



М. СВЕШНИКОВ

ТАЙНЫ
СТЕКЛА



ДЕТГИЗ • ЛЕНИНГРАД • 1955



ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

М. СВЕШНИКОВ

ТАЙНЫ СТЕКЛА

*Рисунки Н. Лапина
и Е. Войцилло*



*Государственное Издательство Детской Литературы
Министерства Просвещения РСФСР
Ленинград — 1955*

*Научные редакторы профессор
В. В. Варгин и Т. И. Вейнберг*

Оформление Ю. Киселева

Издание третье, дополненное кандидатом химических наук
Т. И. Вейнберг и В. Ф. Комориной



Глава первая

КАК ОТКРЫЛИ СТЕКЛО

РАССКАЗ ПЛИНИЯ

Тысяча девятьсот лет назад жил в Риме знаменитый ученый Плиний Старший. Этот ученый славился своим трудолюбием. Даже в дороге, покачиваясь на носилках, он умудрялся писать острой палочкой на покрытых воском дощечках. А в бане, когда раб массировал его или вытирал полотенцем, он читал книгу.

В отличие от современных ученых, Плиний не был специалистом: он занимался всеми науками, какие были в то время. Он был необычайно любознательным человеком и интересовался всем на свете.

Погиб Плиний во время извержения Везувия. Наблюдая за тем, что происходит на берегу, он подплыл на корабле слишком близко к вулкану. Клубы тяжелого, ядовитого дыма задушили ученого.



Котел поставили на глыбы соды.

Главный труд Плиния — «Естественная история». Он писал ее много лет. Это настоящая энциклопедия всех знаний древнего мира. Она рассказывает о движении небесных светил, о странах и народах, о животных и растениях, о камнях и металлах, о приготовлении лекарств, о красках для живописи, о художниках и их картинах, о ремеслах и т. д.

Говорится в ней, между прочим, и о том, как было открыто стекло.

Однажды, — рассказывает Плиний, — финикийский торговый корабль, застигнутый сильной бурей, вынужден был бросить якорь в небольшой бухте. Усталые и озябшие моряки вышли на берег. Они стали искать, где бы развести костер, чтобы сварить себе похлебку и согреться. Берег был песчаный, и нигде не видно было камней, на которые можно было бы поставить котел. Тогда одному из моряков пришло в голову: нельзя ли вытащить из трюма корабля глыбы соды, которую везли на продажу, и на эти глыбы поставить котел?

Соду в те времена, как и сейчас, применяли при стирке белья. Кроме того, она нужна была суконщикам для смягчения шерсти, а египетским жрецам — для бальзамирования трупов.

Так вот, на эти-то содовые глыбы и поставили финикийские моряки котел с водой.

Костер получился на редкость удачный. Моряки сытно поели и легли спать. Утром, собираясь в путь, один из них сбросал тлеющие остатки костра. Вдруг он заметил в золе какие-то блестящие кусочки. Они не были похожи ни на дерево, ни на металл, ни на глину, ни на камень. Таких странных светлых кусочков не видел до тех пор ни один финикийнин.

Это новое загадочное вещество — по утверждению Плиния — и было стеклом: сплавом берегового песка с содой.

Верен ли этот рассказ? Его столько раз перепечатывали в книгах по истории, к нему так все привыкли, что никому не приходило в голову усомниться в его достоверности.

И только совсем недавно нашлись люди, которые решили проверить рассказ Плиния.

Несколько специалистов по стеклоделению попытались сварить стекло тем же способом, каким это сделали когда-то финикийские моряки.

Как много тысяч лет назад, на песчаном морском берегу снова развели костер, положили глыбы соды, на них поставили котел с водой. Долго и терпеливо следили за костром, не жалея подбрасывали в него дрова.

Ветер усердно раздувал пламя. Но всё было напрасно: когда костер погас, никакого стекла в золе не нашли.

При том небольшом жаре, какой дает пламя костра, сода не может сплавиться с песком и превратиться в стекло.

Так была доказана ошибка Плиния.

Как же в действительности было открыто стекло?

ПЕРВЫЙ СТЕКЛОВАР

Горшки и кувшины, как известно, лепят из глиняного теста и затем обжигают на огне. Так их делают сейчас, так делали их и тысячи лет назад в древнем Египте.

Однако, как ни старались древнеегипетские гончары отполировать и пригладить стенки своих горшков и чашек, их изделия всегда получались шероховатые и тусклые. Из таких чашек было очень неприятно пить: они царапали губы, быстро загрязнялись.

А самое главное, — они были пористые, их стенки были пронизаны множеством мельчайших канальцев, через которые вода постепенно просачивалась и вытекала. Поэтому в таких глиняных сосудах нельзя было сохранять жидкости хотя бы несколько часов. Наверное, немало древних изобретателей ломало голову над тем, как устранить эти недостатки, но ничего сделать не удавалось.

Делу помог случай. На один из горшков еще до того, как его обожгли, попала случайно смесь песка и соды. Каково же было удивление гончара, когда после обжига горшок оказался покрытым гладкой, блестящей пленкой!

С тех пор глиняную посуду стали всегда перед обжигом покрывать смесью песка и соды (впоследствии стали прибавлять еще известь). Огонь расплавлял смесь, она растекалась по стенкам посуды, покрывая ее тонкой корочкой.

Эту твердую, блестящую корочку мы называем глазурью. Но, собственно говоря, мы могли бы ее называть и стеклом; по своему составу она ничем не отличается от стекла.

Примешивая к соде и песку другие вещества, египтяне научились готовить глазурь разных цветов и оттенков: голубую, желтую, фиолетовую, пурпуровую, синюю.

Как египтяне догадались, что можно делать вещи из одного лишь стекла, то есть из одной только глазури?

На эту мысль их натолкнул также случай. Какой-то гончар покрыл свой горшок смесью песка и соды слишком небрежно, неаккуратно; и вот, вместо тонкой, ровной пленки получился сгусток, комочек глазури.

Этот комочек был таким блестящим и красивым, он походил на драгоценный камень!

Гончар был находчивым человеком: он решил приготовить цветной шарик из одной только глазури. Это ему удалось.

Так, сам того не подозревая, он открыл новую отрасль человеческого искусства — стеклоделие.

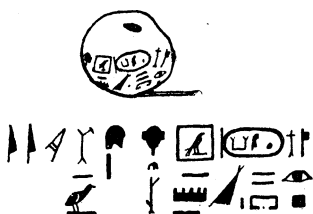
БУСИНА ЦАРИЦЫ ХАТШЕПСУТ

Много-много веков назад фараоном Египта была женщина, по имени Хатшепсут. Она умерла рано, на тридцать втором году. По египетскому обычаю, ее тело превратили в мумию, положили в саркофаг и замуровали в мрачных скалах у подножья Ливийских гор. Роскошная гробница Хатшепсут укры-

лась глубоко в скалах; в нее вели запутанные туннели с тщательно замаскированным входом.

Это была необходимая предосторожность: надо было предохранить гробницу от грабителей.

Больше трех тысяч лет никто не нарушал тишины гробницы. А потом ход в нее открыл французский археолог Лоре. И вот что он увидел: два маленьких каменных уродца стерегли гробницу, охраняли ее величавый покой. На груди у них висели на



На бусине была видна надпись.

цепочке священные жуки — скарабеи. Глаза уродцев были сделаны из горного хрусталя. Они так страшно сверкнули, когда на них упал луч света, что почти все рабочие-феллахи, охваченные ужасом, разбежались. Другие, решив, что в изваяниях сидит сам дьявол, хотели их разбить. Археолог с револьвером в руках спас прекрасные статуи от гибели.

Лицо мумии было скрыто под золотой маской с блестящими, точно живыми глазами. Мертвую голову венчала серебряная диадема, а лоб — знаки царского достоинства: золотой орел и

золотая змея. За поясом торчал маленький кинжал; он, по верованию египтян, понадобится душе царицы в ее посмертных скитаниях.

Но археолога больше всего интересовали не золотая маска, не драгоценная диадема, не кинжал, а бусы. Они были сделаны из стекла. Ожерелье из зеленовато-черных блестящих стекляшек обнимало сморщенную, сухую шею мумии. Бусы были крупные, неровные. На каждой из бусин можно было разобрать вырезанную иероглифами надпись — имя царицы.

Этот маленький невзрачный кусочек стекла был сделан три тысячи четыреста лет тому назад!

Можно ли считать бусину Хатшепсут самой древней стеклянной вещью?

В одной из могил недалеко от Фив нашли недавно стеклянную бусину зеленоватого цвета, похожую по форме на каплю.

Возраст этой бусины — пять тысяч пятьсот лет!

СТЕКЛЯННОЕ ТЕСТО

Те две тысячи лет, которые отделяют гробницу Хатшепсут от фивской могилы, прошли не зря: бусина царицы гораздо наряднее, чем ее предок. За это время египтяне научились изготавливать из стекла не только бусы, а еще и вазы, ожерелья, сосуды для бальзамирования, кубки для воды и вина и маленькие толстостенные флаконы для духов.

Все эти вещи делались из непрозрачного цветного стекла.

Египтяне даже не подозревали, что стекло может быть прозрачным. Для того чтобы стекло получилось прозрачным, нужно довести температуру в печи до 1500 градусов. Этого египетские стеклоделы никак не могли добиться. У них получалось некрасивое коричневатое-зеленое стекло, похожее по цвету на пережженный сахар. Чтобы приготовить стекло иных, более красивых цветов, приходилось примешивать к нему железо, медь или марганец.

Египтяне варили стекло в небольших глиняных горшках на открытом воздухе, разжигая под горшками сильное пламя. Пламя не давало нужного жара, приходилось пускаться на



Изделия
египетских
мастеров.



всякие ухищрения, — например, повторять варку два раза. В конце концов в горшках образовывалось стекло, густое и вязкое, как засахарившийся мед. Его можно было месить, мять, лепить из него, как из теста.

Но это стеклянное тесто было таким горячим, что дотронуться до него рукой было нельзя: от соприкосновения с ним вспыхивали деревянные лучинки. Как же вылепить из такого теста кувшины, вазы, кубки, флаконы?

Это так же невозможно, как невозможно вылепить кубок из раскаленной лавы, изливающейся из кратера вулкана.

Ждать же, пока стеклянное тесто остынет, нельзя: остывая, оно вместе с тем твердеет. Из застывшего стекла уже ничего не вылепишь.

Стекло оказалось на редкость трудным, непокорным материалом. Мало было изобрести стекло, надо было еще изобрести способ, как делать из него стеклянные вещи.

Египтяне нашли такой способ; они научились лепить из раскаленного стекла, не прикасаясь к нему рукой. Вот, например, как были сделаны кувшины, изображенные на рисунках.



Мастер взял длинный железный прут, к концу его прикрепил шарик из смеси песка с глиной. Подмастерье выхватил из пламени горшок со стеклянным тестом, вывалил его на камень и начал раскатывать железной скалкой. Не теряя времени, мастер приложил прут к этому пласту. Стекло обволокло шарик, прилипло к нему. Вертя прут в руках и катая его по камню, мастер придавал стеклянной комке очертания кувшина.

Готовый кувшин надо было снять с прута. Для этого мастер выждал, когда кувшин остынет, и потом осторожно повернул прут: песочный шарик рассыпался. Теперь прут было уже не трудно вынуть.

Это описание всё же не дает точного представления об искусстве египетского стеклодела. Но пусть кто-нибудь попробует проделать такой опыт: нацепить на палку комок глины и затем, водя палкой по камню, придать комку форму кувшина. Он увидит, как это трудно.



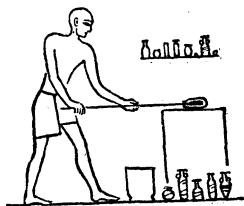
Изделия
египетских
мастеров.

А ведь из стекла лепить еще труднее: стекло быстро остывает; у египетского мастера были в распоряжении считанные секунды.

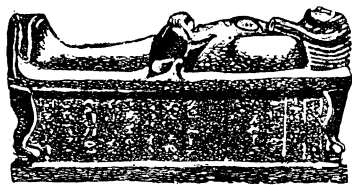
Египетские стеклоделы были очень терпеливы и искусны. Они долго учились своему ремеслу. И всё же вазы и кувшины получались у них неправильной формы, с толстыми неровными стенками, некрасивые.

Изделий с тонкими стенками, вроде наших стаканов или бутылок, египтяне совсем не умели делать.

За день стеклодел успевал изготовить очень немного вещей. Поэтому стеклянные изделия были в древнем Египте редкостью. Стоили они очень дорого, немногим дешевле драгоценных камней.



Мастер придавал стеклянному комку форму кувшина.





Глава вторая

ДРАГОЦЕННЫЕ НАХОДКИ

СТЕКЛЯННЫЙ ПУЗЫРЬ

Кто мог бы подумать, что горячее стекло, не подчиняющееся человеческой руке, подчинится человеческому дыханию!

В начале первого века нашей эры неизвестный нам римский мастер сделал длинную и тонкую железную трубку с небольшим расширением на конце. На другой ее конец он насадил деревянный мунштук, чтобы защитить губы от ожога.

Изобретение очень простое и вместе с тем гениальное: в продолжение почти двух тысяч лет все стеклянные вещи создавались этой трубкой.

То, чего не мог добиться самый опытный и искусный египетский мастер, стало доступным рядовому стеклодуву.

Эта железная трубка оказалась прямо волшебной: пользуясь ею, можно было выделять самые разнообразные стеклянные вещи, красивые и изящные, с очень тонкими стенками.

Работа со стеклодувной трубкой очень напоминает выдувание мыльных пузырей через соломинку. На конец трубки наби-

рают комок жидкого стекла. Затем начинают дуть в трубку. Комок вспучивается и постепенно превращается в стеклянный пузырь. Можно раздуть пузырь так, что стенка его станет не толще пленки мыльного пузыря. И всё же он будет гораздо прочнее мыльного. Пока пузырь не остыл, ему можно придать любую форму. Достаточно малейшего прикосновения, чтобы стенка пузыря приплюснулась в этом месте. Такой она и останется, когда стекло остынет.



Первый стеклодув.

При помощи палочек и щипцов можно из пузыря сделать любую вещь: вазу, чашу, кувшин.

Почему же египтяне не додумались до изобретения стеклодувной трубки? Ведь устройство ее совсем простое.

Египтянам такая трубка всё равно не пригодилась бы: они не умели изготавливать жидкого стекла. А выдуть сосуд из густого стеклянного теста не удалось бы даже самому сильному человеку.

Римляне варили стекло не на костре, а в стекловаренной печи, сложенной из камня. Поэтому им удавалось получать более высокие температуры, и стекло у них плавилось уже понастоящему, превращаясь в ослепительно сияющую жидкость.

СЛЕЗНИЦЫ И БОЧКИ

В римских домах были стеклянные кувшины для воды, масла и вина, кубки и чаши, детские рожки и другие изделия.

Недорогую посуду римские стеклоделы готовили из зеленоватого непрозрачного стекла. Но на стол римских богачей ставилась иная посуда — из бесцветного и слегка просвечивающего стекла, для которого римские мастера подбирали особо чистые белые пески.

Римские кувшины часто украшались узкими коричневыми и серыми полосками из накладного стекла. Казалось, — змея обвилась вокруг кувшина и крепко держит его. Нам такое украшение вряд ли понравилось бы; скорее всего, оно отбило бы охоту пить из этого сосуда. Но римляне иначе относились к змеям, чем мы: они считали их полезными созданиями.

Стеклянные змеи, обвившиеся вокруг кувшина, — это как бы указывало: в кувшине хранится хороший, полезный для здоровья напиток.



Изделия римских мастеров.

Римские стеклодувы делали очень забавные кувшины, — например, головы с толстым носом и большими, удивленными, вытаращенными глазами. Казалось, голова никак не могла понять, почему в нее налили вино. Другой кувшин изображает обезьяну, сидящую в плетеном кресле. Передними лапами обезьяна держит свирель и как будто ждет знака, чтобы начать игру. Римский писатель того времени утверждал,

что этот кувшин — карикатура на одного из римских сенаторов. Толстый, похожий на старого орангутанга, сенатор воображал себя великим артистом и любил играть в лунные ночи на свирели.

Подобные изделия можно сравнить со скульптурой. Но способ выделки здесь был совсем иной, чем у скульптора. Ведь из стекла нельзя высечь фигуру резцом, как ее высекают из мрамора: стекло слишком хрупко. Нельзя из тонкого стекла и лепить, как из глины: оно застынет прежде, чем мастер успеет придать ему такую сложную форму.

Все эти забавные кувшины выдувались стеклодувной трубкой. Но выдувались они особым способом: в металлическую форму. Такую форму готовили заранее. На внутренних стенках ее был вырезан нужный рисунок. Мастер, набрав на трубку стекло, засовывал ее конец в форму и начинал дуть. Стекланный пузырь вспухал внутри металлической формы, плотно прижимался к ее стенкам. Все неровности металлической формы отпечатывались на горячем стекле. Застыв, стекло сохраняло навсегда эти очертания.

Форму раздвигали и вынимали готовый кувшин. Пользуясь одной такой формой, можно было изготовить множество совершенно одинаковых кувшинов.

Пили римляне из стеклянных кубков и чаш. Были у них круглые чаши без ручек, были и чаши с двумя широко расставленными, точно крылья, ручками; их называли крылатыми. Они выдувались обычно с уже готовыми надписями, вроде такой:

«Пей, живи многие лета»,

или:

«Будь весел, живи долгие годы».



Кувшин работы римских мастеров.

На одном из кубков, дошедших до нас, изображены борющиеся гладиаторы и надпись: «Колумбус». Что значит эта надпись?

Колумбус был знаменитым гладиатором, он жил во времена императора Калигулы. В одном из состязаний Колумбус победил другого гладиатора, любимца Калигулы. Император разгневался. Он послал победителю подарок — великолепный стеклянный кубок с отравленным вином. Поблагодарив императора, Колумбус выпил вино и упал мертвым...



Кубок с изображением гладиаторов.

Римские стеклодувы умели делать крошечные стеклянные флакончики; называли их слезницами. Их носили на золотой цепочке за поясом знатные женщины. Во флакончиках хранились, конечно, не слезы, а духи. Такие маленькие флакончики, украшенные нитями из разноцветного стекла, не легко было изготовить. Еще труднее было сделать стеклянную бочку. В ней хранилось вино, и была она такой величины, что в ней мог бы поместиться взрослый человек. Трудно даже представить, как удавалось римским рабочим выдувать такие чудовищные стеклянные пузыри весом в сто килограммов и больше.

Выдуть бочку одному человеку, конечно, не под силу. Наверное, дули в трубки одновременно пять-шесть человек.

СВЕРКАЮЩИЕ ЧАШИ

Уже египтяне умели варить цветное стекло. Но римские мастера превзошли египетских, они выделявали стеклянные безделушки, похожие на самые редкие драгоценные камни: изумруд, сапфир, опал, бирюзу, рубин.

Кубки, точно выточенные из целых кусков оникса, бирюзы или иных неведомых природе минералов; вазы, как будто вырезанные из драгоценного дерева тропиков, розового, красного, черного; флаконы, похожие не только по форме, но и по своему цвету на лотос, финики, виноград, апельсины, шишки пиний, — всё это умели изготавливать стеклоделы, жившие полторы тысячи лет назад!

