочки накаливания не нагревали сколь-нибудь заметно помещение. Их можно было делать любой силы. Несмотря на различия во взглядах, Яблочков и Лодыгин относились друг к другу с уважением, вместе работали в научном обществе, организовывали журнал «Электричество». На заводе Яблочкова изготавливали и лампочки Лодыгина, который к тому времени внес усовершенствования в свое изобретение: вместо угольных стержней стал использовать угольные нити. Новая лампочка потребляла меньше тока и служила несколько сот часов.

Около двух лет завод Яблочкова был завален заказами, во многих русских городах появилось электрическое освещение. Затем количество заказов сократилось, и завод начал хиреть. Изобретатель разорился, был вынужден снова уехать в Париж. Там он поступил на работу в то самое общество, которое основал и которому вернул миллион франков.

На парижской выставке 1881 г. свеча Яблочкова была признана лучшим способом электрического освещения. Но их стали

использовать все реже, и вскоре сам изобретатель потерял к ним интерес.

После того как закрылся завод Яблочкова, Лодыгину не удалось наладить в России широкое производство своих ламп. Он уехал сначала в Париж, затем в Америку. Он узнал, что там изобретенная им лампочка носит имя Эдисона. Но русский инженер не стал доказывать свой приоритет, а продолжал работу над усовершенствованием своего изобретения.

Говоря о вкладе Эдисона в развитие электрической лампочки, следует отметить, что перед созданием своей лампочки в его руках побывала лампочка Лодыгина. Поскольку электрический свет должен был выдержать конкуренцию с газовым рожком, Эдисон до тонкостей изучил газовую промышленность. Он разработал план центральной электростанции и схему линий подвода тока домам и фабрикам. Затем, подсчитав стоимость материалов и электроэнергии, определил цену лампы в 40 центов. После этого Эдисон начал работу над лампой с угольной нитью накаливания, помещенной в стеклянный шар, из которого выкачан воздух. Он нашел способ выкачивать воздух из баллона лучше, чем это удавалось другим изобретателям. Но главное было найти материал для угольной нити, который бы обеспечил долгий срок службы. Для этого он перепробовал около шести тысяч растений из разных стран мира. В конце концов он остановился на одном из видов бамбука.

После этого в ход пошла реклама. Газеты сообщили, что усадьба Эдисона, Менло-парк, будет иллюминирована электрическими лампочками. Семьсот лампочек произвели на многочисленных посетителей ошеломляющее впечатление. Эдисону пришлось много поработать над дополнительными изобретениями – генераторами, кабелями. Он работал также над снижением цены лампочки и остановился лишь, когда она стала стоить 22 цента. Несмотря на все это, Эдисон получил патент не на изобретение лампочки, а лишь на усовершенствование, поскольку приоритет оставался за Лодыгиным.

Сам Лодыгин в Америке вернулся к опытам с нитью из тугоплавких металлов. Он и нашел самый подходящий материал для нити, использующийся до сих пор – вольфрам. Вольфрамовая нить дает яркий белый свет, требует гораздо меньше тока, чем угольная, и может служить тысячи часов.

Не были забыты и дуговые лампы. Их используют там, где необходим источник света во много тысяч свечей: в прожекторах, маяках, на съемочных площадках. Причем изготавливают их не по методу Яблочкова, а по отвергнутой им схеме – с регулятором, сближающим угольные стержни.

В XX веке у лампочек накаливания появился конкурент – газосветные лампы, или лампы дневного света. Они наполнены газом и дают свет, не нагреваясь. Сначала появились цветные газосветные лампы. В стеклянную трубку с обоих концов вплавлялись металлические пластины – электроды, к которым подводился ток. Трубка наполнялась газом или парами металла. Под воздействием тока газ начинал светиться. Аргон дает синий цвет, неон – красный, ртуть – фиолетовый, а пары натрия – желтый. Эти лампы нашли применение в рекламе.

Позже были созданы лампы, свет которых приближается к солнечному. Их основа – ультрафиолетовые лучи. Их преимуществом является меньшее, по сравнению с лампами накаливания, потребление тока.

## Электрическая сварка

Сварка представляет собой процесс создания неразъемного соединения твердых материалов. Она происходит при местном сплавлении или совместном пластическом деформировании свариваемых частей.

Простейшие приемы сварки применялись, по оценкам историков, еще в VIII–VII тысячелетии до н. э. Медные изделия предварительно подогревались, а затем сдавливались. Позже изделия из меди, бронзы, свинца, золота и серебра соединялись при помощи литейной сварки. При этом соединяемые детали заформовывали, подогревали и в месте соединения заливали расплавленным металлом. Для изделий из железа и его сплавов применялась так называемая кузнечная или горновая сварка. Их нагревали до «сварочного жара», а затем проковывали. Вплоть до конца XIX в. применялись только эти способы сварки.

Развитие электротехники вызвало к жизни новый способ соединения металлов – электрическую сварку, предложенную в 1867 г. американским электротехником Томсоном.

Томсон пропускал электрический ток большой силы и небольшого напряжения через два куска металла, предназначенных для сварки и расположенных так, чтобы они соприкасались в месте сварки. Сопротивление прохождению тока в месте стыка кусков металла вызывало выделение тепла, достаточное для сварки металлических частей. Однако этот способ сварки металлов, названный позже контактным, не получил в это время широкого распространения.

Русские изобретатели электрической сварки Н. Н. Бенардос и Н. Г. Славянов пошли по другому пути.

Для электросварки они применили электрическую дугу, т. е. использовали явление, при котором между сближенными угольным и металлическим электродами возникает яркое пламя огромной температуры, которое и расплавляет металл. Ее открыл в 1802 г. русский ученый В. В. Петров. Он рекомендовал использовать свое открытие как источник тепла.

В 1882 г. Н. Н. Бенардос предложил способ сварки, названный им «электрогефест». Бенардос соединил один полюс сильной

электрической батареи с угольным электродом, а другой – со свариваемым металлом. Как только он подносил электрод к металлу, вспыхивала яркая дуга, расплавлявшая края свариваемых швов. В месте соединения образовывался шов, представляющий собой полоску сплавленного металла. Для заполнения зазора между свариваемыми листами, усиления шва или наплавления другого металла в зону сварки вводился присадочный пруток.

Способ Бенардоса получил широкое применение на железных дорогах при ремонте рельсов и подвижного состава. Совершенствуя его, изобретатель в дальнейшем разработал не только сварку при помощи угольного электрода, но и изобрел, по существу, основные способы дуговой электрической сварки, применяемые и поныне.

Вначале электросварку использовали для исправления не вполне удавшихся металлических отливок, заварки трещин и пустот в металлических изделиях, восстановления изношенных поверхностей.

Затем она стала применяться не только для вспомогательных ремонтных работ, но и как основной технологический процесс производства новых изделий.

Так, в Великобритании на заводах компании «Ллойд – Ллойд» при помощи сварки приваривали стальные фланцы к железным трубам, проделывали отверстия во фланцах, сваривали железные трубы.

В Германии фирма «К. Мюллер» поставила товариществу братьев Нобель трубы для буровых скважин диаметром 2,1 м, сваренные по способу Бенардоса. Они выдерживали давление до 7 МПа.

Развивая и совершенствуя способ электросварки, созданный Н. Н. Бенардосом, Н. Г. Славянов в 1888 г. разработал свой способ использования электрической дуги для сварки металлов. В отличие от Бенардоса, Славянов применял при сварке только металлические электроды. Металлический электрод у него служил как для поддержания электрической дуги, так и для получения из него расплавленного металла, необходимого для создания шва или заливки. Сварочная ванна в аппарате Славянова была защищена слоем шлака – расплавленного металлического флюса. Швы накладывали отдельными участками, а для того, чтобы шлак и расплавленный металл не растекались, зону сварки ограничивали барьером из формовочной земли.

Для поддержания достаточной электрической дуги Славянов разработал и применил на практике электрифицированный сварочный полуавтомат, или, как он его назвал, «плавильник». «Плавильник» подвешивали над местом сварки. Постоянство длины дуги в пределах оплавления электрода поддерживалось двумя соленоидами, втягивающими железный сердечник и обеспечивающими автоматическую подачу электрода. По мере оплавления электрод подавали в зону сварки вручную через маховичок, вращавший направляющие ролики.

Будучи замечательным технологом, Славянов добился исключительно высокого качества работ, подвергая сварке не только железо и сталь, но и чугун, бронзу, латунь. Свое изобретение Н. Г. Славянов назвал «электрической отливкой металлов».

Изобретение Славянова применялось для исправления дефектов литья, ремонта деталей паровозов, паровых машин, артиллерийских орудий.

В 1889 г. будущий основатель фирмы «Дженерал электрик» Ч. Коффин применил двухэлектродный держатель для сварки дугой косвенного действия, в которой объект сварки не включен в цепь сварочного тока.

В конце XIX в., несмотря на успехи способов Бенардоса и Славянова, часто применяли электрический ток для нагрева до размягчения отдельных участков кромок изделия, после чего окончательное изделие формировали ручной или механической проковкой. Обычно это были изделия с короткими швами, поскольку необходимо было проковать весь шов до его остывания.

Одновременно с «электрогвездом» появился еще один метод электросварки – контактная сварка. При контактной сварке через место соприкосновения соединяемых частей пропускают электрический ток, который нагревает металл в этом месте до размягчения, затем сдавливают части, получая прочное соединение. Количество теплоты, выделяющейся при прохождении тока, по закону Джоуля – Ленца пропорционально электрическому сопротивлению. В 60-е гг. XIX в. патент на такое соединение получил англичанин Ф. Уальд. Но он не разработал его до промышленного применения. Слава изобретателя стыковой контактной сварки закрепилась за американцем Э. Томсоном. В 1884 г. он сконструировал мощный трансформатор и специальные

клещи-тиски для зажима свариваемых брусков, а в 1886 г. получил два первых патента на стыковую контактную сварку сопротивлением.

За короткое время Томсон и его сотрудники – Коффин, Девейн, Лемп, Расмуссен – получили 150 патентов по контактной сварке. В 1889 г. фирмой «Джонсон» впервые были сварены железнодорожные рельсы. Кроме этого применения стыковой контактной сваркой в первое десятилетие после изобретения сваривали только неотчетливые детали.