Но все эти прекрасные вещи не могли сравниться со знаменитыми чашами-мурринами. Из таких чаш пили вино в самых богатых домах Рима, и то лишь в самых торжественных слу-



Муррина.

чаях. Ценились муррины во много раз дороже золота.

Можно подумать, что муррины поражали своей величиной, или замечательной формой, или искусной отделкой. Всё это неверно: на самом деле эти чаши — небольшие, ничем не украшенные.

Их красота — в изумительно яркой и разнообразной расцветке.

В стенках муррины непрерывно вспыхивали блески, как будто в стекле заключены тысячи разноцветных мигающих искр. Чаша сверкала и переливалась всеми цветами радуги.

В чем же заключался секрет этих сверкающих чаш? В том, что в прозрачное стекло были вкраплены разноцветные стеклянные крупинки. Каждая из них отражала и преломляла свет по-своему, это и порождало игру красок.

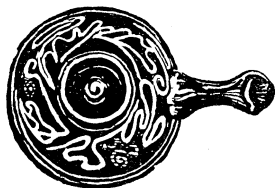
Муррины — это были как бы созданные человеческими руками драгоценные камни.

Мало было в Риме таких людей, которые владели мурринами. Не много было и таких, которым хотя бы раз в жизни довелось из них пить. Но слышать об этих чудесных чашах приходилось, конечно, всем римлянам. И понятно, что об этих чашах рассказывали небылицы. Так, например, уверяли, будто стекло муррин издает какой-то свой особенный, нежный аромат.

Рассказывали, что муррины спасают от яда: отравы теряет свою силу, едва касается сверкающего стекла.

За одну из муррин Нерон уплатил семьдесят талантов. На эти деньги можно было приобрести триста здоровых, молодых рабов. Хрупкий кусочек стекла стоил в триста раз дороже человека!

Очень дорого, хотя всё же дешевле, чем муррины, стоили стеклянные чашечки для умывания рук. Римляне тех времен не знали ни вилки, ни ножа, поэтому пирующие после каждого блюда мыли руки. Чашечки эти очень напоминали лопатку каменщика; их так и называли лопатками, по-латыни — труллами.



Трулла.

Петроний, церемониймейстер и друг Нерона, тонкий знаток и любитель искусства, заплатил за одну такую труллу восемнадцать тысяч рублей золотом.

Прошло несколько лет, и Нерон прислал своему бывшему другу приказ покончить жизнь самоубийством. Не

желая, чтобы любимая вещь досталась тирану, Петроний перед тем, как перерезать себе вены, разбил труллу вдребезги. После смерти Петрония Нерон приказал эти осколки собрать и хранить под стеклянным колпаком.

Не меньше, чем труллы, ценились диатреты. Это были кубки, вделанные в решетчатые подстаканники из стеклянных колец. Подстаканник не прилегал плотно к кубку, поэтому он почти не нагревался, и из такого кубка можно было пить горячий напиток, не обжигая себе рук.

Они были не только удобны, но и прекрасны: кубки, как бы завернутые в стеклянное кружево. Римские богачи считали себя несчастными, если среди их ваз и кубков не было хотя бы одной диатреты. Только такой безумец, как Нерон, мог позволить себе каприз — разбить одну за другой две диатреты.

До нас дошло не более десяти диатрет; из них всего несколько сохранилось в целости. Наверное, все диатреты были изготовлены одним художником-мастером. Он сделал очень немного этих замечательных кубков и унес в могилу секрет своего искусства.



Кружевой
кубок.

ИЗ-ПОД ПЕПЛА ПОМПЕИ

Задолго до нашей эры недалеко от Неаполя вырос чудесный маленький городок Помпеи. Он лежал на берегу синего залива, у подножья давно уснувшего вулкана Везувия. Это было прекрасное дачное местечко, и сюда приезжали отдыхать богатые римляне. Городок разросся, в нем насчитывалось уже больше двадцати тысяч жителей.

Двадцать четвертого августа 79 года Везувий вдруг проснулся. Из его кратера полетели камни, тучи пепла, огненной струей полилась лава.

Помпеи были засыпаны на шесть метров пеплом. Большинство жителей успело спастись; погибло около двух тысяч человек. Об этой катастрофе подробно рассказал Плиний Младший, племянник знаменитого ученого, погибшего при извержении Везувия.

Восемнадцать веков покоились Помпеи под слоем пепла. А затем сюда приехали ученые-археологи и начали раскопки.



Мозаичный пол с изображением цепной собаки.

Погребенный город медленно восставал из-под земли, открывалась картина жизни древних римлян. Среди прочих домов и вилл был найден красивый «дом с фавном». Его называли так потому, что фигура веселого козлоногого фавна украшала фасад дома.

Самым роскошным залом в римском доме был «таблинум». Здесь хозяин принимал гостей, выслушивал просителей; здесь по вечерам устраивались игры. Стены таблинума в «доме с фавном» были украшены рисунками. К сожалению, от времени рисунки очень пострадали: краски поблекли и потускнели, целые куски штукатурки отлетели. Многие рисунки стерлись так сильно, что их невозможно было разобрать.

Когда из зала вывели кучи мусора и вымыли пол, то на полу тоже заметили рисунок; он изображал цепную собаку. К удивлению археологов, этот рисунок ничуть не пострадал от времени; казалось, — он сделан только вчера: так свежи его краски.

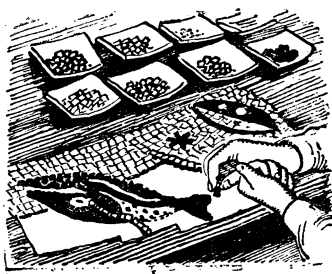
Очевидно, собака была изображена на полу для устрашения воров. Своим грозным видом она как бы давала понять: будь осторожен, дом хорошо охраняется.

Почему же этот рисунок не потускнел и не поблек за восемнадцать веков, почему он сохранил всю свою первоначальную прелесть? Потому, что он не был написан красками, а был собран из кубиков разноцветного стекла таким же способом, как выкладывают дети из деревянных кубиков какой-нибудь узор.

Для такой работы нужно очень много кусочков стекла разных разных цветов. Чем их больше, тем точнее и прекраснее можно сделать рисунок, тем богаче будут его краски.

Такие стеклянные картины называются мозаикой.

В вилле императора Адриана в окрестностях Рима была, например, найдена мозаика «неподметенный пол в столовой». На полу небрежно разбросаны хлебные крошки, кости, разный мусор, которому совсем не место в нарядной вилле. Посетителю хочется взять метелку и убрать поскорее



Так выкладывали мозаику.

весь сор. Но это никому не удастся: мусор точно прирос к полу. «Неподметенный пол» с «костями», «крошками» и «мусором» — это искусная мозаика!

В том же «доме фавна» пол в другом зале тоже мозаичный, на нем изображена битва Александра Македонского с персами; греческие воины нападают на колесницу персидского военачальника, — может быть, самого царя Дария.

Эту замечательную мозаику осторожно вынули, прочно за-



Битва Александра Македонского с персами. Мозаичный пол.

крепили цементом и перенесли в Неапольский музей, где она находится и сейчас.

В 1834 году археологи откопали в Помпеях дом римского богача Мелеагра. Рабочие деревянными лопатками очищали атриум от многовековой грязи и мусора. Атриум — это продолговатый двор, со всех сторон окруженный крытой галереей. Здесь находился у римлян алтарь домашних богов. Двор очищали особенно осторожно: предполагали, что здесь можно найти ценные вещи — статуэтки богов, вазы, украшения.

И действительно, лопата одного рабочего уперлась во что-то твердое. Осторожность удвоили. Археолог стал на колени и откопал крупный обломок какого-то стекла. Он был так грязен, что нельзя было различить ни его цвета, ни даже формы. Когда же его хорошенько отмыли в теплой воде и протерли мягкой щеткой, то увидели, что это половинка красивой вазы из темносинего стекла.



Ваза Аюджио.

Было жаль, что нашли только одну половину. Но делать было нечего.

Осколок подарили богатой англичанке Ричардсон Аюджио, и она увезла его в Англию.

А через два месяца, когда раскопки дома заканчивались, нашли еще обломок стекла — другую половину той же вазы.

Долгое время она переходила из рук в руки. Половинки путешествовали из страны в страну и никак не могли соединиться вместе. Это было нелепо. Одна без другой они не имели той ценности, как соединенные в одно целое. Но каждый из владельцев цеплялся за свою половинку и не хотел ее уступить.

Так прошло тридцать, а может быть и сорок лет. Наконец обе части какими-то судьбами попали в руки одного любителя искусства. Специалисты-реставраторы соединили их так искусно, что следы склейки почти не заметны. Возрожденную к новой жизни вазу назвали Аюджио, по имени первой владелицы ее половинки. Затем ваза была преподнесена в дар Британскому музею; здесь она и хранится до сих пор.

Для вазы выбрали место в небольшой светлой комнате. Она лежит на мягкой бархатной подушечке, покрытая прозрачным колпаком. Теперь можно хорошенько рассмотреть ее, полюбоваться ею как следует.

Ваза Аюджио — удивительно красивый сосуд из темносинего стекла, с высокой выгнутой ручкой. Она украшена широким венком из винограда и плюща; этот венок — из молочно-белого стекла.

Как сделан этот изумительный венок? Может быть, его изготовили отдельно, а потом прикрепили к вазе? Нет, невозможно вырезать из пластинки стекла такие тонкие листочки с узорчатыми краями и прожилками и затем, не разбив их, перенести на вазу и приварить к ней.

Венок был сделан иначе. Сперва мастер набрал на трубку комок стекла из горшка с синим стеклом, придал этому комку правильную форму, а потом окунул его в горшок с расплавленным белым стеклом, которое тонким слоем равномерной толщины обволокло синее стекло и прочно к нему прилипло. Это было трудным делом, нужно было подобрать стекла так, чтобы они расширялись от жара совершенно одинаково, иначе верхний слой непременно потрескался бы. Мастеру это удалось, и из такого двухслойного стекла он выдул вазу красивой формы.

Но главная трудность была впереди: надо было вырезать на стекле рисунки — венок.

Если бы ваза была глиняная, то венки можно было бы легко вырезать острым ножом. Если бы ваза была из мрамора, рисунок можно было бы высечь резцом. Но ваза — стеклянная, а стекло, как всем известно, очень хрупко. И вот надо выскоблить часть верхнего белого слоя, выскоблить так, чтобы из-под него местами выглянул синий слой, образовался рисунок.

Это была работа необычайной трудности. С бесконечным терпением неведомый нам художник вырезывал контуры листьев алмазом, углублял разрезы и выцарапывал крошки стекла. Стекло снималось мельчайшими кусочками, почти пылинками. Малейшая неточность — чуть большее усилие, чем нужно, — и треснет стекло, всё испорчено, вся работа погибла.

В том же Британском музее хранится другая стеклянная ваза — Портландская. Она тоже украшена резными рисунками.

На этой небольшой темноголубой вазе изображены женщина с лебедем, юноша, стоящий у колонны, бородатый мужчина, сидящий на обручке дерева, и другие фигуры.

Археологи предполагают, что на вазе изображен греческий миф о Язоне и волшебнице Медее.

Вся история стекла не знает более художественной и прекрасной резьбы.

До нас не дошло имя гениального художника, создавшего Портландскую вазу, и мы не знаем, когда он жил. Предполагают, что он жил во втором веке нашей эры.

Вазу нашли триста лет назад в мраморной гробнице римского императора Александра Севера. Он очень любил художественные вещи из стекла и тщательно их собирал. Друзья, желая почтить память покойного, положили в гробницу его любимую вазу.

Драгоценный сосуд хранился в музее особенно бережно. Недалеко от него дежурил сторож. Подставку, где стояла ваза, ограждал протянутый на столбиках канат. Это было сделано для того, чтобы посетители музея не могли дотронуться до вазы руками.

И всё же вазу уберечь не удалось.

В музей как-то проник сумасшедший. С тростью в руках бродил он по залам. В римском отделе он увидел Портландскую вазу, как всегда, окруженную толпой. Стеклянные фигуры на вазе привлекли его внимание. Может быть, ему почудилось, что они оживают, хотят броситься на него. Из всей силы ударил он палкой по вазе несколько



Портландская ваза.

раз. Когда сумасшедшего схватили, было уже поздно: ваза была разбита.

Созвали художников и реставраторов: нельзя ли как-нибудь восстановить вазу?

К счастью, осколки оказались крупными, и реставраторы взялись за дело. Осторожно разобрали осколки, сложили их вместе и склеили особым клеем. Швы заделали эмалью, подобранной под цвет стекла. Реставрация удалась прекрасно. Ваза снова красуется в музее, и никто из публики не замечает, что она собрана из кусков.

Но дирекция музея, наученная горьким опытом, не хотела снова подвергать риску Портландскую вазу. Среди тысяч посетителей опять может затесаться безумец и снова разбить вазу, и замечательная работа неизвестного гения бесследно погибнет.

Что же делать: спрятать вазу в нескораемый шкаф или в глубокие подвалы музея? Но тогда вазу никто не увидит. Нет, этого делать, конечно, нельзя.

И вот решили сделать точную копию вазы. Посоветовались с учеными, опытными стеклоделами, скульпторами, знаменитыми резчиками по стеклу, и работа началась. Двухслойную вазу сделали довольно быстро. Но резьба затянулась надолго. После двух лет работы незаконченную копию показали на выставке. Для того чтобы закончить резьбу, требовалось еще по крайней мере три года. А на вазу-копию израсходовали уже почти тридцать тысяч рублей золотом.

Только тогда по-настоящему поняли, какого изнурительного труда, искусства, осторожности требовали вазы с рельефными рисунками. Недаром их называли даже в древнем Риме, где время текло медленно, «изделиями терпения».

Знаменитый оратор древности Цицерон как-то сказал в одной из своих речей: «Беден тот, чье жилище не украшено стеклом».

Это было сказано скорее для красного словца: на самом деле стекло в Риме было всё же предметом роскоши.

Всё изысканное искусство римских мастеров не могло создать самые обычные для нас и необходимые вещи. Римляне, например, не знали зеркал, и римские красавицы довольствовались своим тусклым и неясным отражением на серебряной или медной дощечке.

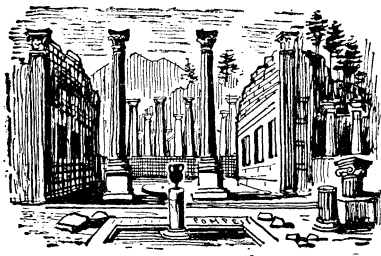
Оконного стекла римляне делать тоже не умели, и даже пиры цезарей происходили в полутемных залах.

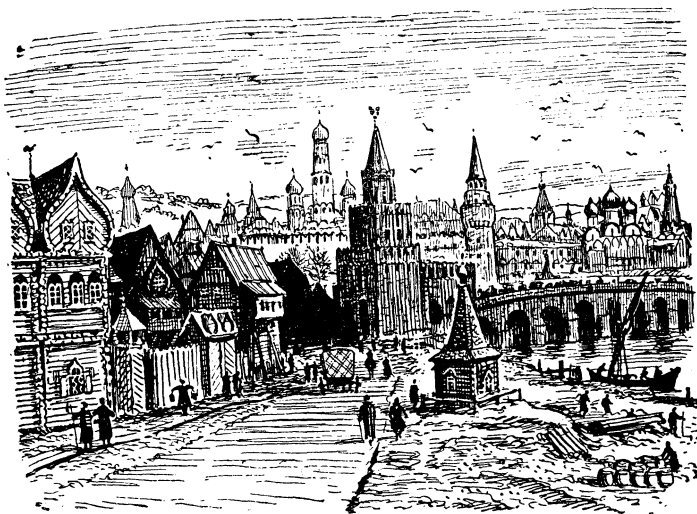
Властелин полумира Нерон был близорук, и он не имел пары простых очков; когда он хотел что-либо разглядеть поближе, он подносил к глазам шлифованный изумруд.

Римские стеклоделы внесли в свое ремесло много новых

приемов. Они изобрели стеклодувную трубку. Они научились окрашивать стекло. Они умели делать изумительно красивые стеклянные кубки и вазы.

Но им не удалось сделать стеклянные вещи дешевыми, доступными для всего народа.





Глава третья

ЦЕНА МАСТЕРСТВА

БЕЗЫМЯННЫЕ МАСТЕРА

Тысячу лет тому назад столицей Русской земли был Киев. В большом, красивом городе жили князья и бояре, торговые люди и ремесленники. На окраинах ютилась городская беднота.

Знойным летом 1017 года в городе возник пожар. Деревянные домики горели быстро. Ветер раздувал пламя. Большая часть Киева сгорела дотла, прежде чем удалось потушить пожар. Не все погорельцы смогли отстроиться заново: на месте целых кварталов так и остались на долгие годы угли и пепел.

Но ни тогда, ни сотни лет спустя никто, конечно, не мог бы подумать, что киевское пепелище поможет ученым разрешить давний спор. О чем же спорили ученые?

Если вы заглянете в какой-нибудь старый, да и не очень старый, учебник по стеклоделию, то на первой же странице прочтете следующее: «Стеклоделие в России возникло в XVII веке, когда шведский мастер Юлий Койет построил первый стекловаренный завод под Москвой...» Особенно любили по-

вторять эту версию о начале русского стеклоделия иностранные историки. В одном из немецких справочников по стеклу написано: «1700 год. Начало возникновения стеклоделия в России при помощи немецких и богемских иммигрантов». Когда археологи находили стеклянные изделия в Крыму, на юге Украины и в Приднепровье, иностранные историки утверждали, что изделия эти привезены из Византии. Спорить с ними было трудно. И все, кто писал об истории стеклоделия, один за другим повторяли одно и то же. Правда, передовые русские ученые считали неправдоподобным, чтобы Россия в течение многих веков пользовалась лишь привозными стеклянными изделиями, в то время как другие ремесла были широко развиты еще в древней Руси. Однако они ничем не могли подтвердить правильность своих предположений.

Истина открылась случайно. В начале нашего века украинский археолог Хвойко решил произвести раскопки на месте древнего киевского пепелища. Много дней члены экспедиции старательно докапывались до остатков от пожара, происходившего 900 лет назад. Много нового узнали они о жизни людей в Киевской Руси. Но каково же было удивление ученых, когда однажды они обнаружили остатки... стеклоделательной мастерской. Из-под слоев земли и пепла постепенно выступали каменные стены древних стекловаренных печей с огнеупорными глиняными горшками, наполненными застывшим стеклом. Там же нашлись и изделия киевских стекловаров — стеклянные браслеты и кольца различных цветов — голубые, синие, зеленые, желтые, фиолетовые, черные, большое количество стеклянных бус, а также тонкостенные бокалы, изготовленные, несомненно, выдуванием.

В последующие годы, а особенно после Октябрьской революции, было организовано еще много археологических экспедиций. И тогда выяснилось, что начало стеклоделия в России следует относить к X—XI векам и что уже в XII—XIII веках, в период расцвета Киевского государства, производство стеклянных изделий приняло значительные размеры: при раскопках в церквях были найдены мозаичные полы и картины, в домах горожан — стеклянные окна, украшения, посуда, игрушки для детей. Стеклянные изделия и, особенно, эмали киевские мастера делали лучше, чем их современники в Западной Европе.

В конце XIII века монголо-татарские орды ворвались в Киевскую Русь. Города были разрушены и разграблены, искусства и ремесла уничтожены. Русские люди целыми семьями и поселениями бежали в дремучие леса, предпочитая рабству сурое, полное лишений, но независимое существование. В глу-



Графин в виде медведя.

бине лесов начала развиваться жизнь. Появились и маленькие стеклоделательные мастерские — гуты. В гуте обычно стояла крохотная глиняная печь на несколько горшков, имелся небольшой запас песка, извести и соды, различные красящие вещества. Из умелых рук старых киевских мастеров выходили браслеты и бусы, бокалы и «потешные» графины — в виде различных забавных зверюшек.

На эти изделия был везде большой спрос, и они продавались даже в Москве, где были известны под названием «черкасского стекла».

Но продукции немногочисленных, маломощных гут было совершенно недостаточно для удовлетворения потребностей развивающейся России. Стекло требовалось всюду: на стол вместо медной и оловянной посуды, в окна взамен слюды и бычьего пузыря, для изготовления украшений и предметов роскоши.

В 1630 году, в царствование Михаила Федоровича в Россию приехал из Швеции «пушечных дел мастер» Юлий Койет. Приехал он, чтобы отливать пушки, но пушечное дело было в то время в России уже хорошо известно, были и свои знаменитые пушечные мастера, и, по всей вероятности, Койету показалось недостаточно выгодным заниматься этим делом. Увидев, что в России нет стекольных заводов, он решил, что много больше прибыли сможет получить, построив такой завод. Много изделий из стекла ввозилось в то время из-за границы, и стоили они огромных денег. За ту цену, какую платили за одну большую стеклянную банку, можно было купить целого теленка.

Обладателем многочисленных стад мог стать Койет, если бы его завод выпускал всего 10—20 таких банок в день. Это Койет учел и решил построить стекольный завод для изготовления аптекарской и прочей посуды.

Подходящее место было найдено в Московском уезде, недалеко от города Воскресенска. Здесь и построили завод — несколько деревянных строений с плавильными печами и трубами.

При царе Алексее Михайло-



Изделия русских мастеров XVIII века из цветного стекла.

виче начал работать второй завод в селе Измайловском, близ Москвы. Это был уже государственный, казенный завод. Выделывали там сулеи (бутылки, графины), оловейники (кувшины), ставцы (ковши), кружки, братины (ковши для вина), рюмки, стаканы, лампадки (светильники) и мухоловки. Гордостью Измайловского завода была отлитая на нем саженная (двухметровая) рюмка. Чудо-рюмка — выше самого высокого человека — была хитро украшена стеклянными нитями. Могла она вместить два ведра вина.

Особенно бурное развитие русского стеклоделия началось со времени общего промышленного подъема России, происшедшего при Петре Первом. В то время было построено еще три государственных и шесть частных стекольных заводов, которые выпускали хрустальную посуду, а также оконные и литые зеркальные стекла. В первое время на заводах работали почти исключительно иностранцы, стекавшиеся в Россию со всех концов Европы в погоне за наживой. Платили иностранным мастерам очень большие деньги. Они считались незаменимыми и, во избежание конкуренции, старались никому не выдавать своих производственных секретов.

Однако русские рабочие быстро овладели новым делом. На заводах появились отечественные мастера-стеклодувы, которые постепенно полностью заменили иностранцев. Но их труд ценился совсем иначе: это ведь были главным образом крепостные «смерды». Всю свою короткую жизнь надрывались они от непосильного труда у раскаленных печей, создавая стеклянные изделия, поразительные по тонкости художественной отделки, изобретательности и мастерству.

Тщательно хранятся в наших музеях эти бесценные вещи, и по сей день вызывая общий восторг. А люди, их создав-



Ажурная ваза
с голубем.



Хрустальный
стакан
Вершинина.



Охотничий кубок.



Кувшин синего стекла, расписанный золотом.

шие, получали за свой труд только плети да зуботычины, жили в нищете и умирали в неизвестности.

Что знаем мы, например, о судьбе замечательного художника Александра Вершинина? Только то, что от стекольной пыли он получил чахотку, с горя запил и в холодную январскую ночь замерз под забором.

А ведь он был изумительно талантливым мастером-художником. Чтобы убедиться в этом, достаточно взглянуть на сделанный им хрустальный стакан. (См. стр. 25).

На стенках стакана изображены люди, гуляющие на берегу пруда. На деревьях сидят птицы, в небе летит стая диких гусей, вдали виднеется здание с колоннами.

Кажется, что стакан раскрашен. На самом деле здесь нет ни капли краски: между двойными стенками стакана вставлен с непостижимым искусством рисунок, составленный из цветной бумаги, соломы и мха. Наверху стенки спаяны, так что и не догадаться, что они двойные.

Над этим стаканом Вершинин работал больше года.

Кто из русских мастеров сделал чудесный охотничий кубок?

На его стенках много круглых ямок; одни из них пустые, на других изображены охотничьи сцены.

Вот олень убегает от охотника, вот падает подстреленная утка, а сам охотник целится из кустов. Почему же не все ямки украшены рисунками?

Стоит посмотреть на свет через прозрачные стенки, и ответ придет сам собой: в пустых ямках, как в зеркалах, отражаются не один, а много рисунков; не один, а десятки охотников целятся из кустов в пролетающих уток.

Известны и другие шедевры стеклодельного искусства того времени.

Среди них изумительные по красоте вазы, кувшины и канделябры (подсвечники для большого числа свеч), выполненные по проектам лучших русских художников: Росси, Воронихина, Стасова и других.



Кувшин работы А. Н. Воронихина.

Много ценных художественных произведений русских мастеров вывозилось за границу в виде подарков правителям государств, королям, ханам и шахам.

В ПОЗОЛОЧЕННОЙ КЛЕТКЕ

В двух километрах от Венеции, в синей лагуне Адриатического моря лежит остров Мурано. Даже не в каждом справочнике упоминается о нем и о маленьком городке, который носит то же имя.

И действительно, что замечательного найдет здесь турист?



В двух километрах от Венеции лежит остров Мурано.

В городе Мурано сейчас едва наберется пять тысяч жителей. Среди них много рыбаков и моряков.

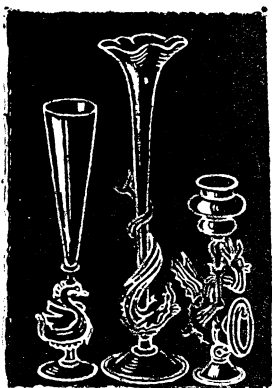
Есть в городе базилика, построенная семьсот лет назад, есть старинный епископский дворец, превращенный в музей. Вот почти и всё, что можно сейчас сказать об этом забытом городке.

А лет шестьсот тому назад остров Мурано был известен всему культурному миру.

В городе было тогда не пять, а двадцать пять тысяч жителей, и почти все они были искусными стеклоделами. На острове было около трехсот стекольных мастерских, школ, заводов.

Дорого ценились вазы муранской работы, некоторые во много раз дороже золота.

Однажды император Максимилиан Австрийский попросил



Кубки, сделанные мастерами острова Мурано.

у герцога Бургундского взаймы большую сумму денег, около ста тысяч рублей золотом. Герцог ответил: он согласен одолжить деньги только в том случае, если император даст ему в залог равноценную вещь.

Тогда император прислал герцогу вазу из желтого стекла, — всего-навсего одну вазу, сделанную мастерами из Мурано. И герцог этим удовлетворился, не стал требовать больше ничего.

Остров Мурано входил в состав Венецианской республики, но был он как бы государством в государстве, особой республикой стеклоделов. Эта стекольная республика имела свой собственный свод законов, чеканила свою монету, управлялась своим Верховным советом; его выбирали все граждане. Остров Мурано имел даже своего посла в Венеции.

Так высоко ценилось искусство стеклоделов, что каждый муранский гражданин, ставший мастером, получал дворянство. Имя его заносили в «золотую книгу» острова Мурано. Мастер-стеклодел имел право выдать свою дочь за самого родовитого и гордого венецианского вельможу, — такой брак считался равным. О подобных правах и преимуществах не могли даже мечтать никакие другие ремесленники.

За все эти права и привилегии муранцы отдавали свою свободу.

Стеклоделы Мурано были птицами в позолоченной клетке: их мастерство считалось государственной тайной; они были узниками, заключенными на своем острове до самой смерти.

Каждый мастер находился под строгим надзором тайной полиции. Ему нельзя было покинуть остров, уехать в другую страну.

«Если какой-нибудь рабочий или мастер перенесет свое искусство из Венеции в другое место в ущерб республике, ему будет послан приказ вернуться.

Если он не повинует, будут заключены в тюрьму лица, наиболее ему близкие, чтобы этим принудить его к повиновению.



Венецианский кувшин.

Если он всё же будет упорствовать в желании остаться на чужбине, за ним будет отправлен человек, которому будет поручено убить его».

Таков был закон Венецианской республики. И этот закон выполнялся на деле.

В середине XVI века на острове работал знаменитый мастер Анджелло Беровиеро. Он делал замечательные цветные бокалы. Рецепты варки цветных стекол старый мастер аккуратно записывал в книжку в кожаном переплете.

Его подмастерье, Джорджио Баллерино, улучив удобное время, выкрал у хозяина заветную книжку и переписал секретные рецепты.

Затем он положил книжку на место, а сам в темную бурную ночь бежал с острова.

На поиски беглеца были пущены по приказу совета Венецианской республики шпионы.

Два года искали они похитителя рецептов и, наконец, нашли его в маленьком немецком городке; там он открыл свою стекольную мастерскую.

И вот однажды ночью мастерская Джорджио была подожжена; она сгорела дотла, а труп Джорджио был найден с кинжалом в сердце...

Всё же некоторым муранцам удавалось иногда спастись от мести страшного совета и успешно устроиться на чужбине. Конечно, эти беглецы приносили с собой свое искусство в те страны, где они поселялись.

Певчая птица поет и в клетке. Муранские художники-стеклоделы, жившие в неволе, создавали изумительно прекрасные вещи.

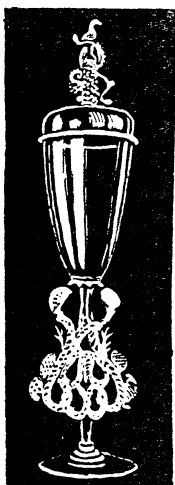
Из тонких, прозрачных листков стекла выделявали они самые причудливые узоры — розы, драконов, крылья, банты — и украшали ими рюмки и бокалы.

Венецианские стеклоделы кропотливо лепили такие украшения самыми простыми инструментами — щипцами, крючочками, палочками.

Эта ювелирная работа требовала бесконечного терпения и удивительной ловкости. Тонкий стеклянный листок быстро остывал и твердел, его приходилось то и дело вновь разогревать. Из-за этого работали совсем близко от палящей жаром стекловаренной печи: если отойти подальше, то разогретый листок остынет по дороге.



Цветной бокал
работы мастера
Беровиеро.



Муранский бокал
ювелирной работы.



Расписной кубок.



Венецианский
расписной бокал.

Один из лучших муранских бокалов можно увидеть в ленинградском Эрмитаже; высотой он в полметра, и стенки у него такие тонкие, что кажется, — дунешь на него, и он полетит, как пушинка. Его круглая глубокая чаша — совсем без украшений. Но зато ножка и, главное, крышка украшены необычайно. Здесь мы видим бантики, цветы, орнаменты; они вылеплены из тонких, как лепесток розы, лоскутков стекла. На высокой крышке наверху сидит маленькая птичка.

Трудно поверить, что всё это сделано из самого обыкновенного стекла.

Кажется, нет таких животных, которых не лепили бы муранские мастера из стекла: кубки и кувшины в виде птиц, кошек, тритонов, львов. Вазы в виде гондол, галер, колоколен, — всё это они лепили и выдували из того же послушного в их руках стекла.

Самой большой тайной муранцев было филигранное стекло: кувшин из прозрачного стекла, украшенный нитями молочного стекла, заложенными в самую толщу его стенок.

Долго не могли разгадать этот секрет муранских мастеров. Но перебежчики выдали его мастерам других стран. Стал он потом известен и в России под названием «вить».

Делают филигранное стекло так. Множество скрученных полосок молочного стекла укладывают в металлическую форму вдоль ее стенок. Затем в эту форму вдувают комок прозрачного стекла; полоски пристают к нему. Комок окунают еще раз в прозрачное стекло и уже после этого выдувают из него бокал или кувшин, внутри стенок которого оказывается, таким образом, сетка из стеклянных нитей.

Конечно, это очень тонкая работа, она удается только опытному мастеру.

Остров Мурано славился не только своим филигранным стеклом и бокалами с пышными украшениями. Муранцы умели заме-

чательно расписывать стекло. Это искусство зародилось еще в древнем Риме.

До нас дошел римский кубок, на стенках которого изображена драка журавлей со сказочными человечками — пигмеями. В зарослях камыша крошечные воины с пиками и щитами храбро наступают на врага. Журавли отражают нападение, хлопая крыльями и щелкая длинными клювами.

Эта картина нарисована на поверхности кубка от руки. Камыши нарисованы зеленой краской, журавли — желтой, пигмеи — красной.

Муранцы разрисовывали свои бокалы и вазы еще лучше римлян; они красили кисточкой, накладывая на стекло цветную эмаль или тонкий слой золота.

В Венеции был обычай дарить на свадьбу раскрашенные бокалы на высоких ножках. На одном из бокалов портрет жениха, на другом — невесты. Из таких бокалов молодые пили вино на свадебном пиру.

Были и такие бокалы, на которых были нарисованы целые маленькие картины, изображающие чаще всего разные приключения древнегреческих героев.

Рисунок золотом не так прочен, как рисунок эмалью: золото очень легко стирается, картина может погибнуть. Чтобы этого не случилось, муранские мастера стали покрывать свои рисунки сверху очень тонкой стеклянной пленкой. Пленка была прозрачна и поэтому незаметна.

Бокалы и вазы венецианской работы недаром бережно хранятся в музеях всего мира. В эти хрупкие, изящные вещи вложено много труда и искусства. Ведь те же самые инструменты и те же печи были прежде и у римлян и у византийских мастеров. Но никто, кроме муранцев, не умел так искусно обрабатывать стекло.

ЧЕРНИЛЬНИЦЫ И КУТРОФЛИ

К XVII веку стеклоделие существовало уже во многих странах мира. Большое внимание развитию этой отрасли промышленности уделяли англичане. Они внесли некоторые усовершенствования в процесс стекловарения, в частности, первые начали топить стекловаренные печи не дровами, а углем.

Английские стеклоделы не гнались за красотой или изяществом. Они делали прочные и удобные бутылки, рюмки, графины, стаканы.



Чернильницы носили в боковом кармане.

Между прочим, они первыми стали готовить стеклянные чернильницы. До этого чернильницы делались из кожи, рога или металла. Английские стеклоделы изобрели также безопасные чернильницы, которые не проливались, если опрокидывались. Для этого край склянки загибались внутрь, — если чернильница опрокидывалась, то чернила попадали в глубину загиба и не могли вылиться.

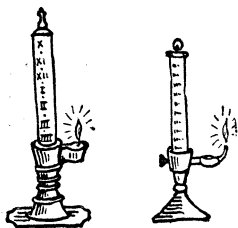
Делали особые походные чернильницы — небольшие бутылочки с таким узким горлышком, чтобы могло пройти только гусиное перо. Их носили в боковом кармане на груди. На одном старинном рисунке изображен писец с такой чернильницей; под рисунком надпись: «Джек на службе».

Для богатых горожан выдувались стеклянные шары голубого цвета, с белыми полосами. Они назывались «мячи ведьм». Их ставили у подъездов домов: они будто бы предохраняли от болезней. Случалось, что эти талисманы неожиданно лопались со страшным шумом.

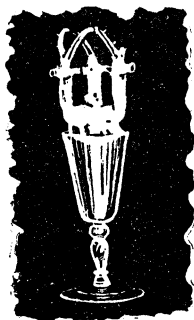
Какой-то английский мастер изобрел особый прибор — лампу-часы; уровень масла в стеклянной лампе понижался за час на одно деление. Если, например, лампу зажигали в одиннадцать часов и масло опустилось на четыре деления, то по одному взгляду на нее можно было догадаться, что сейчас три часа ночи. Правда, время определять по этому прибору можно было только приблизительно.

Немецкие мастера были не менее изобретательны. Но их изобретательность была совсем другого рода, зачастую она граничила с бессмыслицей. Самым обычным вещам они старались придать неожиданную, причудливую форму.

Так, например, они делали бокалы в форме мужского сапога и дамского башмачка или бокалы, изображающие лошадей, птиц, собак. А один мастер выдул кувшин в виде волынки, с двумя трубками и ручкой. Это был кувшин с секретом: из него никак нельзя было налить вина, хотя он был и полон. Секрет заключался в том, что кувшин надо было держать не за ручку, а за корпус. Мало того, когда вино начинало литься, то оно вытекало не из широких и больших трубок, а через маленький боковой отросток, забрызгивая соседей; оказы-



Лампа-часы.

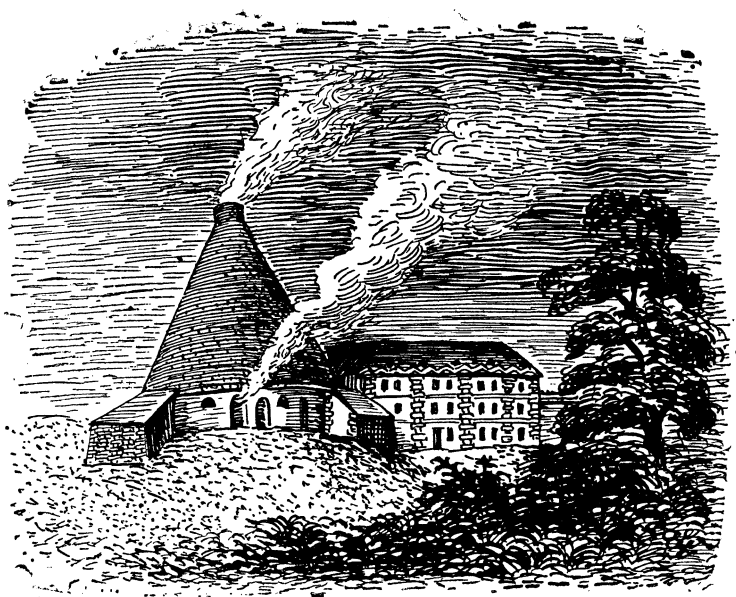


Забавные кубки немецких мастеров.

ваются, большие трубки были бутафорскими. Немецкие мастера выдумали самые нелепые в мире кубки — кутрофли. Чтобы напиться из кутрофля, нужно было запастись терпением: вино лениво ползло по трубкам и попадало в рот по капле. И всё время, пока человек пил, у него под ухом раздавались дикие крики аиста: это воздух проходил с трудом по узким каналам кубка.

Из «штрафного» стакана пить было еще труднее. По своей форме он напоминал опрокинутый на шляпу гриб. Пить из него можно тоже по каплям и только в том случае, если гриб всё время вращать.