Одновременно со способом Томсона другой способ контактной сварки – точечную контактную сварку изобрел и Н. Н. Бенардос. Немецкий патент свидетельствует, что это произошло до 1887 года. Бенардос подвел ток к двум наложенным друг на друга стальным пластинам с помощью клещей, в которые вставил угольные электроды. Проходя через электроды, зажимавшие пластины, нагревал их. Выделившейся теплоты было достаточно для образования сварной точки.

В конце XIX – начале XX в. электросварка не получила широкого распространения: электроэнергия была малораспространенной, известные способы сварки не были универсальными и мобильными, а удовлетворительное качество переплавленного металла обеспечивалось ценой высокой трудоемкости.

Но без сварки в то время уже нельзя было обойтись, и в начале XX в. родился еще один способ не только быстрого соединения металлов, но и их разъединения, основанный на использовании теплоты, выделяемой при сгорании газов. Попытки использовать горючие газы для резки металлов делались многократно, но необходимые для этого температуры достигаются только при сжигании газов или паров жидкости в смеси с чистым кислородом. Поэтому применение газовой сварки появилось с возможностью получения технически чистого кислорода в промышленных масштабах.

В 1840 г. немецкий химик Д. Рихман разработал аппарат для получения кислорода путем взаимодействия азотной кислоты и цинка. Водородным пламенем, образующимся на выходе из горелки, можно было паять и сваривать легкоплавкие металлы. Кислородное пламя имело температуру 2600 °С и могло расплавить платину, золото и серебро. Появление в 1880-х гг. электролиза облегчило получение водорода и кислорода.

Сам термин «газовая сварка металлов» впервые употребил француз Д. де Рисимен в 1840 г., описывая в статье способ сварки свинца при помощи воздушно-водородной горелки. Одновременно велась работа по созданию надежной аппаратуры. Одной из первых таких конструкций была горелка американца Р. Хейра для получения водородно-кислородного пламени. Для предотвращения обратного удара (потока горящего газа внутрь системы) в 1847 г. он создал диафрагму в водородном канале, через которую газ выдавливался в наконечник горелки и выходил наружу. В 1850 г. француз Девиль создал горелку, в которой, как и в современных горелках, водород и кислород смешивались до выхода наружу.

Позже химики стали использовать в горелках ацетилен  $C_2H_2$ , теплота сгорания которого более чем в 5 раз выше теплоты сгорания водорода, температура пламени в смеси с кислородом достигает  $3200\text{ }^{\circ}C$ . Еще Г. Дэви получил ацетилен, разлагая водой карбид кальция. Но карбид кальция был дорог, и потребовалось несколько десятков лет, чтобы найти дешевый способ его производства. Для его промышленного производства было применено электричество. В 1892 г. основатели фирмы «Вильсон алюминий» Дж. Морехед и Т. Вильсон выпустили первую промышленную плавку карбида. В это же время электроплавку карбида проводит во Франции А. Муассан.

В 1895 г. А. ле Шателье в сообщении Парижской академии наук отметил, что в пламени ацетилена не окисляется расплавленное железо. Именно такое пламя было необходимо для сварки.

Французски инженер Ш. Пикар смешал ацетилен и кислород прямо в горелке, до выхода из мундштука. Это требовало подачи ацетилена под давлением, и горелки работали тогда, когда газ подавался из баллонов. Внедрение газовой сварки тормозили частые взрывы сжиженного ацетилена в баллонах при транспортировке. Для предотвращения этого А. ле Шателье предложил помещать растворы газа в ацетоне в пористое тело. Баллоны наполняли губкой, затем заливали ацетон и накачивали ацетилен. Это сделало транспортировку относительно безопасной, и ацетилен стал широко распространяться в промышленности. Но газ из генераторов выходил под нормальным давлением, поэтому применять их в горелках Пикара было опасно.

Этот недостаток устранил Э. Фуше. В 1901 г. он впервые использовал в горелках сжатый ацетилен (в ацетоне) и сжатый

кислород, а в 1901 г. подал в горелку ацетилен прямо из генератора при нормальном давлении, а кислород – под избыточным давлением. Позже такие горелки применяли не только для сварки, но и для резки, увеличив давление кислорода на выходе из дополнительных каналов.

Широкое применение газовой сварки началось, когда в 1902 г. немецкий ученый К. Линде создал ректификационный аппарат для разделения воздуха на компоненты.

Преимуществом ацетиленовой сварки и резки было отсутствие потребности в электричестве, автономность, подвижность и простота эксплуатации. При газовой сварке улучшалось качество шва, поскольку зона сварки была защищена от воздействия воздуха.

Электро- и газосварка могли заменить клепку при производстве металлических конструкций, применялись в ремонте этих изделий. Но при сваривании изделий с большими площадями сечений возникали серьезные проблемы. Применение аппарата Славянова ограничивали стационарный аппарат и тяжелый генератор, а способом Бенардоса и газовой сваркой можно было выполнять швы высотой не более 3–5 мм за один проход, а при многослойной сварке снижались производительность и качество.

Эта задача была решена при помощи алюминотермии. Процесс получения металлов и сплавов восстановлением оксидов металлов алюминием открыл в 1859–1865 гг. русский ученый Н. Н. Бекетов. Суть процесса состоит в том, что шихта из смеси порошков алюминия и оксида железа засыпается в тигель и поджигается. Температура горения при этом достигает нескольких тысяч градусов. В результате шихта превращается в железо и шлак. Вместо алюминия можно применять магний. Позже это было использовано при создании нового способа сварки, в котором для нагрева применяется энергия горения термитной смеси, состоящей из алюминия или магния и оксидов металлов (главным образом железа). В 1898 г. немецкий химик Г. Гольдшмидт соединил два железных бруска, заполнив место стыка термитной смесью, после чего поджег ее. Перегретое жидкое железо подплавilo кромки и, остыв, превратилось в шов.

Такие преимущества термитной сварки, как портативность оборудования, возможность соединения крупных заготовок на месте и быстрого последующего использования оценили железнодорожники. Термитом сваривали рельсы, сломанные детали и т. п. Термитная

сварка оказалась наиболее выгодной при соединении деталей с площадью сечения более 5 см<sup>2</sup>. Ее применяли в судостроении для сварки валов, гребных винтов, якорей, в машиностроении и других отраслях. В течение нескольких лет способ термитной сварки оставался практически неизменным.

В начале XX в. различные способы сварки получили широкое применение. С 1908 г. на заводах Форда вместо кузнечной стала применяться газовая сварка. В 1911 г. фирмой «Дэвис – Борнонвиль» был разработан пантограф, приводившийся в движение электродвигателем и перемещавший резак.

В это время газовая сварка преобладала над дуговой. Но основным недостатком ацетиленовой горелки была невозможность увеличить скорость сварки, что в дуговой решалось увеличением силы тока дуги.

Шведский морской инженер Кьелберг создал плавящийся электрод в виде отрезка проволоки, покрытого порошком силикатов для защиты металла от окисления. Это улучшило качество шва, но не решило проблемы полностью. В дальнейшем состав покрытия изменялся, в него добавляли алюминий, соединения калия, натрия, кальция. Это позволяло легче возбуждать дугу и поддерживать ее горение.

Постепенно сварочные генераторы перешли на переменный ток. В качестве источников тока наряду со сварочными преобразователями стали применять специальные трансформаторы и выпрямители.

Для облегчения труда электросварщиков в середине 20-х годов прошлого века были разработаны полуавтоматы. Сварочные держатели с электродом перемещались вдоль шва на раме с роликами.

Существовавшие методы сварки не позволяли качественно сваривать легированные стали и цветные металлы и сплавы: было трудно подобрать материалы покрытия и электродов, а также режим дуги. В этих условиях пригодился метод газозлектрической сварки. В 1911 г. американский физикохимик И. Ленгмюр открыл атомарный водород и разработал процесс сварки металлов в его среде. Он получил название атомно-водородной сварки. При подаче водорода в зону горения дуги он из молекулярного превращался в атомарный, а попав на сравнительно холодный металл, вновь становился молекулярным. При этом выделялась дополнительная теплота. Позже

кроме водорода стали применяться смеси других газов: инертных (аргон, гелий), а также азот, хлор.

Это упростило процесс сварки и обеспечило высокую прочность металла.

В 1930-е годы возникла потребность в научном обосновании сварочных технологий. Это было связано со слухами о ненадежности сварных соединений, возникших в связи с обрушениями сварных мостов в Германии, Бельгии, Канаде и других странах. Многие инженеры и конструкторские организации выступали против применения сварки в ответственных конструкциях.

В Советском Союзе первым занялся сваркой В. П. Вологдин. Исследования, проведенные под его руководством, доказали возможность применения и научного изучения сварки. В 1929 г. исследованиями сварных соединений занялся 59-летний инженер – мостостроитель Е. О. Патон. Под его руководством в Киеве была создана электросварочная лаборатория. В 1935 г. в Киеве был создан Институт электросварки, позже получивший имя Е. О. Патона. В нем разрабатывали и осваивали механизированную и автоматическую сварку угольным электродом. При этом электрод перемещался на тележке, и были применены специальные средства защиты зоны сварки.

Е. О. Патон стал решать проблему автоматизации комплексно, уделив особое внимание аппаратам и защите зоны сварки. Еще в 1923 г. в Советском Союзе Д. А. Дульчевский применил при сварке меди угольный порошок и другие горючие вещества, отеснявшие воздух от жидкого металла. Позже тоже пытались вносить защитные средства в зону сварки отдельно от электрода. В 1930 г. в США Б. С. Робинов, С. Е. Пейк и В. Е. Квиллен получили патент на способ сварки, при котором дуга засыпана флюсом, непрерывно высыпавшимся из бункера впереди электрода. Расплавляясь он образовывал надежную шлаковую и газовую защиту.

Способы автоматической сварки под флюсом совершенствовались: изменялся состав флюса, способы его подачи в зону сварки. Е. О. Патон поставил перед сотрудниками своего института задачу разработать гранулированный флюс для сварки сталей угольным и металлическим электродами. Он должен был прикрыть жидкий металл от воздуха, ввести дополнительные

легирующие элементы в металл шва и связать вредные примеси. В 1939 г. был разработан флюс и изготовлен специальный аппарат.

Разработки Патона и его коллег внесли неоценимый вклад в победу над Германией. Дуговая и газовая сварка применялась при производстве танков. Особенно важную роль автоматическая сварка сыграла при сварке танковых корпусов. Она позволила резко увеличить производительность и качество изделий по сравнению с ручной сваркой. Ни в США, ни в Германии такой технологии не было, танковую броню сваривали вручную.

Во II половине XX в. появились новые способы сварки: плазменная, электронная, фотонная, лазерная, сварка взрывом, ультразвуком. Они расширили сферу применения сварочных технологий.

## Электрическая турбина

Развитие электротехники потребовало перехода к более мощным двигателям, поскольку паровые машины не могли обеспечить увеличение мощности генераторов электрического тока. Перейти на качественно новый уровень можно было лишь за счет применения турбин.

Появление гидравлических турбин явилось следствием того, что водяные колеса не могли обеспечить энергией места, удаленные отводных источников. Они могли работать лишь при малом напоре воды (до 8 м), который был на равнинных реках. Это не позволяло использовать огромные запасы энергии, сосредоточенные в реках с большими напорами. Возможность их освоения заключалась в создании гидравлического двигателя, принципиально отличающегося от водяного колеса. Им стала водяная турбина, использовавшая силу реакции, создаваемой потоком воды на лопастях рабочего колеса.

Толчком к ее появлению стали труды Д. Бернулли. В своей работе «Гидродинамика», опубликованной в 1738 г., Бернулли обобщил ряд своих исследований по вопросам гидравлики и гидродинамики и вывел уравнение, устанавливающее на основании закона «живых сил» связь между давлением и скоростью в каждой точке потока несжимаемой капельной жидкости.

Уравнение Бернулли не только отражало закон сохранения и превращения энергии для частного случая гидравлической энергии, но и отчетливо указывало на принципиальную возможность построения гидравлических двигателей двух разных классов: использующих либо кинетическую, либо потенциальную составляющую полной энергии водного потока. Кроме того, Бернулли создал теорию реактивного действия, происходящего от вытекания струи через отверстие, сделанное в стенке сосуда.

Практически это явление было использовано впервые в 1745 г. английским механиком Баркером, построившим реактивное колесо, а в 1747 г. – венгерским физиком Я. Сегнером. Сегнер, работавший в Геттингенском университете, создал прибор, названный сегнеровым колесом, явившийся прототипом реактивного гидравлического

двигателя. Позднее Сегнер совершенствовал конструкцию для практического использования своего колеса. Первоначально он построил цилиндр с двумя трубками для выпуска воды, а затем – с четырьмя трубками и даже шестью. Последнюю из этих конструкций Сегнер пытался применить для вращения жернова. Однако недостаточное знание сущности физических процессов, происходящих в таком двигателе, не дало Сегнеру возможности его усовершенствовать.

Л. Эйлер увидел в реактивном двигателе Сегнера большие практические возможности и занялся его изучением. В своих докладах, сделанных Берлинской академии наук, Эйлер дал анализ процессов в сегнеровом колесе и указал, что его низкий КПД связан с потерями энергии, которые можно значительно снизить. Потери при входе воды в колесо, происходящие от резкого изменения скорости и направления течения воды (потери на удар), могут быть уменьшены, если подводить воду к колесу в направлении вращения сосуда и со скоростью этого вращения. Чтобы уменьшить потери на выходе из турбины, Эйлер заменил горизонтальные водовыпускные трубки в двигателе Сегнера трубками криволинейной формы, идущими сверху вниз. В них не требовалось делать сбоку отверстие для выпуска воды, а можно было оставлять открытым нижний конец загнутой трубки. Эйлер подчеркнул, что в сегнеровом колесе может быть использована и превращена в механическую энергию почти вся энергия воды, пропускаемой через колесо.

Эйлер предложил разделить новую гидравлическую машину на две части: неподвижный направляющий аппарат, через который вода поступала в нижнее вращающееся колесо, насаженное на вал и являющееся рабочим органом машины. Рабочее колесо он снабдил 20 короткими изогнутыми трубами для выхода воды. Гидравлический двигатель Эйлера представлял собой переходную конструкцию от сегнерова колеса к гидравлической турбине.

К началу XIX в. в связи с успехами в области паровых двигателей применение водяных колес сократилось.

Исследования ученых, в частности Ж. В. Понселе, показали, что изогнутые лопатки водяных колес более эффективны, чем плоские, так как позволяют осуществить безударный вход воды на лопатки, что повышало КПД. Из металла можно было изготавливать изогнутые

лопатки любого вида. Поэтому в этот период металлические водяные колеса стали преобладать над водяными колесами с плоскими лопатками.

Понселе предложил особый род подливных колес, в которых благодаря специальной форме лопаток можно было получить высокий КПД (до 0,7). Лопаткам в них придавалась такая кривизна, что подводимая вода поступала на лопатки в направлении их кривизны, проходила на некоторое расстояние вверх по лопатке и затем, опускаясь, выводилась наружу. Это совершенно устраняло удар воды о лопатки при входе и сопутствующие ему потери энергии. При металлических водяных колесах устраивались особые щитки для рационального направления воды к лопаткам колеса. Наиболее распространенными типами водяных колес, изготовлявшихся в XIX в., были применявшиеся при малых напорах (не более 1,5 м). Такими являлись, например, среднебойные водяные колеса Сажбьена и водяные колеса Цуппингера. У них была небольшая окружная скорость и малое число оборотов, что требовало большого диаметра, значительной ширины обода колеса и большого числа лопаток. В водяном колесе Сажбьена ширина обода была еще больше, лопатки имели криволинейную форму по всей поверхности так, что лопатки выходили из нижнего канала нормально к поверхности воды.

В 1832 г. на конкурсе, который проводило французское «Общество для поощрения национальной промышленности», свой гидравлический двигатель представил Б. Фурнейрон.

Турбина Фурнейрона являлась реактивным гидравлическим двигателем радиального типа с движением воды через направляющий аппарат от центра к периферии. Представленный на конкурс образец имел мощность 50–70 л. с., число оборотов более 60 в минуту, КПД – 0,7–0,8. В отчете Парижской академии наук о работе этой установки указывалось, что, применив особые внутренние ободья при лопатках рабочего колеса и соответствующие опускные затворы, удалось добиться такой регулировки турбины, что она работала с одинаковым КПД как в половодье, так и при низком уровне воды. В последнем случае понижалась лишь мощность.

Существенное отличие турбины от водяного колеса состоит в том, что в турбине вода входит на одну кромку лопатки турбины, проходит по лопатке и сходит с другой кромки, не меняя направления движения

по лопатке. В водяном колесе вода входит и выходит в одном и том же месте, совершая перемещение по лопатке в обратную сторону. Вследствие этого скорость и направление движения воды в лопатке колеса изменяются по времени. В турбине вода не останавливается, не меняет направления течения на обратное, а течет непрерывно. Поэтому турбина может применяться в широком диапазоне напоров и развивать большее число оборотов, чем водяное колесо. В турбине вода проходит одновременно по всем лопаткам рабочего колеса, а в водяном колесе – лишь по небольшой их части, что приводит к уменьшению размеров турбины по сравнению с водяным колесом. При одинаковой окружной скорости на ободке двигателя, пропорциональной скорости подводимой воды, число оборотов турбины больше, чем водяного колеса, так как диаметр ее меньше. Это обстоятельство упрощает передаточные механизмы или даже делает их ненужными.

Водяные турбины разных конструкций можно классифицировать по отдельным признакам. Прежде всего, они делятся на два основных класса: реактивные и активные.

В реактивных турбинах вода заполняет все каналы между лопатками направляющего аппарата и рабочего колеса. Это так называемые полные или напорные турбины. Энергетический процесс в них протекает в основном за счет изменения суммы энергии давления и частично кинетической энергии.

В активных турбинах вода проходит через турбину свободно, не заполняя всего рабочего колеса или действуя на часть его, причем давление среды, окружающей воду в турбине, всюду одинаково. В них передача энергии потока воды в рабочее колесо осуществляется в основном за счет изменения кинетической энергии воды. Эти турбины получили также название свободноструйных. Активные турбины пригодны в условиях переменного или малого количества воды, но при больших напорах. Активные турбины могут действовать при одновременной работе не всех, а только части рабочих лопаток. Такие турбины носят название парциальных.

Водяные турбины могут быть либо с горизонтальным валом, на который насажено рабочее колесо, либо с валом вертикальным. В соответствии с этим различают турбины горизонтальные и вертикальные.

Наиболее естественным представляется размещение направляющего аппарата турбины над рабочим колесом. В таких турбинах движение воды будет происходить по цилиндрическим поверхностям, ось которых параллельна оси рабочего колеса; подвод воды также происходит в направлении, параллельном этой оси. Такие турбины получили название осевых, или аксиальных, реактивных турбин.

В турбине Фурнейрона осуществлялся подвод воды к рабочему колесу из направляющего аппарата в радиальном направлении, причем рабочее колесо охватывало направляющий аппарат. Такие реактивные турбины называют радиальными или центробежными. Если относительное расположение направляющего аппарата и рабочего колеса обратно предыдущему, т. е. приток воды происходит в радиальном направлении от периферии к центру, то двигатель называется турбиной с наружным радиальным подводом воды (иногда их называли центростремительными). Этот тип оказался более удобным, так как размеры вращающегося рабочего колеса при этом получаются меньшими, можно видоизменять конструкцию рабочего колеса в зависимости от числа оборотов.

Реактивные турбины строились как горизонтальными, так и вертикальными. В них лопатки направляющего колеса и рабочего колеса имели форму винтообразно искривленных поверхностей, причем направление кривизны лопаток направляющего колеса противоположно направлению кривизны лопаток рабочего колеса. Турбины Геншеля – Жонваля стали строиться с новым основным рабочим органом – отсасывающей трубой, позволявшей использовать весь располагаемый перепад, размещая турбину настолько выше нижнего уровня воды, насколько это удобно при компоновке всей установки (в пределах Юм). Турбина Геншеля – Жонваля быстро вытеснила турбины Фурнейрона и использовалась в течение всего XIX в. После начала передачи электроэнергии на расстояние были построены быстроходные турбины Геншеля – Жонваля для непосредственного соединения с электрическим генератором.

Наибольший успех в XIX в. выпал на долю радиально-осевых реактивных турбин. Американский конструктор Хауд в 1838 г. получил патент на радиальную турбину с внешним подводом воды с центростремительным движением. Ее подробно изучил и испытал в

1849 г. американский инженер Д. Б. Френсис, улучшивший ее, после чего она стала называться турбиной Френсиса. В 1855 г. американский инженер Свейт сделал эту турбину радиально-осевой, заставив поток менять направление в рабочих лопатках с радиального на осевое, что позволило объединить турбину со всасывающей трубой.