Глава четвертая

ОГОНЬ—ЕГО РОДИТЕЛЬ

ОГНЕЛАЗЫ

В горах советского Закавказья лежит красивое озеро Гокча. Поблизости от него находят много странных камней. Они похожи на осколки стекла: такие же блестящие, с острыми, режущими краями. Это вулканическое стекло, выплеснутое когда-то вулканом вместе с лавой и затем застывшее на поверхности земли. Страшный подземный жар растопил и перемешал различные вещества, сплавил их и выбросил наружу.

Это стекло — подарок самой земли. Почему же из него не делают графинов, стаканов, бутылок?

Вулканическое стекло (его называют также обсидианом) находят редко, — из него можно было бы сделать очень немного вещей. У этого стекла некрасивый, черный или серый, цвет, к тому же оно плохо поддается обработке. Поэтому нам и приходится готовить искусственное стекло.

Чтобы сделать стекло, человек соорудил как бы маленький вулкан — стекловаренную печь.

Первую стекловаренную печь построили, как мы уже знаем, римляне. Те поколения римлян, которые в ней варили стекло, давно исчезли.

Само римское государство в VI веке перестало существовать. На его месте возникли новые государства. Проходили века и века. А римская печь пережила всё это. В печах того же самого устройства продолжали варить стекло вплоть до XVIII века.

Об устройстве этой печи мы можем судить по книге монаха Теофила.

Теофил был ученый и трудолюбивый человек. В своем большом трехтомном труде, написанном в XI веке, Теофил рассказывает о живописи, о музыке, об искусстве ювелира, о работе по слоновой кости, о стеклоделии.

Всё это он изучил на деле; он сам был художником, стеклоделом и ювелиром.

«Итак, мой возлюбленный сын, — обращается Теофил к читателю в предисловии к своей книге, — тебе здесь безвозмездно дается то, что многие другие получают лишь благодаря мучительным усилиям, пересекая моря с опасностью для своей жизни, предоставленные мукам голода и жажды или подвергаясь долгому рабству обучения, терзаясь неудовлетворенной потребностью знаний. Поглоти же жадным взором этот трактат о разных искусствах, читай его и запоминай с любовью. Собирай и сохрани, мой дорогой сын, эти уроки, которые сам я получал во время многих моих путешествий, работ и трудов. И когда ты овладеешь всем этим, будь далек от жадности и передай всё это, в свою очередь, своим ученикам».

Как же выглядела стекловаренная печь во времена Теофила? Она была небольшой, очень низкой, отапливалась дровами, а дымовой трубы не имела. Дым выходил через рабочие окна, то есть через те отверстия, из которых рабочие вынимали стекло. Кроме того, дым пробивался и через щели между кирпичами, шел в помещение, где рабочие выдували посуду.

Был и другой недостаток у тогдашней печи: пламя слишком быстро ее покидало. Пламя успевало отдать ей лишь очень малую долю своего тепла — около одной тридцатой. Это значит: из тридцати поленьев, брошенных в печь, двадцать девять сгорали как бы без всякой пользы; они нагревали воздух над заводом, а не стекло. Из-за этого приходилось стекло варить в два приема, как это делали еще египтяне.

Варили стекло попрежнему в горшках. Горшки после нескольких варок портились, прогорали. Приходилось вытаски-



Стекловаренная печь во
времена Теофила.

вать из горящей печи старые горшки и ставить на их место новые. Владелец завода не мог согласиться с тем, чтобы сначала остудить печь и уже после этого сменять горшки.

Остудить и вновь нагреть печь — дело долгое. На это ушло бы не меньше шести дней, — шесть дней завод не давал бы дохода.

Горшки сменяли, не погасив печи. Вот как это происходило. Рабочий натягивал на себя костюм из толстой свиной кожи, а голову закрывал глухим шлемом с маленькими отверстиями для глаз. На руки он надевал трехслойные кожаные рукавицы. В таком виде он становился очень похож на водолаза. Это сходство увеличивалось еще больше, когда на него опрокидывали бочку воды.

«Водолаз», а сказать вернее — «огнелаз», толкал крюком новый, уже раскаленный горшок прямо в бушующее море огня. Языки пламени выбрасывались навстречу из печи, жадно облизывали фигуру человека. От его одежды валил клубами пар.

Дышать было нечем. Как можно скорее надо было установить горячий горшок, поставить его совершенно точно перед тем отверстием печи, из которого будут брать стекло...

День, когда нужно было сменять горшки, был самым тяжелым на стекольном заводе. Но и остальные дни были немногим легче...

В те времена живописцам часто приходилось рисовать для церкви картины, изображающие мучения грешников в аду. Живописцы старались представить себе, каков же должен быть ад, чем он страшен.

И вот, начитавшись церковных книг, они рисовали темное подземелье, наполненное клубами едкого дыма, вырывающиеся откуда-то языки огня и голых грешников, задыхающихся в жару и дыму, с перекошенными от боли лицами.

Всё это было выдумкой.

Но как удивительно похожи эти картины на то, что происходило на стекольном заводе!

На заводе действительно стояла вечная полутьма, клубился дым, полыхал огонь. То тут, то там ослепительно вспыхивали вдруг дрожащие пламенные шары. Полуголые люди с искаженными от напряжения лицами дули изо всей силы в желез-

ные трубки и трясли, и вертели, и раскачивали, и подбрасывали раскаленные шары.

Это был настоящий, не выдуманный ад. Но люди, работавшие в этом аду, были истинными художниками.

Они мучились, обжигались, работая у раскаленных печей, и создавали прекрасные вещи: в горячее стекло вдували они не только воздух из своих легких, — в хрупкое стекло вкладывали они свою душу, свое стремление к красоте.

ПЕЧЬ-САМОВАР

Стекольным заводам нужно было много дров, дров хороших, жарких пород — березы, сосны, бука. Поэтому такой завод обычно строили в самой гуще леса, чтобы дрова были под рукой. Но проходил год, два, и лес как будто отодвигался от завода: опушка леса уходила всё дальше и дальше, по мере того как вырубались деревья. А через шесть-семь лет оказывалось: завод стоит в поле, лес виднеется где-то далеко-далеко у горизонта.

Лес отбежал от завода.

И тогда завод пускался в погоню за лесом. Делалось это очень просто: сарай и печь разбирались; всё, что могло еще служить, перевозилось на новое место. Его выбирали опять в глубине леса; здесь за неделю заводик вырастал заново.

Но так можно было поступать только в лесистых странах. Да и там стеклоделение грозило со временем истребить все леса. В России для охраны лесных богатств был издан специальный указ, по которому запрещалось строить винокуренные и стекольные заводы ближе, чем за 200 километров от Москвы. В нем предписывалось даже «уничтожить все хрустальные и стеклянные заводы, в двухстах верстах от Москвы отстоящие».

Указ распространялся и на Петербург.

Если так обстояло дело на нашей богатейшей лесами земле, то что можно было предпринять в такой стране, как Англия? Там уже и тогда лесов было совсем мало.

Первыми забеспокоились английские кораблестроители: им нужен был хороший лес на мачты, на корпуса судов, на всю их отделку. Мебельным мастерам также требовалась хорошая древесина. А ее с каждым годом оставалось всё меньше и меньше. Стеклоделение не только мешало другим ремеслам, но грозило вскоре уничтожить и само себя: когда весь лес будет истреблен, стекловаренные печи неизбежно погаснут, не будет больше стекла...



Так варили стекло в печи
Телуэлла.

Английское правительство решило запретить стеклоделам топить их печи дровами, — было приказано перейти на уголь; углем Англия богата.

Такой строгий закон был издан в 1615 году.

Однако издать закон было гораздо легче, чем заставить печи работать на угле. Чего только не делали стекловары, чтобы заставить уголь гореть! Они дробили его на мелкие кусочки, разогревали их в пламени костра, прежде чем бросить в печь, поливали уголь керосином, маслом, даже спиртом. Ничто не помогало. Углю не хватало воздуха для горения.

Тяжелый дым лениво стелился в печи, точно не желая ее покидать. Затем он медленно опускался вниз и гасил чуть тлеющий огонек.

Надо было, очевидно, целиком переделать печь для того, чтобы получить сильную тягу, заставить уголь гореть жарким пламенем. Это и сделал английский стеклозаводчик Телуэлл.

Он устроил широкий подземный туннель; по нему мощной струей устремлялся воздух в топку, проходил через слой горящего угля и уносился вверх. Кроме того, Телуэлл окружил всю печь кожухом в шесть раз выше самой печи. Кожух суживался кверху. Это была своего рода труба — прообраз нынешней фабричной трубы. Но труба эта стояла не на печи; наоборот, вся печь, весь завод был спрятан в этой широкой трубе.

Получился как бы гигантский самовар; но в самоваре труба проходит посередине, здесь же, наоборот, в середине варилось стекло, а воздух обтекал его со всех сторон.

Печь Телуэлла была пущена в 1618 году. Уголь горел в ней хорошо. Наконец-то была достигнута такая температура, что стекло можно было варить сразу, а не в два приема, как в старых печах, и варилось оно при этом гораздо быстрее.

ПОЛЕЗНЫЙ ДЫМ

Английская стекловаренная печь пожирала очень много угля. И, понятно, многие изобретатели задумывались над тем, как бы ее усовершенствовать, сделать более экономичной.

В продолжение двухсот лет это никому не удавалось.

В самом деле, почему эта печь была невыгодной?

Потому, что очень много угля вылетало в воздух в виде горячего дыма, нагретого до 900 градусов. Кроме того, пламя охлаждалось притекающим в печь наружным воздухом. Пламя имело температуру около 1300 градусов, а воздух в морозные дни — около 10 градусов ниже нуля. Разница, как видно, очень

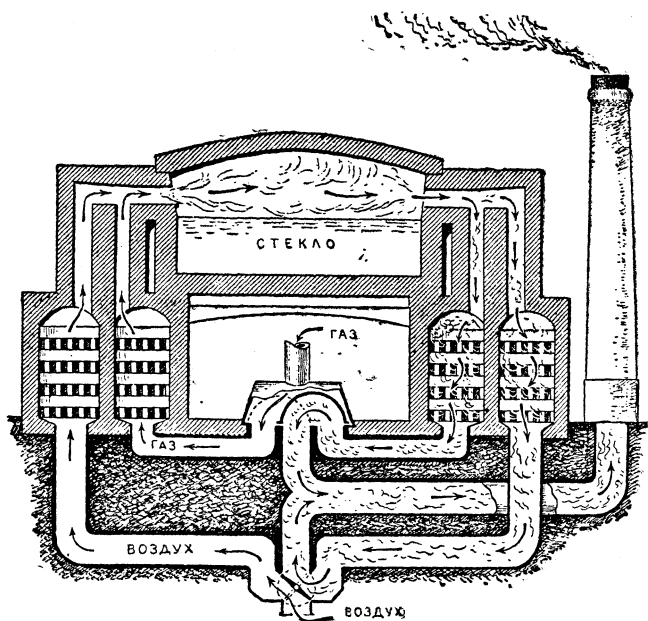


Схема ванной печи с регенераторами.

большая. И этот холодный воздух притекал в печь всё время мощной струей, он отнимал у пламени его жар.

Холодным был не только воздух, но и уголь. Ему тоже нужно было сначала согреться для того, чтобы вспыхнуть. На это тоже уходило тепло.

Уголь и воздух как бы обкрадывали печь, отнимали у нее часть тепла. А дым уносил с собою другую часть тепла и растрачивал его бесплодно.

Как же избавиться печь от всех этих недостатков? Эту трудную задачу разрешил Фридрих Сименс.

Его мысль была гениально проста: в печь поступает холодный уголь и холодный воздух, а из печи выходит без всякой

пользы горячий дым. Так поймает же дым и заставим его отдать свое тепло углю и воздуху!

Для этого Сименс прежде всего решил превратить уголь в газ. Получать горючий газ из угля в то время уже умели. Во многих городах Германии уже работали газовые заводы и направляли газ по трубам в квартиры.

Сименс стал нагревать воздух и горючий газ теплом, отнятым от дыма. Для этого он построил специальные системы ходов для нагревания воздуха и газа, которые назвал регенераторами, то есть приспособлениями для возврата тепла.

Вот как устроена печь Сименса. В ней имеются две пары ходов-регенераторов — левые и правые.

Горючий дым, прежде чем выпустить его в трубу, пускают, скажем, по левым ходам. Вскоре их стены и решетки накаляются. Тогда дым переключают на правую пару ходов, а через левые пускают теперь уже воздух и горючий газ.

Проходя через накалившиеся ходы, воздух и газ нагреваются. Но зато стенки ходов и их решетки постепенно остывают. Вот они уже совсем остыли. Как же поступить теперь? Теперь надо снова пустить по этим ходам дым, а газ и воздух пустить уже по правым ходам, по тем, через которые только что прошел дым и успел их накаливать.

Дым как бы подготавливает, нагревает дорогу для воздуха и газа. Нагреет одну дорогу, — покинул ее и перешел на другую. И пока газ и воздух текут по готовой дороге, дым успевает уже нагреть им другую, соседнюю дорогу.

Так Сименс остроумно разрешил обе задачи: тепло теперь не уходит из печи зря вместе с дымом, а воздух и уголь не отнимают тепла у пламени. Такая печь называется регенеративной. Она легко дает температуру в 1450 градусов и даже выше.

СТЕКЛЯННОЕ ОЗЕРО

Прошло пять тысяч лет с того дня, когда первый стеклодел изготовил первую стеклянную бусину, сплавив песок, известь и соду в глиняном горшке на огне костра. Отошла в прошлое пережившая многие века древняя римская печь. Ее сменили большие, мощные сооружения с газовым отоплением, с регенераторами, в которых работал полезный дым. В таких печах, дающих гораздо более высокие температуры, стекло варилось быстрее и лучше. Одно только осталось неизменным — горшки. Да, через пять тысяч лет после начала стеклоделия стекло варилось попрежнему в глиняных горшках. Горшки быстро раз-

рушались, а изготовить их было дорого и сложно. Большие печи работали не на полную мощность, так как горшки можно было ставить только по краям, а вся середина печи пустовала: стеклодув не мог бы дотянуться сюда своей трубкой. Мастера больше стояли, чем работали, — так много времени занимала установка, разогрев и смена горшков. А стекла требовалось всё больше и больше. «Что же делать? — думали люди. — Неужели нельзя варить стекло как-нибудь иначе?»

Но прошли сотни лет, прежде чем упорная человеческая мысль и тут добилась успеха, — появились ваннные печи.

Не известно, кому принадлежит это гениальное изобретение. Может быть, делу помог случай. Ведь нередко бывало, что горшки трескались в печи во время варки и стекло разливалось по поду (дно печи). Возможно, какой-нибудь рабочий предложил доварить стекло прямо на поду. Во всяком случае ваннные печи появились и быстро вытеснили горшки почти из всех областей стеклоделия. Сейчас горшковые печи применяются только для варки самого сложного и высококачественного из всех существующих стекол — оптического стекла да стекла, идущего для изготовления художественных изделий.

За последние десятилетия придумано множество различных конструкций ваннных печей. Есть печи большие и малые, круглые и прямоугольные; одни из них обогреваются газом, другие — электричеством. Но все они объединены общей идеей: стекло в них варится на всем пространстве печи.

Как же происходит варка стекла?

В бассейн печи, которая уже разогрета до необходимой температуры специальным механизмом, загружают шихту — смесь соды, песка, извести и других материалов, составляющих стекло. Под действием высокой температуры шихта плавится. Образующийся сложный расплав постепенно становится всё более однородным и превращается в годное для выработки стекло.

Бассейн ванной печи делится на варочное и выработочное отделения. В варочной части происходит непосредственно варка стекла. Из выработочной части готовое стекло забирается стеклодувными трубками или машинами.

Современная стекловаренная печь — огромное сооружение, она не меньше трехэтажного дома на двадцать пять — тридцать квартир. Весит такая печь больше двух тысяч тонн, то есть примерно столько же, сколько двадцать самых тяжелых паровозов.

Через мощные горелки, как струя воды из брандспойта, врывается под своды печи горячая смесь, сразу же превращаясь в бушующее пламя. Представьте себе струю огня длиной в 7—9 метров! Пламя из нескольких горелок, встречаясь и

переплетаясь, образует как бы огненный свод, под которым кипит, бурлит в непрерывном движении, сияет белым, ослепляющим светом расплавленная стекломасса. «Стекло им рождено! Огонь — его родитель», — написал двести лет назад наш гениальный ученый Михаил Васильевич Ломоносов.

В современных стекловаренных печах достигается температура в 1500 градусов. Как дать представление о таком жаре? Представим на минуту, что примус раскалился до 1500 градусов. В таком случае все его части, сделанные из латуни и железа, расплавились бы. Примус растаял бы, как тает восковая свеча, которую бросили на горячую плиту!

А если бы наша комнатная печь нагрелась до 1500 градусов? Тогда кирпичи, из которых она сложена, растаяли бы и потекли огненными струйками! Стекловаренная печь сложена, разумеется, не из обычного красного кирпича. Такую печь складывают из огнеупорных брусьев. Делают их из особой глины, которая выдерживает, не размягчаясь, жар в 1700 градусов и выше. Каждый огнеупорный брус — толщиной почти в полметра, а весит он больше сотни килограммов. Но даже и эти огромные брусья разрушаются от разъедающего действия жидкого стекла при температуре в 1500 градусов. Чтобы замедлить это разрушение, бассейн печи окружают сетью труб, по которым протекает холодная вода, охлаждая раскаленные стены печи. Современные ванны печи могут работать без остановки по 2—3 года.

Советские ученые и инженеры упорно трудятся над улучшением конструкций стекловаренных печей.

Современную стекловаренную печь изобрел не один какой-либо человек, а десятки, даже сотни людей.

Эту печь постепенно создавали и совершенствовали на протяжении многих веков.

Стекловаренная печь — это памятник двухтысячелетнего человеческого труда, удивительной изобретательности, огромного упорства.





Глава пятая

ИСТОРИЯ БУТЫЛКИ

БУТЫЛКА В БУТЫЛКЕ

Человек издавна привык работать руками. Но стеклодув работает главным образом не руками, а легкими — тем органом, который предназначен не для работы, а для дыхания. Поэтому его работа и требует особого, ни с чем не сравнимого напряжения.

Выдуть стеклянный пузырь совсем не просто. Если дать стеклодувную трубку совсем здоровому, крепкому человеку, попавшему на стекольный завод впервые, и предложить ему выдуть пузырь, то у него, несмотря на всё его старание, ничего не выйдет. Нужно очень сильно и вместе с тем искусно дуть в трубку, чтобы преодолеть сопротивление стекла.

Еще труднее выдуть продолговатый пузырь с узким горлышком и плоским дном — тот стеклянный пузырь, который

мы привыкли называть бутылкой. Выдувание самой обыкновенной бутылки ручным способом требует большого мастерства. Правда, бутылки обычно выдувают в форму, чтобы их размеры были всегда постоянными. Но при изготовлении бутылки мастер должен всё время следить за тем, чтобы толщина стенок была равномерной и каждый раз одинаковой и чтобы горлышко бутылки имело постоянную ширину.

А бутылку для шампанского может выдуть только очень опытный мастер. Обычная бутылка, если в нее влить такое вино, взорвалась бы: старое, игристое вино, выделяя газы, давит изнутри на стенки бутылки с силою двадцати — двадцати пяти атмосфер — почти с той же силой, с какой давит пар в паровозном котле скорого поезда.

У бутылки для шампанского стенки должны быть совершенно одинаковой толщины. Дно ее должно быть очень крепким, особенно там, где оно соединяется со стенками: в этом месте чаще всего разрываются бутылки.

Самые лучшие, самые крепкие бутылки виноделы выписывали обычно из России.

Русские мастера, оказывается, умели выдувать бутылки лучше всех.

Среди бутылочных мастеров попадались подлинные артисты своего дела, настоящие фокусники. Они делали, например, такие фокусы.

Внутри обыкновенной светлой бутылки помещен стеклянный петушок, чуть поменьше самой бутылки. Как же он мог забраться туда через узкое горлышко?

Вот еще более поразительный фокус старых мастеров. В литровой бутылке заключена полулитровая, а в ней — еще маленькая бутылка в четверть литра. Совершенно, казалось бы, невозможная вещь: три бутылки, вложенные одна в другую. Как же это сделано?

Мастер выдул сначала самую маленькую бутылку, а затем взялся за полулитровую бутылку. Вот уже пузырь вытянулся, стал похожим на бутылку. В этот момент мастер ножницами быстро подрезает и отгибает дно (горячее стекло можно резать, как бумагу) и отворачивает его в сторону. Через это отверстие он просовывает внутрь пузыря маленькую бутылку. Затем ставит дно на место и разогревает снова пузырь на огне, — сделанный шов сваривается и заглаживается.

Точно таким же способом вложил он потом полулитровую бутылку в самую большую, литровую.

Так забавлялись стеклодувы в старину, так старались они найти развлечение в своем тяжелом однообразном труде.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЛЕГКИЕ

Если даже для здорового человека работа стеклодува трудна, то в десять раз тяжелее была она для Робине. Он работал на знаменитой хрустальной фабрике Баккара во Франции. У Робине были очень слабые легкие, и он часто хворал. Он мучился невероятно, выдувая по тысяче и больше бутылок в день. А бросать работу было нельзя: у него была большая семья.

И вот Робине стал думать, как бы облегчить свой тяжкий труд, чем бы заменить человеческие легкие. Рабочие смеялись над чудачком, который вместо отдыха после десятичасового труда начинал что-то мастерить.

В 1828 году, после двух лет упорной работы, Робине всё-таки построил свой прибор. Это был воздушный насос особого устройства. Обычный насос, вроде велосипедного, для выдувания бутылок не годится: он слишком слаб, его нужно долго качать. За это время стекло, конечно, остыло бы. Кроме того, такой насос — ручной, а у стеклодува руки заняты трубкой.

Насос Робине был ножным. Тугая пружина прижималась ножной педалью, оттягивала вниз поршень и засасывала воздух в цилиндр. Когда пружину отпускали, воздух выгонялся из цилиндра, входил через трубку в комок стекла и раздувал его.

Конечно, нужно было большое усилие, чтобы сжать тугую пружину, — нога от этого уставала. Но зато легкие рабочего были освобождены от работы.

Насос Робине не мог выдувать бутылки с таким искусством, как это делал человек своими легкими.

Поэтому такой насос не нашел большого применения. Робине остался небогатым человеком, но он был счастлив уже тем, что хотя бы на двух-трех заводах облегчил труд своих товарищей-стеклодувов.

Идея Робине нашла последователей и в других странах. Было разработано несколько конструкций пневматической стеклодувной трубки. Но все эти попытки делались частными лицами, и даже хорошие результаты не были широко использованы в промышленности. В 1937 году пневматической стеклодувной трубкой заинтересовалось правительство Советского Союза. Это было вполне понятно — механические легкие позволяли собрать самое драгоценное в нашей стране — людей. Был объявлен большой конкурс на разработку лучшей конструкции пневматической трубки. Победителями его оказались инженеры А. Я. Гринберг и М. С. Гандшу. Их приспособление позволяет выдувать изделия любой емкости. Для этого механическая трубка с раздутой баночкой подводится к специальному

дутьевому станку, где изделие выдувается окончательно в форму.

Пневматическая трубка и дутьевой станок Гринберга и Гандшу успешно применяются на наших заводах.

Однако механизация стекольного производства в основном шла другими путями. Там, где не требовалось искусство художника, а только точность и мастерство, оказалось возможным по мере развития техники полностью заменить тяжелый труд человека работой сложных и точных машин.

МАЙКЛ ОУЭНС НЕ ЗАБЫЛ СВОЕГО ДЕТСТВА

В первый день нового, 1859 года в семье английского углекопа Оуэнса родился мальчик — Майкл. Он был встречен не особенно радостно: семья была большая, а времена тяжелые. Зарботки отца семейства были совсем невелики. Часто приходилось ему утешать своих малышей, когда не хватало денег на ужин, забавлять их какой-нибудь неожиданной выдумкой. А он на все такие штуки был великий мастер. Из кусочка проволоки, щепочек и тряпочек мог он, например, сделать лягушку, которая, как живая, прыгала по комнате.

Из такого же нехитрого материала мастерила он игрушечные паровозы, пароходы, мельницы. И всё это могло двигаться, вертеться, работать. Своей жене Мэри он соорудил ветряный двигатель, который мог отлично молоть кофе. Но беда была в том, что молоть было нечего: семья не видела не то что кофе, а частенько и хлеба.

Понятно, почему Майкла, когда ему исполнилось девять лет, послали не в школу, а в сырую и мрачную угольную шахту. Здесь, глубоко под землей, стал он помогать своему отцу. Часами ползал маленький углекоп на коленях в мокрой, темной и страшной дыре, таща за собой тяжелые санки с углем.

Мальчугану, однако, «повезло»: он вскоре сменил работу, — поступил на стекольный завод подручным кочегара. Еле справляясь с огромной тяжелой кочергой, Майкл мешал уголь в топке, разбивал корку спекшегося угля. Он должен был поддерживать хороший огонь в печи, и управляющий заводом совсем не интересовался тем, что мальчик обжигается раскаленными кусочками угля и задыхается от печных газов. Еще меньше думал он о том, что ребенку невыносимо трудно проводить ежедневно у печи десять мучительных часов.

Майкл оказался на редкость крепким мальчиком. Ровно два года простоял он в этом аду. А двенадцати лет уже стал стеклоделом. Он наворачивал на конец стеклодувной трубки комок стекла, вращал его и затем передавал для выдувания мастеру.

Исключительная ловкость и выносливость помогли Майклу стать три года спустя стеклодувом-мастером. На этой работе он простоял четырнадцать лет. Тридцатилетним молодым человеком стал он техником.

Майкл Оуэнс унаследовал от своего отца страсть к механике. Он придумал ряд усовершенствований и изобретений.

Но и привычные к его опытам рабочие были поражены, когда однажды летом Оуэнс занялся странной и, казалось, совершенно бессмысленной работой: из горшка с раскаленным стеклом пытался он каким-то смешным насосиком засосать часть стекла. Когда это ему удавалось, он сейчас же нажимал поршень и выбрызгивал стекло на пол. Так заливал он пол жидким стеклом в продолжение нескольких дней.

Такое занятие подошло бы, пожалуй, озорному мальчику, но никак не серьезному человеку.

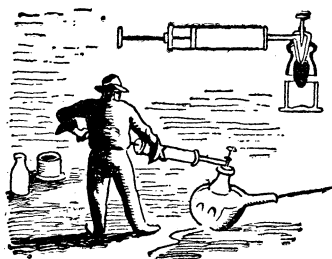
Странное поведение Оуэнса объяснялось тем, что он задумал построить бутылочную машину-автомат. Такую машину, которая сама черпала бы стекло и сама, без помощи человека, выдувала бутылки.

Трудно сказать, когда Оуэнсу пришла впервые эта смелая мысль. Может быть, еще тогда, когда пятнадцатилетним мальчиком, начав выдувать бутылки, он на собственном опыте узнал, какая это тяжелая, мучительная работа.

На протяжении многих лет зрела в нем эта мысль. Нужно было поистине обладать огромным упорством, чтобы додумать ее во всех подробностях, довести дело до конца. Ведь никто не верил в возможность построить такую машину. От старых, опытных стеклоделов, от посевших на работе инженеров Оуэнс слышал всегда один и тот же ответ, короткий, как пословица: «Стекло не лезет в машину».

И казалось, — это действительно так.

Представим себе: комок стекла, из которого должна возникнуть бутылка, попадает в машину. Этот огненный комок на глазах тускнеет и густеет. Если бы стекло хоть на минуту оставалось самим собой, не менялось! Но нет, с каждой секундой



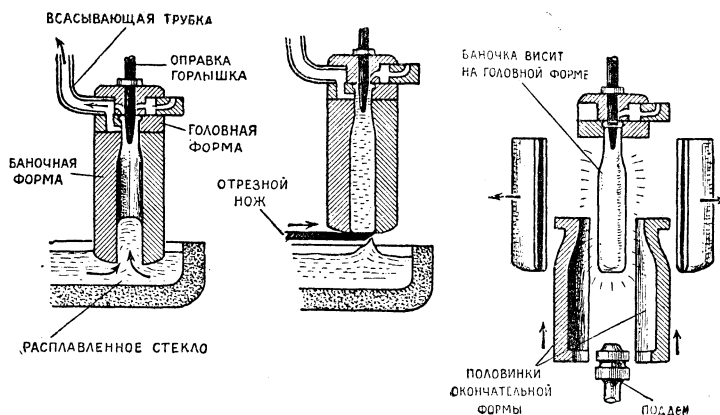
Первые опыты Майкла Оуэнса.

меняется его температура, вязкость, податливость, цвет. Оно — в непрерывном превращении, непостоянно, как само время. Как же поймать те немногие секунды, когда стекло колеблется между двумя состояниями, жидким и твердым? А ведь только тогда машина и может придать этому стеклу форму бутылки.

«Стекло не лезет в машину!»

И всё же Оуэнс не верил в это изречение. Не может быть такого материала, который человеку не удалось бы подчинить себе.

Оуэнс видел: только стеклоделы трудятся вручную, на всех



Так машина изготавливает бутылки.

других заводах уже работают машины. Всё изменилось за последний век: не парусные корабли, а пароходы пересекают моря; почтовые дилижансы заменены поездами; люди сооружают небоскребы, электростанции, прорывают каналы, рассекающие материки; изобретена подводная лодка, пытаются даже построить летательный аппарат.

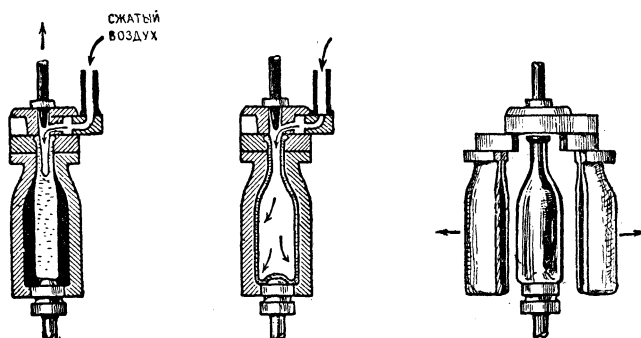
Одни стеклоделы не участвуют в этом общем движении вперед.

На стекольном заводе бутылки выдувают почти тем же способом, как это делали еще в древнем Риме, за две тысячи лет до нашего времени. Разве это не нелепо?

Машина, задуманная Оуэнсом, должна была состоять из сочетания нескольких механических насосов-компрессоров, работающих сжатым воздухом.

Формочка нижним открытым концом погружается в расплавленное стекло. Через всасывающую трубку откачивается воздух. Стекло поднимается и заполняет формочку. Излишек стекла отрезается ножом. Так родится бутылка.

Но, конечно, Оуэнс не рассчитывал на то, что таким простым способом можно сделать хорошую бутылку. Нет, эта раздувшаяся стеклянная капля, эта «черновая» бутылка будет так же похожа на настоящую бутылку, как ребенок — на взрослого. Она станет маленькой, раза в два меньше, чем нужно; ее очертания будут еще неопределенны, — скорее вытянувшийся стеклянный столбик, чем бутылка.



Так машина изготавливает бутылки.

Стеклоделы называют такую заготовку «баночкой», а формочку для ее изготовления — «баночной формой».

А затем формочка распахнется, и горячую баночку схватит другая, просторная металлическая форма. Машина-насос начнет дуть. И так как новорожденная бутылка еще не успела затвердеть и застыть, то она, уступая напору воздуха, начнет раздуваться, расти. И в конце концов она превратится в настоящую, взрослую бутылку.

Таков был замысел Оуэнса. Но как трудно было его осуществить, сколько нужно было преодолеть неожиданных препятствий! Так, например, надо было придумать какое-то приспособление, которое не позволило бы раскаленному стеклу приставать к металлу. Иначе бутылки нельзя будет отодирать от машины: они прилипнут к ней, как мухи к липкой бумаге.

Это только одно из препятствий, а их было сотни.

Оуэнс преодолел все трудности.

В 1905 году был пущен первый автомат Оуэнса, выделяющий бутылки; машина-автомат работала хорошо. Оставалось только поставить такие машины на всех бутылочных заводах.

Мальчик-стеклодув, став взрослым, не забыл тех мучительных часов, которые он провел у раскаленной печи со стеклодувной трубкой в зубах. Теперь никому уже не придется изнемогать на этой адской работе. Не человек, а машина будет изготавливать бутылки.

Так думал Оуэнс. Но вышло совсем иначе.

В 1908 году европейский союз фабрикантов бутылочного производства купил патент на машины Оуэнса. Заплатил он за это двенадцать миллионов марок золотом — деньги немалые. Но, оказывается, союз фабрикантов купил патент совсем не за тем, чтобы строить машины. Наоборот, он завладел патентом для того, чтобы никто не мог им воспользоваться, и бутылки, как прежде, делались вручную.

Союзу было выгодно, что бутылок не хватало и их можно было продавать по дорогой цене.

По этому поводу Владимир Ильич Ленин писал: «Немецкий картель¹ бутылочных фабрикантов скупает патенты Оуэнса и кладет их под сукно, задерживает их применение».²

Бутылочному союзу, несмотря на все старания, не удалось похоронить замечательное изобретение.

Всё труднее становилось фабрикантам находить рабочих-стеклодувов.

Так тяжел был этот труд, что рабочие предпочитали идти куда угодно, только не на стекольный завод. Правда, в безработных при капитализме недостатка нет, но ведь выдуть бутылку может далеко не каждый. Для этого нужны годы ученья.

Волей-неволей пришлось европейским фабрикантам построить бутылочные машины-автоматы.

Благодаря волшебным машинам Оуэнса стеклоделие изменилось за несколько лет сильнее, чем за прежние пять тысячелетий.

Владимир Ильич Ленин считал, что Оуэнс произвел техническую «революцию в выделке бутылок».

Великий изобретатель умер 27 декабря 1923 года. Всего за несколько дней до смерти он испытал новую модель своей машины, весом в восемьдесят тонн.

На долю Оуэнса выпало редкое для изобретателя счастье: увидеть победу своего автомата во всем мире.

¹ Торговый союз фабрикантов.

² В. И. Ленин. Сочинения, том 22, стр. 263, издание четвертое.

УМНЫЕ МАШИНЫ

Попробуйте подсчитать, сколько разных бутылок, банок, склянок, пузырьков побывает в руках людей во всей нашей огромной стране за один только день! А сколько из них за день разобьется, придет в негодность? И сколько потребуется новых на заводы, в магазины, в аптеки! Ведь стекло — самый лучший материал для хранения вин и консервов, молока, лекарств и парфюмерных изделий. Понятно, что в нашей стране работает очень много автоматических машин разных типов, изготовляющих самую разнообразную стеклянную тару. Прекрасно действуют вакуумные машины Оуэнса. Но у них есть и серьезный недостаток: они не могут забирать стекло из одного и того же места печи. После того, как вакуумный насос вытягивает в форму очередную порцию жидкого стекла, поверхность стекломассы портится, загрязняется, и следующая бутылка может выйти недоброкачественной. Чтобы избежать этого, выработочная часть печи делается в виде вращающейся ванны. Каждый раз после того, как машина возьмет стекло, тяжелая ванна поворачивается и подставляет следующей форме нетронутую поверхность стекломассы. Устроена такая вращающаяся печь очень сложно. Зато ни на каких других машинах нельзя сделать так много отличной узкогогорлой посуды.



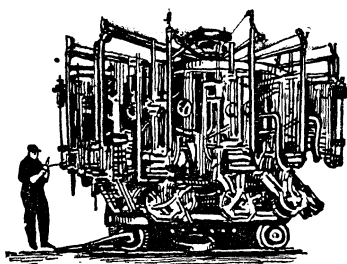
Сколько разных бутылок побывает в руках людей.

Но практика показала, что молочные бутылки, консервные банки и другие изделия с широким горлышком лучше изготовлять на машинах с капельным питанием. Само их название показывает, что расплавленное стекло прямо из печи капает в машину. Для этого придуман специальный питатель. В печи делается отверстие. Над ним, как поршень насоса, движется вверх и вниз огнеупорный стержень. Он проталкивает вязкое стекло через отверстие, и специальные ножницы отрезают нужную порцию, которая падает в форму. В остальном вакуумные и капельные машины похожи друг на друга.

Самые мощные из них изготовляют за одни сутки столько полулитровых бутылок, что если поставить их в ряд, он растянется на пять километров, и, чтобы пройти от одного конца до другого, понадобится целый час.

Что увидели бы мы, если бы очутились в современном машинном цехе завода, изготовляющего стеклянную посуду?

В просторном и светлом зале стоят двадцатитонные громады



Машина для выдувания бутылок.

автоматов. Людей не видно, автоматы работают во всю мощь своих металлических мускулов. Фыркающие машины всасывают стекло и с непостижимой быстротой выбрасывают десятки бутылок в секунду. Составленные из тысяч частей, машины как будто обладают разумом. Их движения стремительны, и в то же время осторожны. Кажется удивительной эта деликатная осторожность чудовища, которое может легко закружить в воздухе связанных вместе пятнадцать слонов. Машины сверкают, облитые горячим маслом, точно потом. Потoki готовых бутылок устремляются из-под них, и бесконечные ленты транспортеров уносят их за пределы зала. Автоматы работают, как хорошо выверенные часы: спокойно и как будто неторопливо. Прекрасное зрелище мощного труда дисциплинированных машин!

Эти машины одинаково легко выдувают и крошечные бутылочки-ампулы в полтора миллилитра, и огромные баллоны по сто девяносто литров каждый.

Чтобы управлять такими умными машинами, нужно очень много знать, много учиться. Рабочие-операторы, обслуживающие автоматы, как правило, имеют среднее и специальное образование. Это, скорее, инженеры. Таких рабочих у нас много, но требуется всё больше и больше.

БУТЫЛОЧКА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СВЕТА

Мощные автоматы могут приготовить обыкновенных бутылок сколько угодно. Но человеку понадобились бутылки не только для вина или молока. Потребовались еще бутылочки совсем иного рода: пригодные для хранения... света. Мы говорим о стеклянных колбах для электрических лампочек.