В 1877 г. Финк предложил конструкцию поворотных лопаток в направляющем колесе радиально-осевых турбин, при которой их вращение осуществлялось поворотом общего соединительного кольца, связанного с регулятором турбины. Эта схема регулирования расхода воды и мощности обеспечила лучшую маневренность двигателя.

Уменьшение габаритов рабочего колеса в радиально-осевых турбинах позволило обеспечить рациональный отвод отработавшей воды от рабочего колеса. Этому способствовало применение отсасывающей трубы, которой стали снабжаться все реактивные водяные турбины с наружным подводом воды. Ее назначение – отвести от рабочего колеса воду с наименьшими потерями. Действие трубы основано на том, что протекающая по ней вода создает под рабочим колесом разрежение и тем компенсирует уменьшение напора от расположения рабочего колеса турбины выше нижнего уровня.

Для подвода воды к турбине была применена камера, имевшая в плане форму спирали. Она обеспечивала равномерность питания турбины, подводя воду во всех точках по окружности колеса с одинаковой скоростью и по одинаковому направлению. Применение спиральной камеры улучшило работу направляющего аппарата и повысило КПД турбины.

Для использования энергии воды при больших напорах были разработаны активные водяные турбины. Среди них были парциальная турбина Швамкруга и тангенциальное колесо А. Пельтона.

В турбине Швамкруга рабочее колесо большого диаметра (5 м и более) имело направляющие лопатки, расположенные внутри обода. Подводящая труба входила внутрь рабочего колеса и имела несколько сопел, отверстия которых регулировались задвижками. Движение воды в этих турбинах происходило по касательной к рабочему колесу, лопатки которого расширились снаружи.

Колесо Пельтона применялось при очень больших напорах и малых количествах воды, когда другие турбины работают с низким КПД. В нем нет каналов, по которым протекает вода, а имеются лишь

ковшеобразные лопатки на рабочем колесе, подвергающиеся непосредственному действию воды. Колесо Пельтона является свободноструйной, или ковшовой, турбиной. Она является парциальной, так как вода в любой момент времени действует на небольшое число лопаток. На самые нижние точки колеса бьет струя воды из сопла. Мощность струи регулировалась сначала язычковым затвором, а затем особым шпинделем, входящим в сопло. Колесо Пельтона может приводиться во вращение действием нескольких струй, выходящих из сопел, расположенных особым образом.

К началу XX в. в основном применялись два типа турбин: радиально-осевая реактивная турбина и колесо Пельтона. После опытов, поставленных во время Лауффен-Франкфуртской выставки 1891 г. началась новая эра в производстве электроэнергии на гидроэлектростанциях. Для характеристики водяных турбин был введен коэффициент быстроходности, равный числу оборотов данной турбины при напоре 1 м и мощности 1 л. с. В первых радиально-осевых турбинах он равнялся 60–70, а к концу XIX в. возрос до 320. Для повышения коэффициента быстроходности стремились распределить мощность между несколькими рабочими колесами. Появились горизонтальные и вертикальные турбины сдвоенного типа. В 1914 г. Дубе доказал, что при значительном увеличении зазора между направляющим аппаратом и рабочим колесом и одновременном уменьшении длины лопаток рабочего колеса можно довести этот коэффициент до 500 в несдвоенной турбине. Но при рабочем колесе с неподвижными лопатками при этом снижался КПД.

Решительный прогресс в отношении коэффициента быстроходности был достигнут в 1914–1916 гг., когда В. Каплан (Чехословакия) осуществил радиальный подвод воды в направляющий аппарат и осевое прохождение воды через рабочее колесо при большом зазоре между направляющим и рабочим колесами.

Гидравлические турбины, предложенные Капланом для низконапорных установок, в процессе своего развития прошли две формы. Вначале в этой турбине между выходными ребрами направляющего аппарата и входными ребрами рабочего колеса имелось большое незанятое пространство, лопатки были очень короткими в направлении движения воды, водный поток в турбине имел большую свободу, чем в других турбинах, и уменьшались

гидравлические потери, что приводило к повышению коэффициента быстроходности. Стремясь устранить детали, усложняющие прохождение воды через рабочее колесо, Каплан в 1916 г. предложил турбину без обода и придал рабочему колесу форму судового гребного винта. Коэффициент быстроходности достиг 1000, КПД при полном подводе воды к турбине равнялся 0,8–0,82. Но испытания показали, что при неполном подводе воды к рабочему колесу КПД резко падает. После этого был предложен поворотный тип лопаток рабочего колеса. Поворот лопаток вначале регулировался вручную, а затем был автоматизирован. Турбины этого типа называются поворотнолопастными. Поворотнолопастные турбины, применяемые на напоры до 150 м, могут быть осевыми и диагональными.

Радиально-осевые гидротурбины применяют на напоры до 500–600 м. Из активных гидротурбин чаще всего используют ковшовые и применяют на напоры выше 500–600 м.

Паровую турбину впервые создал Герон Александрийский. Устройство, названное им «эолипил», действовало на реактивном принципе. Реактивная сила пара, вытекавшего из согнутых трубок (сопел), приводила во вращение шар, закрепленный на оси.

Пробрауом современных паровых турбин стала модель паровой турбины, построенная в XVI в. итальянцем Бранка. Она состояла из бачка с водой, под которым находилась горелка. При нагревании струя пара, поднимаясь по специальной трубке-соплу, попадала на лопатки, укрепленные на диске, и вращала диск.

Попытки построения паровых турбин, основанных на реактивном принципе, осуществил в 1791 г. Садлер. Опыты Сен-Венана и Вантцеля над истечением пара показали наличие больших трудностей в постройке паровой турбины, связанных с высокими скоростями пара. Открытое при эксплуатации гидравлических турбин рациональное отношение между скоростями движущей среды и лопатками турбины показало, что паровая турбина может эффективно работать только при очень высоких оборотах.

Таким образом, при разработке паровых турбин были два возможных пути: снижение числа оборотов паровых турбин без потери КПД и разработка конструкций, способных работать при большом числе оборотов.

Первое направление заключалось в применении многоступенчатой турбины. Этот принцип описал в 1853 г. Турнер.

Кроме него многоступенчатый принцип предложили Жирар в 1855 г., Перриго и Фарко в 1864 г., Эдвардс в 1871 году.

Развитие паровых турбин началось с появлением электроэнергетики. Ряд принципиальных вопросов в их конструировании разрешил в своих трудах шведский инженер Г. П. Лаваль. Он был сторонником увеличения числа оборотов технических агрегатов. В конструкции первого сепаратора непрерывного действия в 1878 г. он применил большое число оборотов (6000–7000 в минуту). Для непосредственного привода своего сепаратора Лаваль в 1883 г. предложил сначала простейшую турбину в виде героновского эолипила. Стремясь повысить КПД турбины, Лаваль в 1889 г. изобрел расширяющееся сопло, носящее сейчас его имя. Оно позволяет понизить давление пара ниже критического, сообщив ему при этом сверхзвуковую скорость. Сопло Лавалья позволило повысить начальное давление пара и увеличить экономичность парового двигателя.

Пойдя по пути освоения высоких скоростей, Лаваль создал активную одновенечную турбину с рядом рабочих лопаток на одном рабочем колесе, вращавшемся со скоростью примерно 30 000 об/мин. В процессе ее конструирования Лавалю пришлось решить ряд проблем: расширяющегося сопла, гибкого вала, турбинного колеса-диска в форме тела равного сопротивления инерционным силам, возникающим при громадном числе оборотов, подшипников гибкого вала с шаровой опорой, специальных материалов (Лаваль впервые применил никелевую сталь для лопаток и дисков); автоматического останова турбины при переходе за допускаемую предельную скорость вращения (решенного им в виде «разрушителя вакуума»), наконец, проблему редуктора в виде механического зубчатого зацепления пары колес с шевронными геликоидальными зубцами.

Турбины конструкции Лавалья получили название активных. Малая мощность и довольно большой расход пара (6–7 кг/л. с. ч.) в турбинах Лавалья ограничили их применение областью привода маломощных агрегатов с большим числом оборотов.

Быстроходная паровая турбина, не имеющая частей, совершающих возвратно-поступательное движение, способна была сконцентрировать в одном агрегате громадные мощности. Это

свойство турбины могло проявиться только при ее объединении с генератором электрического тока.

В этом направлении вел работу английский инженер Ч. Парсонс. В 1884 г. он получил патент на многоступенчатую реактивную турбину мощностью около 6 л. с. при 1000 об/мин. Для уравнивания осевых усилий пар подводился в кольцевое пространство в средней части турбины, откуда через венцы подвижных и неподвижных лопаток он проходил к концам турбины. Размеры всех лопаток были почти одинаковыми, так что рост сечения для прохода пара практически отсутствовал. Такие турбины стали называться реактивными.

С 1885 по 1899 г. Парсонс строил паровые турбины разнообразных конструкций, постепенно вводя новые и новые улучшения, снижая расход пара, достигавшего в первых образцах громадной величины – около 60 кг/кВт-ч. К 1889 г. турбины Парсонса имели расход пара порядка 12 кг/кВт-ч. Эти турбины развивали мощность 60–75 кВт при 4800–5000 об/мин. В 1887 г. были впервые применены лабиринтовые уплотнения, использованные для разгрузочного поршня, с введением которого турбины начали строить однопроточными.

В Европе паровые турбины получили всеобщее признание в качестве двигателя электрогенераторов в 1899 г, когда в немецком городе Эльберфельд на электрической станции для привода генераторов трехфазного переменного тока впервые были применены турбины Парсонса мощностью 1000 кВт. Испытание Эльберфельдской станции было поручено лучшим немецким специалистам. Опубликованный ими в 1900 г. отчет установил неоспоримое преимущество паровой турбины перед другими типами двигателей, служивших для привода генераторов электрических станций. Турбины работали паром со средним давлением 10,5 атм, температурой 200 °С и показали расход пара 8–9 кг/кВт-ч при полной нагрузке агрегата.

В 1896 г. американский инженер Ч. Кертис ввел разбивку скоростного перепада на ряд ступеней скорости. При этом пар, покидавший сопло с большой скоростью, отдавал активному венцу только половину своей скоростной энергии. Для этого лопатки венца двигались не с половинной, а с четвертной скоростью по сравнению со скоростью струи пара. Вышедший из первого венца и отдавший ему

половину своей скорости пар поворачивался без изменения его параметров на неподвижных лопатках направляющего аппарата и затем поступал на лопатки второго рабочего венца, которому он отдавал всю свою скорость, поскольку второй венец двигался в 2 раза медленнее струи пара. Таким образом, абсолютная скорость первого венца была равной абсолютной скорости второго венца, и их можно объединить на одном колесе-диске, получившем название диска Кертиса.

В 1900 г. на Всемирной выставке в Париже французский профессор О. Рато представил чертежи и детали паровой турбины мощностью 1 000 л. с. Она была сконструирована на основе принципа разбивки общего перепада давлений на отдельные активные ступени, в каждой из которых срабатывался лишь незначительный перепад давлений.

В 1903 г. инженер швейцарского завода «Эшер-Висс» Г. Целли усовершенствовал турбину Рато, уменьшив число активных ступеней давления с 16–20 до 7–10, что значительно упростило и удешевило ее. Ряд крупных машиностроительных заводов образовал синдикат для постройки турбин по патенту Целли.

Паровые турбины продолжали развиваться, и в 1913 г. расход пара в турбине Парсонса мощностью 25 000 кВт, работавшей с паром давлением 14 атм при температуре 304 °С, составил 5 кг/кВт-ч.

Снижение расхода пара было во многом связано с примененным впервые в турбинах завода Парсонса углублением вакуума при помощи струйных элементов, ставших предшественниками современных пароструйных эжекторов.

Постепенно реактивная паровая турбина Парсонса уступила место более компактному активно-реактивному паровому турбинам, в которых реактивная часть высокого давления заменена одно- или двухвенчатым активным диском. Такая турбина проще и экономичнее, поскольку уменьшились потери на утечки пара через зазоры между лопатками.

Паровые турбины, устанавливаемые на теплоэлектростанциях, выпускают отработанный пар в конденсатор, где поддерживается вакуум. Конденсация отработанного пара сопровождается выделением тепла, ранее затраченным на испарение жидкости.

Паровые турбины теплоэлектростанций соединены с генераторами переменного электрического тока (турбогенераторами). В зависимости от назначения они делятся на базовые, несущие постоянную основную нагрузку, пиковые, работающие непродолжительное время для покрытия пиков нагрузки, и турбины для собственных нужд, которые обеспечивают потребность в электроэнергии самой электростанции.

Основное требование к базовым турбинам – экономичность на больших нагрузках, к пиковым – возможность быстрого пуска и включения в работу, к турбинам для собственных нужд – высокая надежность в работе.

Для покрытия пиковых нагрузок на электростанциях могут применяться газотурбинные установки. Воздух в них сжимается компрессором и подается в камеру сгорания, куда также вводится жидкое топливо или горючий газ. Нагретый сжатый газ вращает турбину. Часть энергии турбины идет на компрессор, сжимающий воздух, часть – электрогенератору.

# Электродвигатель

В 1821 г., исследуя взаимодействие проводников с током и магнитов, Фарадей установил, что электрический ток, проходящий по проводнику, может заставить этот проводник совершать вращение вокруг магнита или вызывать вращение магнита вокруг проводника. Этот опыт доказал принципиальную возможность построения электродвигателя.

Возможность превращения электрической энергии в механическую была показана и во многих других экспериментах. Так, в книге П. Барлоу «Исследование магнитных притяжений», опубликованной в 1824 г., описывалось устройство, известное под названием «колеса Барлоу». Оно является одним из памятников предыстории развития электродвигателя. Колесо Барлоу по принципу действия представляло собой однополярную электрическую машину, работавшую в двигательном режиме: в результате взаимодействия магнитного поля постоянных магнитов и тока, проходящего через оба медных зубчатых колеса, сидящих на одной оси, колеса начинают быстро вращаться в одном и том же направлении. Барлоу установил, что перемена контактов или перемена положения полюсов магнитов немедленно вызывает перемену направления вращения колес.

В качестве примера другой конструкции электродвигателя может служить прибор, описанный в 1833 г. английским ученым У. Риччи. Магнитное поле в этом двигателе создавалось постоянным неподвижным подковообразным магнитом. Между этими полюсами на вертикальной оси помещался электромагнит, по обмотке которого пропускался ток. Направление тока периодически изменялось коммутатором. Взаимодействие полюсов постоянного магнита и электромагнита приводило к вращению электромагнита вокруг оси. Однако этот электродвигатель вследствие своей примитивной конструкции и незначительной мощности не мог иметь практического значения.

В приборе американского физика Дж. Генри изменение полярности электромагнита происходило за счет перемены направления протекающего по его обмотке тока. Оно приводило

электромагнит в равномерное качательное движение. В модели, построенной самим Генри, электромагнит совершал 75 качаний в минуту. Мощность двигателей подобного типа была очень небольшой, примерно 0,05 Вт.

Было предложено много конструкций двигателей с качательным движением якоря. Однако более прогрессивными оказались попытки построить электродвигатель с вращательным движением якоря.

В 1834–1860 гг. появлялись конструкции с вращательным движением явно полюсного якоря. Вращающий момент на валу таких двигателей обычно был резко пульсирующим.

Наиболее важные работы по конструированию электродвигателей принадлежат русскому ученому Б. С. Якоби. Изучая конструкции электродвигателей своих предшественников, в которых было осуществлено возвратно-поступательное или качательное движение якоря, Якоби отозвался об одном из них: «такой прибор будет не больше, чем забавной игрушкой для обогащения физических кабинетов» и что «его нельзя будет применять в большом масштабе с какой-нибудь экономической выгодой». Поэтому он направил свое внимание на построение более мощного электродвигателя с вращательным движением якоря.

В 1834 г. Якоби построил и описал электродвигатель, который действовал на принципе притяжения и отталкивания между электромагнитами. Этот двигатель имел две группы П-образных электромагнитов, одна из которых располагалась на неподвижной раме, а другая аналогичная группа – на вращающемся диске. В качестве источника тока для питания электромагнитов была применена батарея гальванических элементов. Для попеременного изменения полярности подвижных электромагнитов служил коммутатор.

Коммутатор был чрезвычайно важной частью устройства электродвигателя Якоби. Конструктивно он представлял собой четыре металлических кольца, установленных на валу и изолированных от него. Каждое кольцо имело четыре выреза, которые соответствовали одной восьмой части окружности. Вырезы были заполнены изолирующими вкладками; каждое кольцо было смещено на  $45^\circ$  по отношению к предыдущему. По окружности кольца скользил рычаг, представлявший собой своеобразную щетку. Второй конец рычага был погружен в соответствующий сосуд с ртутью, к которому подводились

проводники от батареи. Таким образом, при каждом обороте кольца 4 раза разрывалась электрическая цепь. К электромагнитам вращающегося диска отходили от колец проводники, укрепленные на валу машины. Обмотки всех электромагнитов неподвижной рамы были соединены последовательно и обтекались током батареи в одном направлении. Обмотки электромагнитов вращающегося диска были также соединены последовательно, но направление тока в них с помощью коммутатора изменялось 8 раз за один оборот вала. Следовательно, полярность этих электромагнитов также изменялась 8 раз за один оборот вала, и эти электромагниты поочередно притягивались и отталкивались электромагнитами неподвижной рамы. Первый электродвигатель, построенный Якоби, развивал мощность около 15 Вт.

Первый свой электродвигатель Якоби построил в мае 1834 г., а в ноябре того же года он представил Парижской академии наук сообщение об этом устройстве. Оно было прочитано на заседании Академии в декабре 1834 г. и сразу же опубликовано.

В 1837 г. американский техник Т. Девенпорт также построил электродвигатель с непосредственным вращением якоря, где взаимодействовали подвижные электромагниты с неподвижными постоянными магнитами. Электродвигатель Девенпорта имел четыре горизонтальных крестообразно расположенных электромагнита, укрепленных на деревянном диске, жестко связанном с вертикальным валом. Эти электромагниты были расположены внутри двух постоянных магнитов в форме полуокружностей, опирающихся на деревянное кольцо; магниты соприкасались одноименными полюсами и создавали кольцо с двумя полюсами. На особой подставке были расположены медные пластины, разделенные посередине изоляцией. К ним подводился ток от источника питания. Концы последовательной обмотки каждой пары электромагнитов имели пружинящие контакты. Взаимодействие электромагнитов и постоянных магнитов приводило электродвигатель в работу, причем полярность электромагнитов изменялась при помощи коммутатора.

Двигатель Девенпорта был более компактным, чем двигатель Якоби, благодаря расположению в одной плоскости подвижных и неподвижных магнитов.

Якоби пытался приспособить свой двигатель для электропривода судна. Однако опыты показали, что использование на судне в качестве источников тока гальванических батарей является неэкономичным. После того как были разработаны более совершенные генераторы тока, применение электродвигателя на автономных транспортных установках, в частности на судах, стало возможным только при наличии первичного теплового двигателя, приводящего в движение генератор.

В 50-х и 60-х годах XIX в. электродвигатель находил применение в некоторых отраслях производства, например в типографиях. В то время большинство производственных операций в них велось либо ручным способом, либо на машинах с ручным приводом. Для крупной печатной машины, обычной для того времени, проще было использовать электродвигатель. В этих случаях практики применялся электродвигатель французского электротехника П. Г. Фромана.

Его действие основывалось на притяжении к неподвижным электромагнитам пластин из мягкой стали, расположенных на двух деревянных колесах, которые укреплялись на вращающейся оси. Посредством зубчатого коммутатора электрический ток подводился поочередно к двум противоположно размещенным электромагнитам, притягивавшим пару соответствующим образом расположенных пластин. В результате такого притяжения, происходящего всегда в одном и том же направлении и притом только тогда, когда стальные пластины находятся близко от сердечника соответствующего электромагнита, вал машины приводился во вращение.

Некоторые из электродвигателей, построенных в 40–60-х годах XIX в., действовали на принципе втягивания стального сердечника в соленоид. Возвратно-поступательное движение преобразовывалось посредством балансира или шатунно-кривошипного механизма во вращательное движение вала, снабженного для равномерности хода маховыми колесами.

Все рассмотренные выше электродвигатели действовали на принципе взаимного притяжения и отталкивания магнитов или электромагнитов. Им были свойственны существенные недостатки. Наиболее серьезными из них являлись большие габариты машины при сравнительно малой мощности, большое магнитное рассеяние и низкий КПД. Кроме того, вращающий момент на валу таких

электродвигателей отличался непостоянством, и в связи с попеременными притяжениями и отталкиваниями стержневых якорей действие таких электродвигателей было в большей или меньшей степени толчкообразным. При столь резких и частых изменениях вращающего момента на валу двигателя применение последнего в системе электропривода представлялось малоперспективным.