Трудно представить себе, что электрическое освещение появилось всего 80 лет назад. Попытки создать электрический источник света делались неоднократно, начиная с сороковых годов прошлого столетия, учеными и инженерами различных стран. Но наиболее удачно разрешил эту задачу замечательный русский изобретатель Александр Николаевич Лодыгин.

Предлагавшиеся ранее электрические лампы не выходили за рамки опытных лабораторных образцов и не годились для практического использования: они или слишком сложно включались или слишком быстро перегорали. Лампочка, изобретенная Лодыгиным, была уже настолько надежна и удобна в обращении, что вполне могла конкурировать со старыми керосиновыми, масляными и газовыми лампами. Впервые в мире электрические лампы зажглись в России в 1873 году: ими было освещено здание Адмиралтейства в Петербурге.

Свет в первых электрических лампочках давала раскаленная до яркого свечения тонкая угольная нить. В воздухе тонкая, как волосок, угольная нить при прохождении через нее тока моментально вспыхнула бы и сгорела. Для того, чтобы сохранить от сгорания источник света — угольную нить, ее надо поместить в безвоздушное пространство. Вот для этого-то и потребовалась стеклянная колбочка. Никакой другой материал не может служить для этой цели. В самом деле, оболочка лампочки должна быть прозрачна, непроницаема для воздуха и достаточно прочна, чтобы выдерживать давление атмосферы и изменения температуры. Какой же материал может совмещать в себе все эти свойства одновременно? Только стекло.

Заклученная в стеклянную колбочку с выкачанным воздухом, угольная нить не сгорала много сотен часов, несмотря на то, что раскалялась до 1700 градусов.

Прекрасные качества лампочки Лодыгина и перспективы ее развития были совершенно очевидны. Но царское правительство не оказало своевременной поддержки изобретателю и не дало возможности ее дальнейшего усовершенствования и широкого внедрения в жизнь.

Однажды в американский порт прибыл русский корабль, на борту которого горели огни, необычно яркие для того времени. Это были новые электрические лампочки накаливания Лодыгина. Среди многочисленных посетителей русского корабля, приходивших посмотреть новое электрическое освещение, был американский изобретатель Эдисон. Заинтересовавшись новыми лампочками, он получил образцы и необходимые сведения о них и занялся усовершенствованием конструкции лампы. Внесенные Эдисоном изменения сделали электрическую лампочку более удобной в обращении. Вскоре лампочки накаливания стали выпускаться в Америке в массовом количестве под названием лампочек Эдисона. Очень быстро они завоевали себе славу и распространились по всему земному шару. Имя Эдисона сделалось так широко известно, что ему стали приписывать саму идею создания электрического источника света, забывая об истинном авторе этого гениального изобретения.

Не останавливаясь на достигнутых успехах, Лодыгин и другие изобретатели продолжали работать над дальнейшим улучшением электрической лампочки. В первую очередь они стремились подыскать такой материал для светящейся нити, чтобы он, не расплавляясь при высоких температурах, давал более яркое свечение, чем то, которое можно было получить от угольной нити. Наконец Лодыгин нашел такой материал. Это был металл вольфрам. Температура накала вольфрамовой нити была значительно выше, чем угольной, и свет электрической лампочки стал много ярче.

Но прошло время, и эти усовершенствованные лампочки перестали казаться идеальными. Срок их службы был сравнительно невелик, из-за распыления вольфрама в безвоздушном пространстве. Поэтому теперь электрические лампочки взамен выкачанного воздуха наполняют газом-аргоном или азотом, которые предохраняют нить от распыления и перегорания, — и продолжительность жизни лампочек значительно возрастает.

Электрические лампочки горят везде: в городе и в деревне — в комнате, в театре, в кино.

Как бы хороши ни были электрические лампочки, всё же они в конце концов перегорают, и их надо заменять новыми.

В каждой квартире в год, наверное, сменят штук десять лампочек. А сколько таких квартир в городе, а сколько городов на земном шаре! Поэтому лампочек идет очень много: десятки и сотни миллионов.

Столько же нужно сделать и колбочек. Это гораздо более сложные изделия, чем обыкновенные бутылки.

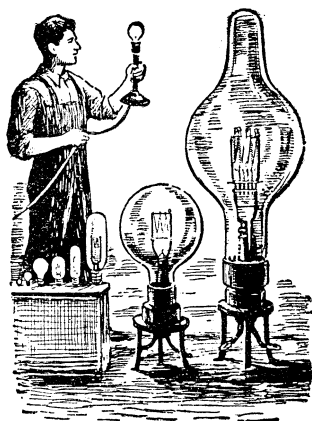
Поэтому на бутылочных автоматах их сделать нельзя. Откуда же взять целую армию стеклодувов, которые изготовят эти миллионы электроколб? И тут на помощь пришли изобретатели. Они придумали машину для механического выдувания электроколб. Эта машина выдувает электроколбы из стеклянной ленты, выползающей из узкой щели ванной печи. Каждую секунду автомат изготовляет двенадцать колб: это значит — в сутки больше миллиона колб. Такая машина заменяет почти двести стеклодувов.

Теперь электрические лампочки изготавливаются для всевозможных целей, начиная с лампочек-крошек величиной с рисовое зернышко, для медицинских оптических приборов, и кончая лампами-великанами, более метра высотой, для авиамаяков.

Современные электрические лампочки накаливания достигли наибольшего возможного для них совершенства. Но путь их развития на этом не закончился. Оказывается, лампочки накаливания, которые после их изобретения назывались «экономическими», за экономное расходование ими электроэнергии, на

самом деле далеко не экономичны. Только 10 процентов энергии излучает раскаленная вольфрамовая нить в виде света, а 90 процентов — в виде тепла. Какое огромное количество электроэнергии расходуется напрасно! Конечно, с этим мириться нельзя, и ученые нашли способ сделать электрический свет еще более экономичным и дешевым. Для создания новых осветительных ламп очень много сделал один из крупнейших физиков нашего времени — академик С. И. Вавилов с учениками. Новые лампы называются «лампами холодного света», потому что в них значительно большая, чем в лампах накаливания, часть электрической энергии превращается в видимый свет и меньшая часть ее переходит в тепло. Оболочкой для этих ламп служат уже не колбочки, а трубки из стекла. Свет в них получается за счет свечения паров ртути и специальных составов, которые наносятся на внутренние стенки трубки.

Стеклянные трубки тоже имеют свою историю. Долгое время их делали вручную. Это было очень тяжелое ремесло, требующее большого мастерства. Ручным способом стеклянные трубки изготавливаются так. Мастер набирает на стеклодувную трубку стекло, так же как для выдувания большой бутылки или банки. Приготовив огромную «каплю» из стекла, он вдвигает в нее немного воздуха, чтобы внутри капли образовалось пустое пространство. Подручный мастера прижимает к нижнему концу капли раскаленную лепешечку из стекла, прочно сидящую на конце металлического стержня. Лепешечка прилипает к капле. Тогда подручный быстро отбегает от мастера, и при этом капля растягивается в трубку. Для того, чтобы трубка получалась ровной и имела нужную толщину стенок, мастеру надо тонко чувствовать, сколько воздуха требуется вдуть в каплю, в какой момент надо начать растягивание и с какой скоростью должен отбегать подручный. Но даже самые искусные мастера не могут изготавливать трубки так точно, чтобы их размеры и толщина стенок были всегда строго определенными. А для ламп дневного света, да и для многих других изделий из трубок это очень важно. Поэтому при ручном способе изготовления всегда много трубок отходило в брак. При всё растущем



Сравнительная величина электрических ламп. Справа лампа в 50 000 ватт.

спросе на стеклянные трубки стало необходимым и для них придумать механический способ выработки.

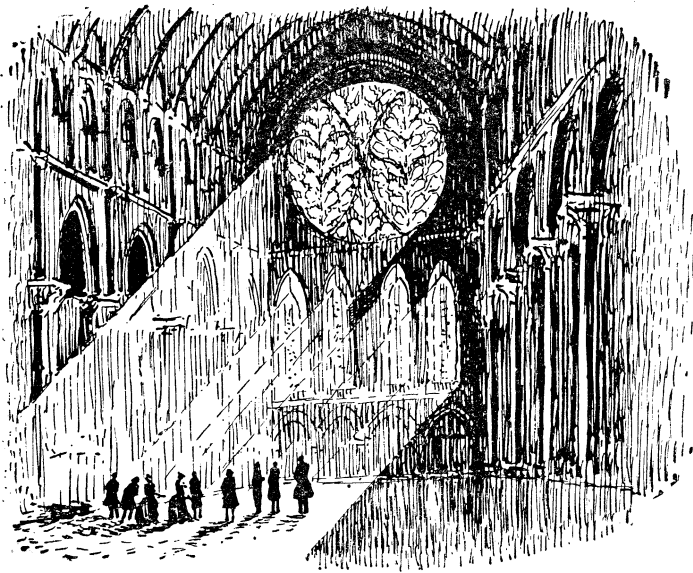
Теперь существует несколько различных способов вытягивания стеклянных трубок. В Советском Союзе машину для вытягивания трубок изобрел в 1928 году рабочий Королев. По способу Королева трубки вытягиваются вверх из огнеупорной «лодочки», которая плавает на поверхности стекла. В середине лодочки имеется круглое отверстие, в которое вставляется специальная кольцеобразная форма — сопло. В сопло подводится по каналу воздух. Стекло выдавливается через сопло, подхватывается металлической «приманкой» и вытягивается вверх. От размеров и формы сопла, количества подводимого воздуха и скорости вытягивания зависит форма, диаметр и толщина трубок. На одной и той же машине, меняя режим вытягивания и размеры сопла, можно вытягивать трубки от 2 до 30 миллиметров.

Так изобретатель Королев облегчил труд рабочих и сделал возможным изготовление стеклянных трубок очень точных размеров и в любых количествах.

Мы ничего не рассказали здесь о лампах, которые не дают света, но каждая из которых является точным и очень чувствительным прибором. Это всевозможные радиолампы. Все они также делаются из стекла, и колбочки для них выдуваются теми же машинами.

Вот какой необыкновенный путь прошел стеклянный пузырек, начиная с грубого толстостенного кувшина и кончая сложнейшими лампами-приборами.





Глава шестая

СТЕКЛО В ОКНЕ

ДОМА БЕЗ СТЕКОЛ

Французский замок, принадлежавший графам Монпансье, построен семьсот лет назад. Строили его лучшие архитекторы того времени.

Глубокий ров был вырыт перед замком, через него перекинули подъемные мосты; возвели высокую каменную стену, которая могла выдержать удары самых мощных стенобитных машин.

В огромной круглой башне замка устроили украшенные колоннами и статуями залы, комнаты и склады. Замок был одновременно и крепостью и дворцом.

Но окна этого дворца оставались без стекол. Это были небольшие отверстия в стене, закрываемые деревянными ставнями. Даже летом, при открытых ставнях, в залах и комнатах царил полумрак.

Зимой ставни закрывались наглухо, и становилось совсем темно. Приходилось всё время поддерживать огонь в огромных каминах, чтобы в комнатах было не так темно и холодно. И всё же обитатели замка зябли: сквозь щели ставней дул ветер, проникал мороз.

Чтобы не замерзнуть, графы Монпансье спали, забившись между толстыми перинами.

Не странно ли: стекло было известно уже четыре тысячи лет, в том же замке Монпансье была собрана ценная коллекция прекрасных ваз и кубков работы богемских и венецианских мастеров, а в окнах не было стекла.

Всё это станет понятным, если вспомнить, что в продолжение многих веков стекло не удавалось сделать прозрачным; поэтому оно и не годилось для окон. Волей-неволей приходилось придумывать, чем же закрыть отверстие в стене дома, и сделать это так, чтобы было тепло и не совсем темно.

Китайцы, например, затягивали окна своих домиков тонкими роговыми пластинками. В Европе шла в дело слюда, промасленная бумага или вощенное полотно, на Руси — пленка бычьего пузыря.

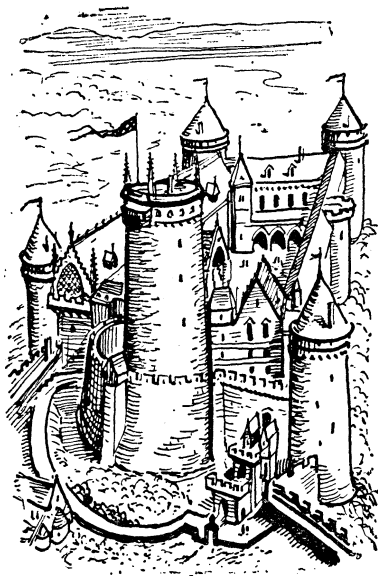
Всё это кое-как защищало от холода, но света пропускало совсем мало; в таких жилищах был вечный полумрак.

Жители южных стран, греки и римляне, свои дома строили совсем без окон. Вместо одной из стен они ставили колоннаду. Свет проникал в дом из внутреннего двора.

Только в XIV веке стали делать стекла для окон, на наш взгляд очень странные стекла. Это были маленькие стеклянные кружки, которые отливали в форму.

Чтобы застеклить одно окно, приходилось скреплять свинцовой решеткой множество таких кружков.

Дом, где были вставлены такие стекла, походил на тюрьму: во всех его окнах виднелись решетки. Стекла из кружков были неровной толщины, разглядеть сквозь них что-нибудь было



Старинный замок.

трудно. Видно, например, что по улице бредет какое-то животное, а какое именно — корова, лошадь или осел, — не разобрать. Всё же и с такими стеклами обращались очень осторожно, их ценили и берегли.

В 1567 году управляющий богатейшим английским имением герцога Нортумберлендского отдал такое распоряжение своим слугам:

«Так как в большие ветры стекла в замке господина герцога быются и пропадают, нужно, как только его светлость уедет, все стекла из окон вынуть и убрать в сохранное место. Когда же его светлость приедет, то стекла можно опять вставить, а то они стоят дорого, и чинить их трудно».

Стекла, собранные из кружков, стоили действительно дорого. Вместе с тем они были уродливы. Такие стекла можно было еще вставлять в окна замков: эти окна узкие и мало заметные. Но нельзя же ими застеклять огромные окна соборов!

В те времена соборы были самыми красивыми, самыми богатыми зданиями.

Надо было придумать какие-то иные стекла, которые бы не портили вид собора.



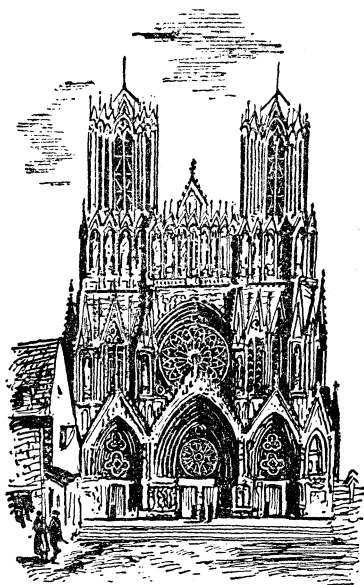
В XIV веке оконные стекла изготовляли из отдельных кружков.

РАЗНОЦВЕТНОЕ ОКНО

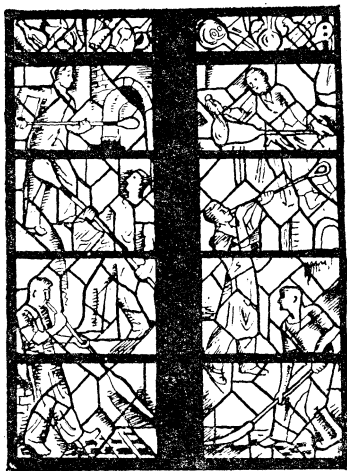
Французский город Реймс знаменит своим собором. Это громадное здание состоит из множества высоких острых башенок и уходит далеко в небо. Оно построено из тесаного камня, но кажется воздушным и легким; оно как бы одето каменным кружевом.

Рассматривая бесчисленные статуи, башенки, стрельчатые окна собора, можно поверить, что строили это здание сто восемьдесят девять лет. И это совсем не так уж долго: Миланский собор, например, строился более четырехсот лет, а Кельнский — шестьсот тридцать два года.

Реймский собор красив не только снаружи. Величественно и прекрасно его внутреннее помещение — высокие залы с тонкими колоннами, арками, куполами. И везде статуи, резное дерево, полированный камень.



Миланский собор с разноцветными стеклами.



Витраж.

Целый водопад света льется в собор откуда-то сверху. Это не обычный дневной свет. Это потоки желтого, синего, лилового, красного света. Таинственное и немного жуткое чувство охватывает всякого, кто входит в собор.

Как же достигнута эта удивительная световая игра?

В окна собора вставлены целые картины из цветного стекла — витражи; проходя через них, солнечный свет и превращается в волшебные разноцветные потоки.

Искусство витражей — очень древнее. Полторы тысячи лет назад стеклоары Византии уже умели выделывать плоские цветные стекла.

Сперва стеклышки просто укладывались рядом, — красные, синие, желтые кусочки чередовались без всякого порядка. Получалось очень пестро и не очень красиво.

Потом стали укладывать стеклышки так, чтобы из них образовался какой-нибудь узор.

Появились окна, напоминавшие по своей расцветке ковры. В середине окна идет, например, узорный рисунок из светложелтых и красных стекол, а по краям широкая рамка из темносиних и фиолетовых стеклышек.

На этом стеклоделы-художники не остановились: от стеклянных ковров они перешли к стеклянным картинам.

Появились оконные стекла, изображавшие целые пейзажи с горами, лесами, лугами, озерами, такие стекла, где были изображены люди, животные, цветы.

Окно-картина, в отличие от обычной картины, просвечивает на солнце, она полупрозрачна. В полутьме собора она кажется висящей в воздухе, сияющей внутренним светом. Это придает ей особую, таинственную прелесть...

Витражи служили украшением для церквей и соборов. Но для обычных жилых домов такие окна были всё же непригодны: они пропускали слишком мало света.

Разноцветное, составленное из кусочков стекло никак не могло заменить простого оконного стекла.

Оконное стекло непременно должно быть бесцветным и прозрачным, чтобы в доме было светло. Оно должно состоять не из кусочков, а из одного большого, цельного стеклянного листа.

Такая задача встала перед стекольными мастерами.

МАСТЕР-ХОЛЯВЩИК

Можно ли выдуть плоский лист стекла? Конечно, нет. Получится не лист, а пузырь. Единственным выходом было — разрезать этот пузырь и сделать из него лист.

Еще в 1330 году француз Кокерей придумал способ изготовления плоского оконного стекла. Способ этот заключался в том, что выдували стеклянный пузырь почти круглой формы, который в еще не затвердевшем состоянии раскрывали в чашу, а затем, при быстром вращении, эта чаша сама собой разворачивалась в плоский тонкий круг. Однако в середине такого круга неизбежно оставался бугорок, что очень портило стекло. За круглую форму эти стекла называли лунными. Хотя таким способом изготавливались довольно большие диски, но при вырезании из них прямоугольных кусков очень много стекла пропадало, да и качество такого стекла было не очень хорошим, а изготовление требовало большого искусства. Поэтому лунные стекла не получили распространения и вскоре были вытеснены стеклами, изготовленными так называемым холявным способом.

При этом старались получить не круглый, а продолговатый, очень большой пузырь — холяву. Когда холява затвердевала, ее разрезали вдоль, а затем укладывали на плоскую плиту в специальной печи и снова разогревали до размягчения. Как только холява становилась достаточно мягкой, надо было быстро ее развернуть и разгладить. После этого из холявы получался большой плоский лист стекла.