Наряду с электродвигателями постоянного тока в середине XIX в. стали разрабатываться двигатели, работающие от переменного тока.

Известно, что электрическая машина обладает свойством обратимости. С этой точки зрения, принципиальных трудностей для построения двигателей переменного тока не было. Еще в 1841 г. Чарльз Уитстон построил синхронный электродвигатель. Если обмотки электромагнитов питать переменным током, то обращенные друг к другу их концы одновременно через каждые полпериода изменяют свою полярность. Следовательно, полюсы постоянных магнитов, взаимодействуя с полюсами электромагнитов, будут вращаться синхронно со скоростью изменения полярности электромагнитов.

Аналогичным образом можно было построить синхронный двигатель, заменив постоянные магниты электромагнитами, обмотки которых питались бы постоянным током.

Очевидным недостатком всех однофазных синхронных двигателей являлся затрудненный пуск, особенно под нагрузкой. Двигатель будет хорошо работать, если разогнать его до некоторой скорости, более или менее близкой к синхронной, после чего он самостоятельно втянется в синхронизм. Понятно, что такие электродвигатели, нуждающиеся в дополнительных разгонных двигателях, не могли иметь сколько-нибудь широкого практического применения. В современных синхронных многофазных двигателях для пуска в ход на роторе обычно устраивается дополнительная короткозамкнутая обмотка и двигатель пускается как асинхронный, а затем втягивается в синхронизм. Асинхронный пуск однофазных синхронных двигателей невозможен, так как магнитное поле в них не вращается, как в многофазных машинах, а пульсирует.

Имелась возможность применять в сетях однофазного тока коллекторные двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением. При питании этих двигателей переменным током

направление основного магнитного потока изменяется одновременно с изменением направления тока в якоре, следовательно, вращающий момент имеет постоянное направление. Впервые предложили применять коллекторные однофазные двигатели в 1885 г. М. Дери и О. Блати. Однако широкого распространения эти двигатели тоже не нашли, главным образом, по двум причинам: чрезмерный нагрев сердечников электромагнитов вихревыми токами и тяжелые условия коммутации тока, вызывавшие сильное искрение на коллекторе. Несколько улучшило дело применение дополнительных полюсов, однако они оказались неэффективными в пусковых условиях. Поэтому коллекторный однофазный двигатель получил весьма ограниченное применение, в настоящее же время он используется, главным образом, на электрифицированных железных дорогах однофазного тока.

Вначале XIX в. французский физик Араго открыл явление, названное им «магнетизмом вращения». В опыте Араго в том случае, когда вращение медного диска происходило при вращении находящегося вблизи него постоянного магнита, был заложен принцип асинхронного электродвигателя с вращающимся магнитным полем. Однако здесь вращающееся поле создавалось не неподвижным устройством, каким в современных машинах является статор, а вращающимся магнитом.

Долгое время явление, открытое Араго, не находило себе практического применения. Только в 1879 г. была сделана попытка усовершенствовать опыт Араго для получения вращения магнитного поля с помощью неподвижного устройства. В том же году англичанин У. Бейли сконструировал прибор, в котором пространственное перемещение магнитного поля осуществлялось путем поочередного намагничивания четырех расположенных по периферии круга электромагнитов. Намагничивание производилось с помощью импульсов постоянного тока, посылаемых в обмотки электромагнитов специально приспособленным для этого коммутатором. Полярность верхних концов стержней изменялась в определенной последовательности так, что через каждые восемь переключений коммутатора магнитный поток изменял свое направление в пространстве на  $360^\circ$ . Над полюсами электромагнитов, как и в опытах Араго, был подвешен медный диск. Бейли указывал, что при бесконечно большом числе электромагнитов можно было бы получить

равномерное вращение магнитного поля. Прибор Бейли, не получив никакого применения, остался физической игрушкой. Тем не менее, это было некоторое связующее звено между опытом Араго и более поздними исследованиями.

К открытию явления вращающегося магнитного поля в современном его понимании пришли независимо друг от друга итальянский ученый Г. Феррарис и югославский ученый и изобретатель, работавший большую часть жизни в Америке, Н. Тесла.

Феррарис и Тесла доказали, что если две катушки, расположенные под прямым углом друг к другу, питать двумя переменными синусоидальными токами, отличающимися друг от друга только по фазе, и если этот фазный сдвиг составляет ровно  $90^\circ$ , то вектор суммарной магнитной индукции в точке пересечения осей этих катушек получает равномерное вращательное движение, не изменяясь по абсолютной величине. Так было установлено, что с помощью двух или более переменных токов можно получить непрерывно вращающееся магнитное поле. Минимально необходимое для этого число токов равно двум. Поэтому вполне естественно, что исследование многофазных систем началось с двухфазной системы.

Двухфазный двигатель Феррариса состоял из двух пар взаимно-перпендикулярных катушек полого медного цилиндра, сидящего на валу. Если подвести к одной паре катушкам ток, отличающийся по фазе от тока в другой паре катушек на  $90^\circ$ , то во внутренней полости катушек возникнет вращающееся магнитное поле и медный цилиндр (ротор) начнет вращаться. Измерения показали, что двигатель развивал мощность до 3 Вт. Задачу получения двух токов, отличающихся по фазе на  $90^\circ$ , Феррарис решал двумя путями. В одном случае пара катушек включалась в первичную цепь трансформатора с разомкнутой магнитной системой, другая – во вторичную; в другом – в цепь первой катушки включалось добавочное активное сопротивление, а в цепь второй – добавочное индуктивное сопротивление.

Таким образом, одна возможность получить двухфазную систему токов состояла в «расщеплении» обычного однофазного переменного тока; при этом создавалась так называемая искусственная, или вспомогательная, фаза.

Этот метод требовал дополнительных, довольно сложных устройств для «расщепления» фаз, и, кроме того, фазный сдвиг

практически никогда не составлял  $90^\circ$ , что приводило к искажению вращающегося поля.

Но не эти недостатки (на которые, собственно, сначала и не обратили внимания) помешали Феррарису и некоторым его современникам разработать конструкцию промышленного двухфазного электродвигателя. По иному пути пошли некоторые другие изобретатели, и среди них наибольших успехов добился Никола Тесла. Тесла, не прибегая к попыткам получить необходимую разность фаз в самом двигателе, пришел к выводу о целесообразности построения такого генератора, который сразу давал бы, так сказать, в готовом виде два тока с разностью фаз  $90^\circ$ .

Тесла построил двухфазный генератор и питал от него двухфазный асинхронный двигатель. Он состоял из синхронного генератора и асинхронного двигателя. В генераторе между полюсами вращались две взаимно-перпендикулярные катушки, в которых генерировались два тока, сдвинутые по фазе на  $90^\circ$ . Концы каждой катушки были выведены на кольца, расположенные на валу генератора.

Пока Тесла пытался усовершенствовать двухфазную систему, в Европе была разработана более совершенная система трехфазного тока.

Это сделал М. О. Доливо-Добровольский, который сумел придать своим работам практический характер и явился основоположником техники трехфазного тока.

Осенью 1888 г. Доливо-Добровольский, ознакомившись с содержанием доклада Феррариса, не согласился с его выводом о практической непригодности индукционного электродвигателя. Еще раньше Доливо-Добровольский заметил, что если замкнуть накоротко обмотку якоря двигателя постоянного тока при его торможении, то возникает тормозящий момент большой величины. Он пришел к выводу о нецелесообразности изготовления обмотки ротора с таким большим сопротивлением, при котором ротор имел бы скольжение около 50 %. Наоборот, если сопротивление обмотки ротора будет небольшим, то уже при незначительном скольжении в стержнях обмотки возникнут большие токи, которые в достаточно сильном поле статора создадут значительный вращающий момент.

Эксперименты в этом направлении привели его к разработке трехфазной электрической системы и, в принципе, не изменившейся до настоящего времени конструкции асинхронного электродвигателя.

Первым важным шагом, который сделал Доливо-Добровольский, было изобретение ротора с обмоткой в виде беличьей клетки. С точки зрения уменьшения сопротивления обмотки ротора лучшим конструктивным решением мог бы стать ротор в виде медного цилиндра, как в двигателе Феррариса. Но медь плохо проводит магнитный поток статора, и КПД такого двигателя был бы очень низким. Если же медный цилиндр заменить стальным, то магнитный поток резко возрастет, но КПД не повышается, так как электрическая проводимость стали меньше, чем меди. Выход из этого противоречия состоял в том, чтобы выполнить ротор в виде стального цилиндра и в просверленные по его периферии каналы закладывать медные стержни. На лобовых частях ротора эти стержни должны быть хорошо электрически соединены друг с другом. В 1889 г. Доливо-Добровольский запатентовал изобретение ротора с беличьей клеткой, той конструкции ротора асинхронного двигателя, которая сохранилась принципиально в том же виде и до настоящего времени.

Важнейшим достижением Доливо-Добровольского явилась замена двухфазной системы трехфазной. Он совершенно справедливо отмечал, что при увеличении числа фаз улучшается распределение намагничивающей силы по окружности статора асинхронного двигателя и использование машины. Переход от двухфазной системы к трехфазной дает значительный выигрыш в этом отношении. Дальнейшее увеличение числа фаз приведет к значительному увеличению расхода меди на провода.

Было необходимо найти способ получения трехфазной системы.

Теслу устраивал синхронный генератор, в котором имелись три независимые катушки, расположенные под углом  $60^\circ$  друг к другу. Такой генератор давал трехфазный ток, но требовал для передачи энергии шесть проводов, так как в этом случае получалась несвязанная трехфазная цепь с токами, отличавшимися друг от друга по фазе на  $60^\circ$ . Доливо-Добровольский в результате исследования различных схем обмоток сделал ответвления от трех равноотстоящих точек якоря машины постоянного тока. Таким образом был получен трехфазный ток с разностью фаз  $120^\circ$ . Сохранив в этой машине коллектор, можно

было использовать ее в качестве одноякорного преобразователя, на кольцах которого получался трехфазный ток. В зависимости от способа подключения существуют два вида соединений электродвигателя: «звезда» и «треугольник».

Таким путем была найдена связанная трехфазная система, у которой та особенность, что она требует для передачи и распределения электроэнергии только трех проводов. В двухфазной системе Теслы также имелась возможность обойтись тремя проводами, однако достоинства симметричной связанной трехфазной цепи подкреплялись другими преимуществами. Например, на три провода в трехфазной системе при прочих разных условиях требовалось затратить металла на 25 % меньше, чем на два провода в однофазной системе. Эта очевидная экономия меди в значительной мере способствовала решению вопроса о выборе системы тока в пользу трехфазной системы.

Весной 1889 г. был построен первый трехфазный асинхронный двигатель мощностью около 100 Вт. Этот двигатель питался током от трехфазного одноякорного преобразователя и при испытаниях показал вполне удовлетворительные результаты.

Новое затруднение в развитии техники трехфазного тока возникло в связи с ограниченной мощностью первых источников тока: как отдельных генераторов, так и электростанций в целом. При пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором пусковой ток может в несколько раз превышать номинальный. Чем больше начальный пусковой ток в сравнении с номинальным током и чем больше двигателей включается в какую-либо сеть, тем больше должна быть мощность этой сети, чтобы включение двигателей меньше отражалось на работе других потребителей. Уже в случае применения машин мощностью свыше 2–3 кВт нужны специальные меры для уменьшения бросков тока и связанного с этим снижения напряжения в сети.

М. О. Доливо-Добровольский в 1890 г. изготовил двигатель с короткозамкнутым ротором мощностью 3,7 кВт и при первом же испытании установил значительное ухудшение пусковых свойств. Причина этого, согласно определению изобретателя, заключалась в том, что короткозамкнутый ротор был «слишком замкнут накоротко». При увеличении сопротивления обмотки ротора пусковые условия

заметно улучшались, но рабочие характеристики двигателя ухудшались. Анализ возникших затруднений привел к созданию так называемого фазного ротора, т. е. такого ротора, обмотка которого делается, подобно обмотке статора, трехфазной и концы которой соединяются с тремя кольцами, насаженными на вал. С помощью щеток эти кольца соединяются с пусковым реостатом. Таким образом, в момент пуска включается в цепь ротора большое сопротивление, которое выводится по мере нарастания скорости. Но фазный ротор требовал устройства на валу двигателя контактных колец, и это рассматривалось многими электротехниками как недостаток по сравнению с короткозамкнутым ротором, не имеющим никаких трущихся контактов. Однако с этим пришлось мириться, и, несмотря на то что впоследствии были разработаны различные меры для улучшения условий пуска крупных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, двигатели с контактными кольцами широко применяются в промышленности до настоящего времени.

Благодаря своим превосходным показателям двигатели конструкции Доливо-Добровольского получили широкое распространение. Вот тогда и началась электрификация всех отраслей промышленности.

## Электронно-вычислительная машина

Возрастание количества вычислений в XIV–XVI вв. требовало увеличения скорости вычислений. В 1614 г. шотландец Дж. Непер выпустил первые таблицы логарифмов, содержавшие 8-значные логарифмы синусов, косинусов и тангенсов для углов от 0 до 90°. В 1623 г. английский математик Э. Гантер изобрел логарифмическую линейку. Это была логарифмическая шкала, на которой сложение отрезков производилось с помощью циркуля. В 1630 г. англичанин У. Отред заменил циркуль второй линейкой (движком).

В 1645 г. французский физик Блез Паскаль построил суммирующую машину, модифицированную в 1694 г. немецким ученым Лейбницем. Именно Лейбниц предложил двоичное исчисление, применяемое в современных электронно-вычислительных машинах. Его суть заключается в том, что вместо 10 знаков, как в десятичной системе, для записи числа применяются всего два: 0 и 1.

Истинным предком современной электронной вычислительной машины следует считать вычислительное устройство, которое может переходить к следующей операции после выполнения предыдущей самостоятельно, то есть способно выполнять не просто вычислительную операцию, а последовательность операций. Приоритет в данной области принадлежит англичанину Ч. Бэббиджу. В 1818 г. Бэббидж предложил идею устройства для вычисления конечных разностей, работающего на механическом принципе, и спустя 10 лет построил это устройство.

В 1834 г. появилась новая наука – аналитическая механика, изучавшая принципы управления ходом вычислений в счетных машинах, подобно тому как сегодня это делается с помощью машинных программ. В то время электрические сигналы еще не применялись, и информация проходила по устройству через систему зубчатых колес, а источником энергии был масляный привод. Вычислительная машина, спроектированная Бэббиджем, была несовершенна по своему техническому уровню и не была доведена до конца. Тем не менее, замысел Бэббиджа впоследствии лег в основу современных компьютеров.

Во II половине XIX в. стали применяться различные механические и электромеханические счетные устройства. Они служили главным образом для ускорения вычислений в бухгалтерии и статистике. В 1878 г. в России П. Л. Чебышев сконструировал оригинальную суммирующую машину типа арифмометра для сложения и вычитания, дополнив ее вскоре устройством для умножения, что позволило выполнять все четыре арифметические действия. В 1874 г. в России инженер В. Т. Однор сконструировал новый арифмометр, применив в нем более совершенный установочный механизм.

В 1887 г. была создана первая клавишная суммирующая машина – комптометр Фельта. Одной из первых цифровых систем управления, использующих принципы счетно-машинной техники, явилась система управления (правда, довольно примитивная) в ткацкой машине французского изобретателя Ж. М. Жаккара. В середине 1880-х годов он разработал специальное приспособление к ткацкому станку. Лента с отверстиями, расположенными в определенном порядке, управляла механизмом станка, предназначенного для выработки крупноузорчатых тканей, причем в соответствии с расположением отверстий на ленте получались и соответствующие узоры.

В 1889 г. американец Холлерит построил систему для работы с перфокартами, работающую на механическом принципе. Она предназначалась для обработки статистической информации. Через год эта система вступила в строй. В 1896 г. Холлерит учредил акционерное общество, известное сегодня как фирма ИВМ.

Создание математических устройств, оперирующих не числами, а непрерывно меняющимися величинами, было вызвано потребностями землеустройства и геодезии (например, для измерения площадей криволинейных фигур) еще в середине XIX века.

Таковыми машинами были планиметры русского инженера П. А. Зарубина и немецкого изобретателя Л. Амслера, созданные в 1854 году.

Первая в мире математическая машина для интегрирования дифференциальных уравнений была создана академиком А. Н. Крыловым при участии механика Р. М. Ветцера в 1911–1912 гг. в Петербурге. В ней были применены механические суммирующие, множительные и интегрирующие устройства. В основном эта машина была сходна с более поздними устройствами для решения

дифференциальных уравнений – дифференциальными анализаторами (механическими интегрирующими машинами). В США над аналогичными машинами работал В. Буш, создавший свой первый дифференциальный анализатор в 1925 году. В СССР в 1938 г. был сконструирован механический дифференциальный анализатор с шестью фрикционными интеграторами. Подобные машины, в которых информация представлена в виде непрерывно изменяющихся переменных, выраженных физическими величинами, называются аналоговыми вычислительными машинами.

С 1935 г. в Советском Союзе начались исследования по созданию гидравлических устройств для решения ряда дифференциальных уравнений – гидроинтеграторов.

В годы Второй мировой войны в США появились электромеханические автоматические машины с программным управлением на электромагнитных реле.

Первая такая машина была построена в 1944 г. в Гарвардском университете и называлась «МАРК-1». В ней использовались элементы техники построения счетно-аналитических машин с применением перфокарт.

В 1946 г. П. Эккерт и Дж. Моучли создали вычислительную машину ENIAC (электронный интегратор и вычислитель) для расчета баллистических траекторий снарядов. В 1947 г. они начали разработку первой электронной серийной машины UNIVAC (Universal Automatic Computer).

В 1949 г. англичанином Уилксом была создана вычислительная машина EDSAC.

В 1951 г. Эккерт и Моучли создали машину UNIVAC-1 (Universal Automatic Computer). UNIVAC-1 была создана на базе ЭВМ ENIAC и EDVAC. Она работала с тактовой частотой 2,25 МГц и содержала около 5000 электронных ламп. Внутреннее запоминающее устройство емкостью 1000 12-разрядных десятичных чисел было выполнено на 100 ртутных линиях задержки. Она была построена для бюро переписи США и пущена в эксплуатацию весной 1951 года.

Первые компьютеры строились на релейных схемах или на вакуумных лампах. По размерам они были настолько большими, что занимали большую комнату. Сейчас такие компьютеры принято называть компьютерами первого поколения.

Компьютеры на вакуумных лампах часто выходили из строя, занимали много места и имели очень ограниченную область применения. В основном они использовались для научно-технических расчетов, которые проводились создателями этих машин. Программы для таких компьютеров составлялись в машинных кодах или на языках, близких к машинным языкам.

Машины с электромеханическими реле позволяли решать довольно сложные задачи, но были относительно тихоходны в счетах.

Сильным сдерживающим фактором в работе конструкторов ЭВМ начала 1950-х годов было отсутствие быстродействующей памяти. По словам одного из пионеров вычислительной техники Д. Эккерта, «архитектура машины определяется памятью». Исследователи сосредоточили свои усилия на запоминающих свойствах ферритовых колец, нанизанных на проволочные матрицы.

В 1951 г. Дж. Форрестер опубликовал статью о применении магнитных сердечников для хранения цифровой информации. В машине «Whirlwind-1» впервые была применена память на магнитных носителях. Она представляла собой 2 куба с 323 217 сердечниками, которые обеспечивали хранение 2048 слов для 16-разрядных двоичных чисел с одним разрядом контроля на четность.

В связи с бурным развитием электроники появилась возможность создания совершенных математических машин – устройств, производящих математические и логические операции над вводимыми в них данными и дающих результаты в удобном для использования виде.

Электронные вычислительные машины оперируют с числами, представленными в виде определенной последовательности электрических импульсов – кода данного числа. Перед началом решения той или иной задачи она должна быть сформулирована в виде определенных математических соотношений, причем самые сложные задачи можно решать посредством четырех действий арифметики. Электронно-вычислительная машина осуществляет тот же порядок решения задач, что и человек-оператор, работающий на арифмометре, хотя скорость выполнения операций при этом намного выше. В отличие от таких вычислительных машин, как арифмометр, в электронных машинах весь вычислительный процесс полностью автоматизирован. Операции представлены в виде задания, называемого

командой, с помощью определенного кода. Из последовательных команд образуется программа для работы машины, т. е. программа вычислений. Команды хранятся в так называемом запоминающем устройстве (или накопителе).