Но приготовить холяву с тонкими ровными стенками очень трудно. Стекло при выдувании, естественно, стремится принять форму пузыря, шара. А тут надо получить не шар, а цилиндр.

Вот как работал мастер-холявщик.

На высоком деревянном помосте стоит полуголый человек. В руках у него длинная железная трубка с багряным, светящимся шаром на конце.

Шар весь в движении, меняет всё время свою форму, дрожит, переливается. Человек прикладывает трубку ко рту, подбрасывает ее, как жонглер, вверх, опускает вниз, размахивает ею над глубокой канавой, вырытой у помоста. Время от времени мастер дует в трубку, при этом он сильно надувает свои щеки, они кажутся двумя огромными наростами на красном от натуги лице. После десятков неуловимых движений трубкой шар начинает тускнеть, яркий цвет его переходит в темнобагровый, незаметно он вытягивается в длинный блестящий цилиндр, высотой с человеческий рост.

Холявщик недаром привязан к столбу, укрепленному на помосте: без этого, отягощенный своим грузом, он свалился бы в канаву, прямо на раскаленное стекло.

Наконец мастер выдул холяву. Тяжело дыша, он залпом выпивает целый ковш воды.

Мастер и сам не мог бы объяснить, почему от потряхивания трубкой пузырь вытягивается, становится продолговатым, а стенки его выравниваются.

Мастер не рассуждает; он чувствует, сколько времени нужно дуть в трубку и с какой силой. За долгие годы работы его мускулы и легкие стали точным автоматом, который бессознательно выполняет привычную работу.

Случаются у холявщиков и неудачи, особенно под конец дня. Усталые мускулы уже недостаточно точно чувствуют необходимое усилие. Неправильный наклон трубки, ослабленный напор воздуха, недостаточно сильный размах — и холявы «не задаются».

Мастер сердится. Еще неудача: вместо правильного цилиндра получилась груша!

Не каждый стеклодув знает секрет этих неуловимых движений, которые создают блестящее тело цилиндра со стенками строго равномерной толщины. Нужна огромная выносливость, большая физическая сила, здоровые легкие, а главное — несравненное чутье, чтобы справиться с капризной беспокойной массой горячего стекла, которая каждую минуту, каждую секунду в каждой точке меняет свои свойства.

Выдувание холяв — это очень тяжелое ремесло. И оно дожило почти до нашего времени. Еще и сейчас кое-где сохрани-

лись маленькие заводики, где стеклодувы размахивают тяжелыми трубками с огненными шарами на концах.

К счастью, таких заводов осталось немного, и скоро их совсем не будет: изобретатели придумали машины, освободившие стеклоделов от тяжелой, изнурительной работы — выдувания холяв.

СТЕКЛЯННАЯ КОЛОННА

Зимой 1894 года в кабинет управляющего заводом Чемберса торопливо вошел стекловар Любберс. Он был в таком волнении, что не мог толком ничего рассказать. Он просто потащил управляющего к стеклоплавильной печи.

В горшок с расплавленным стеклом, стоящий на полу, Любберс опустил конец стеклодувной трубки и, вдувая в нее воздух, медленно потащил ее вверх. За трубкой потянулся продолговатый стеклянный пузырь. Продолжая дуть, Любберс встал на табурет: пузырь всё удлинялся. Верх его застыл, а нижний конец, вытягиваясь из горшка, всё еще был мягким. Наконец Любберс отколол стеклянный цилиндр от горшка. На трубке висела самая настоящая холява, сделанная в две минуты, просто и красиво, без всяких ухищрений стеклодува. Не было сомнений: Любберс сделал замечательное открытие.

Построить машину, копирующую работу мастера-холявщика, конечно, невозможно: ведь вся его работа держится на инстинкте, чутье, искусстве. А вот вытянуть холяву так, как это сделал Любберс, машина, без сомнения, сумеет.

Своей уверенностью Любберс заразил и Чемберса. Всё это казалось таким простым! Казалось, через три-четыре месяца машина будет готова и стеклодувной трубке придет конец. В зданиях всего мира будет красоваться стекло, изготовленное машинами Любберса — Чемберса.

Всё это были мечты. Если бы Любберс и Чемберс знали, сколько ждет их впереди глубоких разочарований, неустанной борьбы с бесконечными трудностями!

Деньги дал Чемберс. Машину построили довольно скоро. Приступили к ее испытанию. И здесь-то посыпались самые неожиданные неприятности.

Холявы трескались, прежде чем их успевали отделить от горшка, и обрушивались дождем осколков. Стенки цилиндра оказывались разной толщины. Цилиндр не получался одинаковой ширины, а постепенно суживался книзу.

Потребовалось очень много опытов, прежде чем удалось с помощью сложных механизмов устранить все эти досадные осложнения.

Двенадцать лет жизни отдал Любберс капризной машине, прежде чем она стала давать хорошее оконное стекло. Способ Любберса получил довольно широкое распространение, как первый механизированный способ изготовления листового стекла.

Вот как делается стекло по способу Любберса — Чемберса.

Из огненной массы расплавленного стекла начинает медленно расти толстый стеклянный столб, более толстый, чем ствол старого дуба или кедра. Минуты проходят, — машина неутомимо и ровно тянет вверх хрупкий, блестящий столб. Вот он достиг уже высоты пяти, восьми, десяти метров, но всё еще стремится вверх. Он останавливается только тогда, когда достигает высоты тринадцати метров, то есть высоты трехэтажного дома.

Огромная стеклянная колонна, стройная, гладкая и блестящая, полая внутри, стоит спокойно. Люди выглядят карликами по сравнению с колонной; они влажным железом подрезают ее основание. И вот, точно дирижабль в ангаре, колонна чуть покачивается в воздухе.

Эту громаду, весом в триста килограммов, осторожно опускают на козлы, разрезают на куски и расправляют в плоские листы...

Любберс — гениальный рабочий-изобретатель — не дожил до полного торжества своей машины, ему не довелось увидеть волнующую картину ее работы. Надорванный непосильным трудом, он умер таким же бедняком, каким был в тот день, когда показывал Чемберсу свой первый опыт...

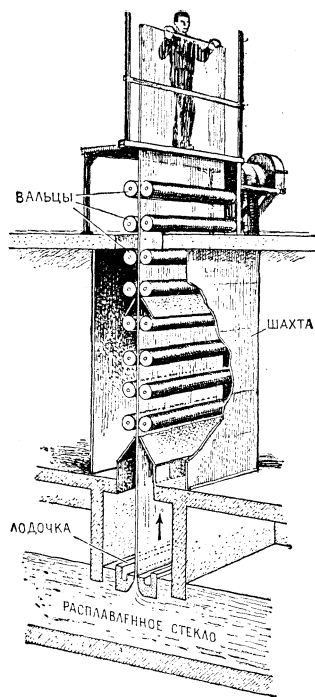
СТЕКЛЯННАЯ ЛЕНТА

В наше время способ Любберса уже устарел, и сейчас вошли в жизнь другие машины, тоже дающие оконное стекло.

Такова, например, машина бельгийского изобретателя Фурко. Она вытягивает стекло не в столб, а в ленту. Этот способ, при котором вытягивается непрерывная широкая и ровная лента стекла, наиболее прост и удобен. Здесь нет промежуточных процессов. Не надо вдвух воздух в вытягиваемый цилиндр, не надо каждый раз откалывать огромную, тяжелую стеклянную

колонну, не надо, наконец, резать ее на части и расправлять в точно-сти так же, как это делается при старом ручном — холявном — спо-собе изготовления оконного стекла. Всё дело сводится здесь к тому, что-бы увлечь стекло за поднимающим-ся вверх в горизонтальном положе-нии длинным металлическим стер-жем — приманкой. Преимущества такого способа не могли не привле-кать внимания изобретателей. Мно-гим и до Фурко хотелось придум-ать, как бы сразу получать гото-вые оконные стекла. Ведь это не только проще, но быстрее и де-шевле.

Как же, однако, работают маши-ны Фурко в настоящее время? А вот как. На поверхности распла-вленного стекла плавает так назы-ваемая «лодочка», сделанная из огнеупорного материала. Эта «ло-дочка», правда, больше похожа на длинный ящик, в дне которого про-резана узкая щель почти во всю его длину. Как только на «лодочку» нажимают и заставляют ее немно-го погружаться в расплавленное стекло, из щели равно-мерно по всей длине начинает выдавливаться стекло. Теперь его надо только подхватить приманкой, не дав ему разлиться по лодочке, и поднимать осторожно вверх. Края ленты остывают быстрее, чем середина, и потому тянутся более толстыми и прочными и удерживают ленту постоянной ширины. В том месте, где стекло уже затвердело, ленту подхватывает с двух сторон пара вальцов, которые вращаются в разные стороны и подтягивают ленту дальше. Таких пар вальцов не одна, а много, и расположены они точно одна над другой. Проходя через вальцы, лента стекла поднимается прямо вверх, увлекаемая вальцами, всё выше и выше. Пройдя путь в 5 метров, во время которого стекло постепенно остывает, оно, наконец, выходит из машины почти совсем остывшим. От ленты отре-зают большие куски стекла и разрезают их на куски требуемых размеров. Оконное стекло готово. Можно вставлять в окна глад-кое, блестящее стекло прекрасного качества.



Машина для вытягивания стекла.

Лента стекла, вытягиваемая машиной Фурко, в некоторых случаях движется со скоростью почти сто метров в час. День и ночь тянут послушные машины свою стеклянную ленту, которая поднимается вверх плавно и спокойно, не останавливаясь и не обрываясь дни и недели. Глядя на эти безотказные машины, просто не верится, что они причинили так много хлопот и огорчений своим изобретателям. Несмотря на кажущуюся простоту, и здесь пришлось столкнуться с тысячами затруднений, для преодоления которых потребовалось более полувека работы многих талантливых людей.

Фурко первый пришел к выводу, что главная причина неудачи прежних попыток заключается в том, что стекло тянут, как бы вырывают из массы жидкого стекла. Он решил поступать иначе, а именно, не тянуть, а выдавливать стекло через щель. Способ, которым он осуществил эту мысль, оказался просто гениальным, и Фурко использовал его в своих машинах. Много труда и терпения вложил Фурко в свое детище, прежде чем добился полного успеха. Для получения совершенной машины требовались всё новые и новые опыты, нужны были деньги, которых у Фурко не хватало. Не раз приходил он в отчаяние и отказывался от мысли довести свое прекрасное изобретение до конца. Собственный маленький заводик из-за недостатка средств не раз останавливался и бездействовал, несмотря на то, что преимущества машины Фурко были очевидны для всех. Только после первой мировой войны способ Фурко одержал полную победу и получил самое широкое распространение во всех странах. Но Фурко не дожил до полного торжества своей идеи, и его труды не были вознаграждены по заслугам.

У нас в СССР для механизированной выработки оконного стекла сейчас применяется исключительно способ Фурко. Всего у нас работает около трехсот таких машин. Они делают стекло для всех нашихстроек. К началу второй мировой войны Советский Союз занял первое место по производству стекла.

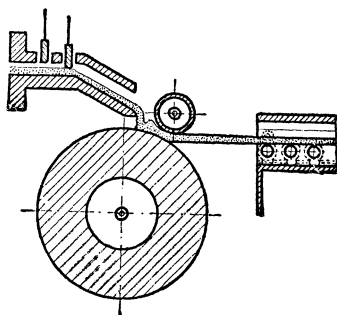
На заводе имени Дзержинского в городе Гусь-Хрустальном работает двадцать машин Фурко. За первые же полтора года своей работы они вытянули такую длинную стеклянную ленту, что ее хватило бы протянуть от Москвы до Америки.

Существует и другой способ вытягивания ленты стекла. По этому способу ленту вытягивают прямо с поверхности жидкого стекла и, охлаждая ее края и удерживая их на постоянном расстоянии друг от друга с помощью специальных роликов, также получают ленту равномерной ширины.

На небольшой высоте от поверхности стекла лента перегибается через вращающийся вал и движется горизонтально.

Проходя через длинную туннельную печь, стеклянная лента медленно остывает, и при выходе из туннеля от нее отрезают куски любой длины.

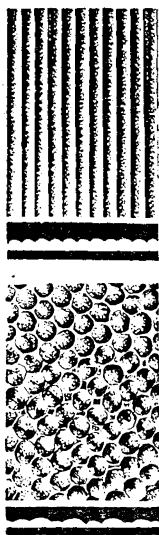
Есть еще и третий способ механического вытягивания стекла в ленту. При этом способе выработки стекло густым, горячим потоком вытекает из узкой щели ванной печи и сразу попадает между двумя вращающимися валами, которые прокатывают стекло до нужной толщины. Из-под валов выползает бесконечная лента стекла, которая, двигаясь по горизонтальному каналу, постепенно остывает. Из этой бесконечной ленты вырезают стеклянные листы.



Стекло пропускают между двумя валами.

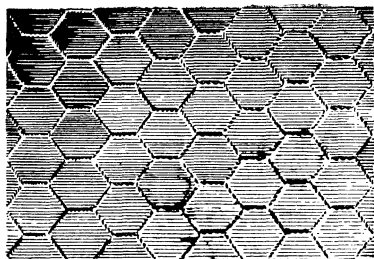
Способом проката изготовляют оконное стекло высшего качества, так называемое зеркальное стекло. Этим же способом получают различные узорчатые и ребристые стекла для остекления дверей, окон и стеклянных крыш.

Для того, чтобы получить стекло с любым красивым узором, нужно нанести этот узор на тот вал, который прокатывает еще не затвердевшее стекло. При прокатке узор выдавливается на стекле. На заводе всегда имеется целый набор валов с разнообразными узорами. Заменить один вал другим совсем не сложно. Таким же способом делают небьющееся стекло с металлической сеткой внутри. Для этого одновременно с массой стекла между прокатывающими валами пропускают металлическую сетку, и она впрессовывается в стекло. Такое стекло называют армированным. Армированное стекло очень понравилось архитекторам и строителям. Оно не только много прочнее, чем обычное стекло, но к тому же еще и вполне безопасно. Если на лист армированного стекла бросить камень, оно, конечно, разобьется, но так как все кусочки припаяны к прочной металлической сетке, они не отлетают в стороны, а остаются на месте.



Узорчатые стекла.

Армированным стеклом часто застекляют крыши заводских цехов и других помещений, где окна дают недостаточно света или их по-



Армированное стекло.

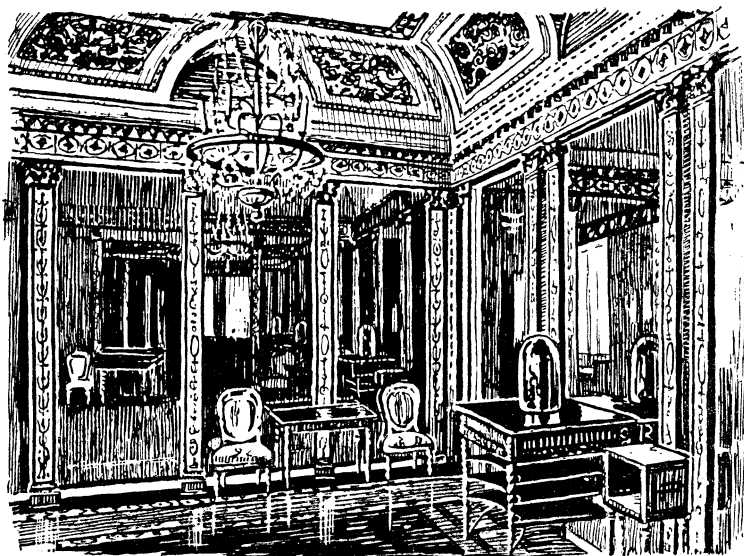
чему-нибудь нельзя сделать в стенках. Через такую крышу в помещение попадает много света, а вместе с тем, если она и разобьется, осколки не посыплются на головы людей и не причинят никому увечий.

Так же неизменно оказалось армированное стекло при пожарах. Ведь одна из основных причин распространения огня в горящем доме та, что стекла в окнах от сильного

жара лопаются и вылетают. При этом в помещении возникают сквозняки, которые усиливают тягу, и огонь разгорается с огромной силой. Вставляя в окна помещений армированные стекла, можно уберечь здания от пожара. Армированные стекла иногда называют также противопожарными.

Теперь уже всем ясно, что стеклодувная трубка, причинявшая столько мучений холявщикам, отжила свой век. Машины вырабатывают оконное стекло в огромных количествах, быстро и хорошо.





Глава седьмая

ИСТОРИЯ ЗЕРКАЛА

ТАИНСТВЕННЫЙ ДИСК

Лет сто назад археологи нашли в одной из египетских гробниц небольшой металлический диск, покрытый толстым слоем ржавчины. Диск был укреплен на голове статуэтки, изображающей молодую женщину.

Для чего служил этот диск?

Мнения археологов разделились. Одни утверждали, что такой диск мог служить вместо опахала. Другие говорили, что это просто-напросто украшение. А некоторые считали, что это сковородка: на ней египтянки пекли сладкие хлебцы вроде нашего печенья.

Таинственный диск отправили в лабораторию. Здесь химики отмыли его от многовековой пыли, отломали кусочек металла и исследовали его. Оказалось, что диск сделан из сплава меди с оловом, то есть из бронзы.

Наждаком сняли слой черного налета. И когда на свет выглянула гладкая отполированная поверхность диска и химик увидел в ней свое лицо, всё стало ясным.

Загадочный предмет оказался зеркалом.

Мы привыкли к стеклянным зеркалам. А вот египетские зеркала были бронзовые.

Бронзовое зеркало давало очень тусклое и неясное изображение.

От сырости оно быстро темнело, и тогда уже ничего нельзя было в нем рассмотреть.

Поэтому в древности пробовали делать и другие зеркала — серебряные. Изображение в таком зеркале довольно ясное и отчетливое. Но серебро от времени тоже тускнеет. К тому же серебряное зеркало стоило, конечно, очень дорого.

Делали и стальные зеркала. У нас на Руси их называли «булатными». Но и они быстро мутнели, покрывались красноватой пленкой ржавчины.

В продолжение тысячелетий люди не знали никаких иных зеркал.

Предохранить металлическое зеркало от помутнения, казалось бы, совсем не так уж трудно. Нужно только защитить его от воздействия воздуха, влаги: прикрыть его чем-нибудь.

Ведь прикрываем же мы дорогой лакированный стол клеенкой, чтобы он не запачкался и не поцарапался.

Прикрыть зеркало клеенкой, понятно, нельзя; его надо прикрыть чем-то прозрачным. Попросту говоря, надо покрыть его стеклом и тем самым превратить металлическое зеркало в стеклянное.

Ни египтяне, ни римляне этого сделать не могли: они не умели готовить стеклянные листы.

Муранские мастера первыми научились варить вполне прозрачное стекло. Они же нашли способ, как из стеклянного пузыря делать плоский лист. Они могли уже взяться за разрешение той задачи, которая была не под силу всем прежним стеклоделам: изготовить стеклянное зеркало.

И вот получилось так: есть полированная металлическая дощечка, и есть стеклянный лист. Надо только их плотно соединить друг с другом, и тогда получится хорошее зеркало.