При программировании стремятся сравнительно небольшим количеством команд обеспечить выполнение большого числа арифметических действий.

После того как в машину введены исходные данные и программа вычислений, записанная в виде условного кода, полная автоматичность вычислительного процесса обеспечивается устройством управления. Введенные в машину коды переносятся в запоминающее устройство, разбитое на множество перенумерованных ячеек. Емкость запоминающего устройства во многом определяет способность машины решать разнообразные задачи.

Основными элементами первых электронных вычислительных машин были электронные реле, электронные вентили и счетчики импульсов. В качестве запоминающей ячейки применялись вакуумные электронные реле – триггерные ячейки. Из комбинаций отдельных деталей и отдельных стандартных ячеек составлялись блоки машины. Основными из них являлись следующие устройства.

Вводное (или входное) устройство служило для первоначального ввода исходных числовых данных и команд (программы вычислений).

Арифметическое устройство, объединяющее электронные счетные схемы, выполняло арифметические действия и логические операции. Оно приводило заданное действие в соответствие с заранее установленным кодом операции. Применение двоичной системы счисления позволяло все арифметические операции свести к операциям сложения и вычитания кодов чисел этой системы. Сложение и вычитание производилось электронным сумматором. Это устройство являлось важнейшим элементом электронной счетной машины.

Запоминающее устройство использовало электронные реле и различного типа линии задержки импульсов, а также магнитные ленты и барабаны, перфорированные ленты и т. п.

Устройство управления, превращало команды в систему импульсов и обеспечивало полную автоматичность всех вычислений по заданной программе.

Устройство контроля позволяло контролировать производимые машиной расчеты, правильность вычислений, сигнализировало о возникших в машине неисправностях и ошибках в вычислениях. Контроль над работой машины осуществлялся с центрального пульта управления.

Выводные (выходные) и печатающие устройства служили для фиксирования полученных результатов вычислений. Эти результаты записывались в виде импульсов кода, а специальные дешифрирующие печатающие устройства преобразовывали записанный код в цифры и печатали их.

Вслед за первым серийным компьютером UNIVAC-1 фирма «Ремингтон – Рэнд» в 1952 г. выпустила ЭВМ UNIVAC-1103, которая работала в 50 раз быстрее своего предшественника. Позже в компьютере UNIVAC-1103 впервые были применены программные прерывания.

Сотрудники фирмы «Ремингтон – Рэнд» использовали алгебраическую форму записи алгоритмов под названием «Short Code». Это был первый интерпретатор, созданный в 1949 году Джоном Моучли. Капитан ВМФ США (в дальнейшем единственная в ВМФ женщина-адмирал) Грейс Хоппер разработала первую программу-компилятор А-0. Эта программа производила трансляцию на машинный язык всей программы, записанной в удобной для обработки алгебраической форме.

В начале 1950-х годов в разработку электронных компьютеров включилась фирма IBM. В 1952 г. она выпустила свой первый промышленный электронный компьютер IBM-701, который представлял собой синхронную ЭВМ параллельного действия, содержащую 4000 электронных ламп и 12 000 германиевых диодов. Усовершенствованный вариант этой машины – IBM-704 отличался высокой скоростью работы. В ней использовались индексные регистры и данные представлялись в форме с плавающей запятой.

После IBM-704 была выпущена машина IBM-709, которая в архитектурном плане приближалась к машинам второго и третьего поколений. В ней впервые была применена косвенная адресация и впервые появились каналы ввода – вывода.

В 1956 г. фирмой IBM были разработаны плавающие магнитные головки на воздушной подушке. Их изобретение позволило создать

новый тип памяти – дисковые запоминающие устройства, значимость которых была в полной мере оценена в последующие десятилетия развития вычислительной техники. Первые ЗУ на дисках появились в машинах IBM-305 и RAMAC.

RAMAC имела пакет, состоявший из 50 металлических дисков с магнитным покрытием, которые вращались со скоростью 12 000 об/мин. На поверхности диска размещалось 100 дорожек для записи данных, по 10 000 знаков каждая.

Фирма IBM также сделала первые шаги в области автоматизации программирования, создав в 1953 г. для машины IBM-701 «Систему быстрого кодирования».

В Советском Союзе в 1948 г. развитие вычислительной техники было объявлено общегосударственной задачей. Развернулись работы по созданию серийных ЭВМ первого поколения.

В 1950 г. в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) организован отдел цифровых ЭВМ для разработки и создания большой ЭВМ. В 1951 г. здесь была спроектирована БЭСМ (Большая Электронная Счетная Машина), а в 1952 г. началась ее опытная эксплуатация.

В проекте вначале предполагалось применить память на трубках Вильямса, но до 1955 г. в качестве элементов памяти в ней использовались ртутные линии задержки. По тем временам БЭСМ была весьма производительной машиной – 800 операций в секунду. Она имела трехадресную систему команд, а для упрощения программирования широко применялся метод стандартных программ, который в дальнейшем положил начало модульному программированию и пакетам прикладных программ. Серийно эта машина стала выпускаться в 1956 г. под названием БЭСМ-2.

В этот же период в КБ, руководимом М. А. Лесечко, началось проектирование другой ЭВМ, получившей название «Стрела».

Условия серийного производства предопределили некоторые особенности «Стрелы»: невысокое по сравнению с БЭСМ быстродействие, просторный монтаж и т. д. В этой машине в качестве внешней памяти применялись 45-дорожечные магнитные ленты, а оперативная память была на трубках Вильямса. «Стрела» имела большую разрядность и удобную систему команд. В конце 1953 г. началось ее серийное производство.

В лаборатории электросхем Энергетического института под руководством И. С. Брука в 1951 г. построили макет небольшой ЭВМ под названием М-1.

В следующем году здесь была создана вычислительная машина М-2, положившая начало созданию экономичных машин среднего класса.

В машине М-2 использовались 1879 ламп – меньше, чем в «Стреле», а средняя производительность составляла 2000 операций в секунду. Были задействованы 3 типа памяти: электростатическая на 34 трубках Вильямса, на магнитном барабане и на магнитной ленте с использованием магнитофона МАГ-8.

В 1955–1956 гг. коллектив лаборатории выпустил малую ЭВМ М-3 с быстродействием 30 операций в секунду и оперативной памятью на магнитном барабане. Особенность М-3 заключалась в том, что для центрального устройства управления был использован асинхронный принцип работы.

Разработка еще одной малой вычислительной машины под названием «Урал» была закончена в 1954 г. коллективом сотрудников под руководством Рамеева. Эта машина стала родоначальником целого семейства «Уралов», последняя серия которых («Урал-16») была выпущена в 1967 году. Простота машины, удачная конструкция, невысокая стоимость обусловили ее широкое применение.

В 1958 г. под руководством В. М. Глушкова в Институте кибернетики Академии наук Украины была создана вычислительная машина «Киев», имевшая производительность 6–10 тыс. операций в секунду. Она впервые в СССР использовалась для дистанционного управления технологическими процессами.

В середине 1950-х годов в ЭВМ вместо электронных ламп стали применяться полупроводниковые приборы – диоды и транзисторы. Поскольку срок службы цифровых элементов на полупроводниках значительно выше, чем у электронных ламп, то с переходом на новую элементную базу возросла надежность ЭВМ и уменьшились их габариты. Это обусловило начало создания ЭВМ 2-го поколения. Машины этого поколения просуществовали с первой половины 50-х годов до первой половины 60-х годов. В ЭВМ 2-го поколения можно было использовать несколько языков программирования. Базовое программное обеспечение еще составлялось на языках, близких к

машинно-ориентированным языкам, однако в пакетах прикладных программ уже использовались языки более высокого уровня.

Внедрение полупроводников позволило значительно повысить быстродействие ЭВМ: машины 1-го поколения имели максимальное быстродействие несколько десятков тысяч операций в секунду, первые транзисторные ЭВМ – примерно 5000 операций в секунду, затем они достигли уровня 10–15 млн операций в секунду.

В 1960-е годы произошло существенное изменение структуры ЭВМ, в результате которого их различные устройства получили возможность работать независимо друг от друга по разным программам. Это позволило одновременно решать на машине несколько задач. Работой ЭВМ и формированием потока задач занимается особая программа – операционная система. Мультипрограммный режим не ускоряет решение одной определенной задачи, но повышает общую производительность ЭВМ.

Развитие мультипрограммных режимов работы привело к появлению ЭВМ коллективного пользования. В этих машинах устройства ввода располагаются не в машинном зале, а у потребителей услуг, удаленных от ЭВМ. С помощью таких устройств (терминалов) задачи вводятся в машину по линиям связи, а машина, в свою очередь, сама определяет очередность их выполнения. Результаты решения по этим же линиям направлялись на терминалы, где были печатающие устройства или дисплеи.

Следующим этапом было объединение ЭВМ коллективного пользования в системы, включающие несколько машин, отдаленных друг от друга на большое расстояние. Это требовало расширения возможностей ЭВМ и усложнения их структуры. Полупроводниковая техника не отвечала новым требованиям в отношении габаритов, надежности, экономичности и технологичности.

На смену ЭВМ 2-го поколения пришли машины 3-го поколения, построенные на интегральных микросхемах. В машинах 2-го поколения блоки собирались из отдельных деталей, соединяемых при помощи пайки. Они имели большие размеры, а места соединений были причиной частых неисправностей. Применение интегральных микросхем дало возможность повысить надежность без увеличения размеров.

Особенностями ЭВМ 4-го поколения были как применение больших интегральных микросхем, заменявших несколько десятков полупроводниковых блоков, так и изменение основных элементов оперативной памяти. Запоминающие устройства на ферритовых сердечниках, применявшиеся на машинах 1–3-го поколений, в этих машинах стали использоваться в качестве дополнительной «медленной» памяти, а оперативная память была основана на полупроводниках.

В 1960–1970-е годы в сверхмощных ЭВМ применялись несколько процессоров, использовавшихся одновременно. Это позволило разделить процесс решения задачи на ряд ветвей, выполнение которых может проводиться независимо друг от друга, что сокращает время выполнения программы.

Число областей, в которых применяются ЭВМ, растет. Это научно-технические расчеты, базирующиеся на математических методах; автоматизация проектирования объектов; экономические расчеты; информационно-справочная служба; математическое моделирование в биологии, медицине, геологии, социологии; автоматическое управление технологическими процессами и сложными установками.

Возможности увеличения скорости быстрогодействия при помощи обычных процессоров практически исчерпались. Это требует использования новых технологий, в частности оптических.