Но как соединить эти столь разные материалы? В холодном виде их никак не скрепить. Попробовать спаять? При остывании стекло наверняка треснет: ведь стекло и металл расширяются по-разному.

Для того, чтобы стекло не треснуло, надо было нанести на него очень тонкую пленку металла.

Задача оказалась довольно трудной, но всё же ее разреши-

ли. На гладком куске мрамора разостлали лист олова и полили его ртутью. Олово растворилось в ртути, получилось то, что называют амальгамой. На нее наложили лист стекла, и серебристая блестящая пленка амальгамы, толщиной с папиросную бумагу, плотно пристала к стеклу.

Так сделали первое настоящее зеркало.

Венеция долго сохраняла способ выработки зеркал в глубокой тайне. Дворы государств всей Европы, а за ними и все богатые и знатные люди в продолжение целых двухсот лет выписывали зеркала из Венеции, платя за них большие деньги.

Подарить зеркало считалось в те времена верхом щедрости. Когда французская королева Мария Медичи выходила замуж, Венецианская республика преподнесла ей в дар зеркало — лучшую работу муранских мастеров.

Зеркало было совсем небольшим — величиной с эту книгу, — а оценивалось в сто пятьдесят тысяч франков. Правда, оно было вставлено в драгоценную раму.

Зеркало стало как бы знаком богатства. Самый последний дворянин, не желая отставать от других, отказывал себе во всем, но покупал себе крохотное зеркальце.

Французский министр Кольбер видел, как деньги из Франции уплывают в Венецию: только венецианские стеклоделы умеют делать зеркала, и они никому не выдают своей тайны. Кольбер решил во что бы то ни стало раскрыть этот секрет.

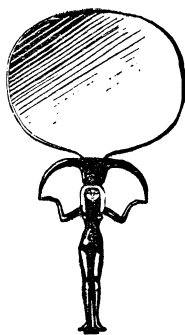
Французскому послу в Венеции было дано поручение: подкупить двух-трех зеркальных мастеров и переправить их во Францию.

В темную осеннюю ночь от острова Мурано тихо отплыла лодка: несколько муранских мастеров бежали во Францию. Там их спрятали так хорошо, что венецианские шпионы не сумели напасть на их след.

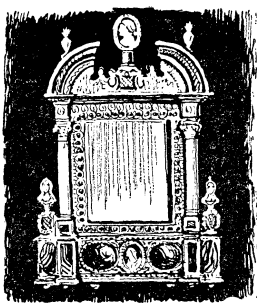
Муранские беглецы выдали все свои секреты французским мастерам.

Через несколько лет в глубине дремучих лесов Нормандии открылся французский завод зеркального стекла...

Мода на зеркала держалась. Уже не только знать и дворяне, но купцы и богатые ремесленники тоже хотели иметь у себя дома зеркала. Зеркалами стали украшать кровати, столы, стулья, шкафы.



Металлическое
зеркало из египетской гробницы.



Венецианское зеркало.

Даже в бальные платья вшивали маленькие кусочки зеркал. Танцующих освещали свечами, и весь зал наполнялся множеством световых зайчиков. Они бегали по потолку, прыгали по стенам, мелькали на лицах гостей. Это было красивое зрелище.

С каждым годом зеркал изготовлялось всё больше и больше, но качество их оставалось невысоким: стеклянный лист получался неровным, лицо в зеркале отражалось неправильно, казалось перекошенным.

К тому же зеркала были очень маленькие: больших стеклянных листов не могли изготовлять даже лучшие мастера.

Чтобы увидеть свое изображение во весь рост, нужно было отойти от зеркала шагов на двадцать-тридцать.

Вся придворная знать, во главе с королем, требовала больших гладких зеркал.

СТО ЧАСОВ

Способ выделки больших зеркал открыли французы. Они смастерили длинные и широкие железные столы с бортиками, как у бильярда. На такой стол выливали расплавленное стекло и начинали раскатывать его чугунным валом, наподобие того, как хозяйка, приготовляя пирог, раскатывает тесто скалкой.

Получался большой лист зеркального стекла.

Всё же лист не был вполне гладким. Стоило провести по нему рукой, и сразу чувствовалось, что стекло неровное, имеет бугры и впадины.

Такое стекло для зеркала не годится. Как же сгладить стекло, довести его до блеска?

Еще древние египтяне умели сглаживать стенки своих стеклянных ваз. Для этого они долго и сильно терли стекло песком. Песчинки выравнивали стекло, сдирали с него маленькие, еле заметные глазу бугорки.

Таким же точно способом стали теперь шлифовать стекла для зеркал.

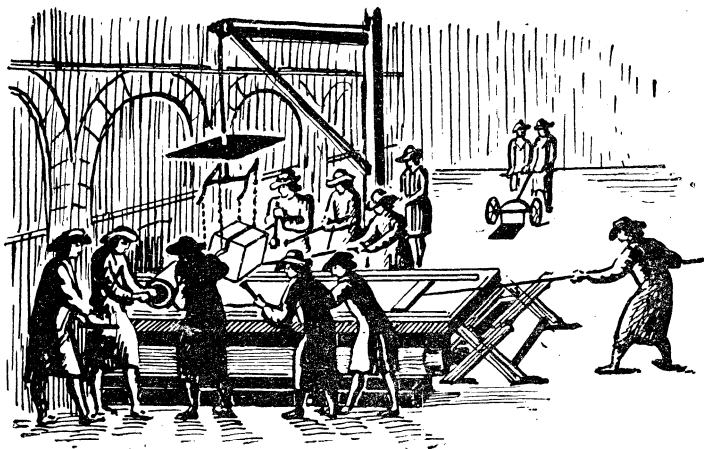
Это была кропотливая и тяжелая работа. На один стеклянный лист клали плашмя другой, между ними насыпали песок и затем начинали равномерно водить верхним листом по ниж-

нему. Очень однообразная, утомительная, а главное — долгая работа.

Чтобы хорошенько отшлифовать стеклянный лист даже для небольшого зеркала, два человека должны были поработать часов тридцать.

Но на этом дело не кончалось: после шлифовки стекло, правда, становилось гладким и одинаковой толщины, но появлялся новый порок: оно делалось матовым, непрозрачным.

Откуда появилась эта матовость? Это след песчинок, кото-



Так делали большие зеркала в старину.

рые терлись о стекло, бесчисленное количество микроскопических царапин и зазубрин.

Конечно, такое непрозрачное стекло для зеркала не годится. Надо еще раз оглаживать стекло: надо его полировать.

Полируют стекло особым мельчайшим порошком — наждаком. Рабочий водит по стеклу маленькой дощечкой, обитой войлоком — полисуаром. Сколько раз надо провести полисуаром по стеклу? Сто раз, тысячу, десять тысяч? Нет, гораздо больше, — наверное, сотни тысяч раз.

Полировка требует еще больше времени, чем шлифовка: до семидесяти часов.

Тридцать да семьдесят, всего сто часов для того, чтобы сделать гладким стекло для одного зеркала!

Понятно, что зеркала в то время стоили дорого.

На те деньги, которые стоило тогда небольшое зеркало, могла прожить полгода целая семья среднего достатка.

В наше время для полировки и шлифовки стекла имеются специальные машины.

На огромный круглый стол наливают тонкий слой гипса, а на него укладывают подъемным краном листы стекла. Если бы кран зажимал листы наподобие клещей или щипцов, то стекло, конечно, не выдержало бы давления и треснуло бы. Но кран подхватывает стекло совсем иным, гораздо более деликатным способом: резиновыми присосками. Тяжелый стеклянный лист точно прилипает к присоскам, он пронесется по воздуху и мягко ложится на стол. Тогда только присоски его отпускают.

Стол со стеклянными листами откатывают под вертящиеся диски шлифовального станка. Они начинают быстро вращаться. Через полчаса стекло уже отшлифовано.

Затем стол подкатывают под полировальные диски, подбитые войлоком; они придают стеклу нужный блеск.

На всё это уходит не семьдесят часов, как при ручной работе, а всего пятьдесят-шестьдесят минут.

После того, как научились изготавливать большие зеркала и полировать их хотя бы вручную, зеркала стали гораздо лучше, и их стали покупать нарасхват. Появилась мода украшать зеркалами целые комнаты: не только стены, но даже потолки. Такие комнаты поражали гостей, вызывали восхищение. Но жить в зеркальной комнате, конечно, нельзя: всюду, куда ни посмотришь, бесконечная перспектива комнат, тысячи отражений. Сперва это кажется забавным, а потом становится неприятно и страшно. Хочется поскорее уйти в обыкновенную комнату.

Недаром испанская инквизиция придумала особую, зеркальную пытку. Человека сажали на несколько дней в зеркальную комнату-коробку, где, кроме него и лампы, не было ничего. День и ночь на него смотрели бесчисленные отражения, как бы его близнецы. Они были наверху, справа, слева, внизу. Они повторяли каждое его движение, точно издевались над пленником.

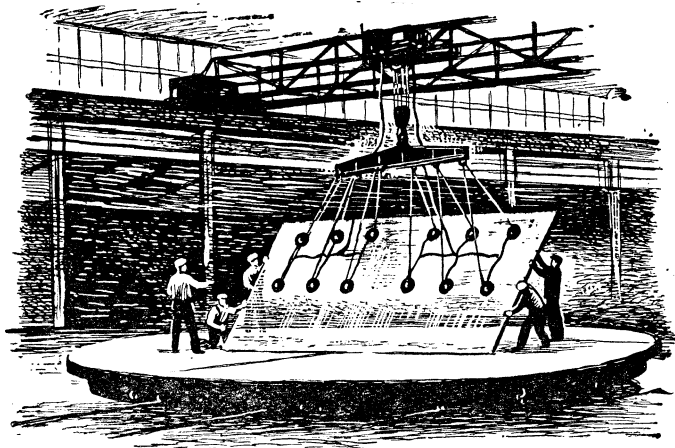
Чаще всего человек не выносил пытки зеркалами и сходил с ума.

От зеркальных потолков и стен во дворцах скоро отказались. Но зеркала остались всё же лучшим украшением дворцов. В рамах из серебра, бронзы, фарфора их вешали целыми рядами на стены.

Большой парадный зал Екатерининского дворца в городе Пушкине был также украшен зеркалами; они в три ряда опоясывали стены. Во время больших приемов зал освещался сотнями свечей. Их свет без конца отражался зеркалами и гладким паркетом. Люди как бы купались в море света.

Этот замечательный дворец разрушен гитлеровскими захватчиками во время оккупации города Пушкина.

После изобретения машинной полировки и ряда других усовершенствований зеркала подешевели. Наконец-то они стали



Стекланный лист подхватывают резиновыми присосками.

доступны не только королям и богачам-миллионерам, но и обыкновенным людям.

Листы зеркального стекла стали цениться не только как материал для зеркал, но и сами по себе: ведь это стекло гораздо прозрачнее, чище, «благороднее», чем обыкновенное стекло.

Такие стекла стали вставлять в витрины магазинов. Вокзалы, здания музеев, купе вагонов, каюты кораблей, окна автомобилей тоже стали застеклять зеркальными стеклами.

Зеркальное стекло стало как бы высшим сортом оконного стекла.

Улучшение качества зеркал шло не только по линии получения гладкой, хорошо отражающей поверхности.

Зеркала, покрытые амальгамой, давали бледное отражение. При изготовлении их приходилось иметь дело с ядовитыми ве-

ществами. Бывали случаи, когда рабочие отравлялись насмерть ртутными парами.

Лет восемьдесят назад от амальгамы отказались. Вместо этого стали наносить на стеклянный лист тончайший слой серебра. Чтобы нежная серебряная пленка не повредилась, ее сверху покрывают слоем краски.

Такие зеркала дают очень яркое изображение.

И в наши дни, как в старину, устраивают стеклянные комнаты и залы. Эти залы позволяют любому посетителю, не сходя с места, совершить как бы кругосветное путешествие.

Вот, например, как устроен стеклянный дворец иллюзий в Париже: стены зала состоят из больших зеркал, обрамленных разнообразными колоннами, украшениями, статуями. Благодаря перекрестному отражению зрителю кажется, что он стоит в центре множества одинаковых зал, расходящихся во все стороны. Но этого мало: во всех углах установлены вращающиеся барабаны-колонны; стоит только их повернуть, и весь вид сразу, точно по мановению волшебной палочки, совершенно изменится.

Зрителю кажется теперь, что он попал в индусский храм. Снова поворот барабана — и он теперь уже посреди беспредельного дремучего леса. Еще и еще преобразается комната-калейдоскоп, и зритель переносится всё в новые и новые места...

Можно теперь приготовить такое стекло, которое если посмотреть на него с одной стороны, окажется зеркалом, а если посмотреть с другой стороны, — это обыкновенное прозрачное стекло, через которое всё видно.

Из автомобиля с такими стеклами вы можете разглядывать всё вокруг. А вас никто не видит: любой прохожий, взглянувший в окно автомобиля, увидит не вас, а свое собственное отражение.

Такие стекла очень удобны для подглядывания: ты видишь, а тебя не видят. С этой целью их и вставляют за границей в двери, ведущие из класса в коридор. Надзиратель тихонько подходит к двери и смотрит, что делают ученики. А они его не видят.

Делают сейчас и цветные зеркала: золотистые, голубые, желтые, цвета розы, незабудки и других оттенков. Такими зеркалами была облицована стена одного из зданий на Всемирной выставке в Нью-Йорке.

Можно, наконец, делать и такие зеркала, которые показывают лицо человека красивее, чем оно есть на самом деле. Секрет здесь очень простой: стекло зеркала имеет неуловимо слабый розовый оттенок. Изображение получается такое же ясное,

как в обычном зеркале, но мелкие недостатки кожи скрадываются. Лицо кажется в этом зеркале необыкновенно свежим и молодым.

Такими зеркалами бойко торгуют стекольные магазины за границей.

ВОГНУТОЕ ЗЕРКАЛО

Лет семьдесят назад одному врачу пришла в голову мысль: нельзя ли через пищевод заглянуть человеку в желудок?

Это была дерзкая мысль. Ведь путь глотка — пищевод — желудок не прямой, он имеет изгиб. А световой луч, как известно, прямой.

Тут-то, однако, и может пригодиться зеркало: оно отражает лучи, меняет его направление, если луч падает на зеркало под углом.

Когда мальчик, сидя у окна, забавляется тем, что ловит солнечного «зайчика» и пускает его соседям в глаза, он пользуется как раз этим свойством зеркала.

Если зеркалами можно перебрасывать свет — подобно тому, как перекидывают мяч из рук в руки, — то, значит, зеркалами можно перебросить и изображение, например, глядеть вперед, а видеть то, что делается сзади или за углом.

И, значит, через пищевод заглянуть в желудок всё-таки возможно.

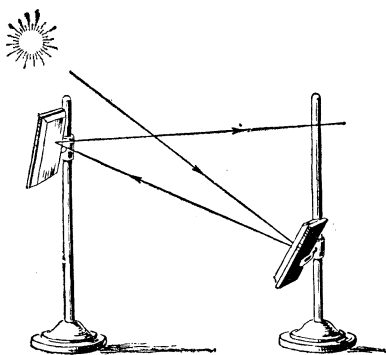
Подвергнуться такому опыту согласился цирковой фокусник-шпагоглотатель.

Врач ввел ему в пищевод длинную узкую трубку с зеркалами, а к наружному ее концу приставил лампочку.

И вот он действительно увидел внутренность желудка. Увидел, правда, плохо, потому что свет лампочки был слабый. Но всё же кое-что можно было разобрать.

Так был изобретен перископ для осматривания желудка — гастроскоп.

Впоследствии его усовершенствовали: проложили вну-



Зеркалами можно перебрасывать свет.



Военный перископ—это длинная труба, в которую наверху и внизу вставлены наклонно зеркала.

три трубки провод и привинтили к его концу крошечную электрическую лампочку. Теперь, когда лампочка горит в самом желудке, всё видно очень отчетливо.

Маленькая, но сильная лампочка хорошо освещает внутренность желудка, и опытный глаз врача быстро находит язву или опухоль.

К такому медицинскому перископу можно присоединить фотографический аппарат и получить снимок внутренности желудка.

Главное применение перископ нашел, однако, не в медицине, а в военном деле.

Военный перископ — просто длинная труба, в которую наверху и внизу вставлены наклонно небольшие зеркала.

Изображение, пойманное верхним зеркальцем, перебрасывается на нижнее, — здесь его можно рассмотреть.

Через перископ можно следить за неприятелем, не высываясь из окопа, оставаясь для неприятеля незримым.

Так два самых обыкновенных зеркала, вставленных в трубу, становятся важным оптическим прибором.

Правда, у зеркала имеется соперник — призма, трехгранный кусочек стекла.

Призма тоже заставляет лучи изменять направление, но не отражая, а преломляя их.

Лучшие перископы — например, перископы подводных лодок — призматические. Зато зеркальные перископы сделать гораздо легче.

Но еще важнее для оптики не обычное плоское зеркало, а вогнутое: оно направляет лучи узким ровным пучком либо заставляет их сойтись, скреститься в одной точке на некотором расстоянии от зеркала.

Древняя легенда рассказывает, будто знаменитый греческий ученый Архимед сжег с помощью солнечных лучей, отраженных от вогнутого зеркала, римский флот, напавший на город Сиракузы. Эта легенда, конечно, неправдоподобна. Чтобы собрать так много солнечного тепла и переслать его на такое большое расстояние, нужно было громадное вогнутое зеркало. Таких зеркал не умели делать в древней Греции. Грек Антемий, живший через 700 лет после Архимеда, попытался доказать, что корабли можно было зажечь системой из 24 плоских зеркал. Такая система плоских зеркал должна работать, как одно огромное вогнутое зеркало.

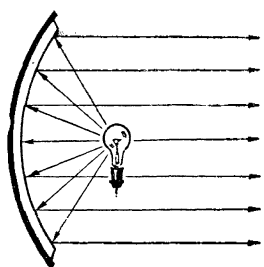
Направляя солнечные «зайчики» от всех зеркал в одну точку, по мнению Антемия, можно было бы получить температуру, достаточную для того, чтобы могло загореться сухое просмоленное дерево и канаты. Такое объяснение кажется довольно правдоподобным, если считать, что расстояние между зеркалами и кораблями было не больше 30—50 метров. На большем расстоянии, при том уровне техники, какой был во времена Архимеда, вряд ли было возможно зажечь с помощью зеркал дерево.

Задача использования солнечной энергии, превращения ее



Деревянный корабль вспыхнул.

в тепловую, механическую и электрическую интересует ученых и инженеров и в наше время. Эта задача вполне разрешима теперь. Не представляет труда изготовить вогнутые зеркала с большой точностью и собрать лучи в небольшое пятно или полосу, в зависимости от желания конструктора. Не трудно собрать солнечные лучи на котел с водой и заставить закипеть воду, а паром приводить в движение машины. Весь вопрос только в том, насколько стоимость энергии, получаемой от солнечных котлов, может конкурировать со стоимостью энергии, которую дают гидростанции или котельные, работающие на топливе. Поэтому использовать «солнечные котлы и моторы» наиболее выгодно в южных странах, где солнца много, а другого топлива мало, где большие пространства земли лишены достаточно мощных рек. У нас в Союзе, например, лучше всего прибегать к использованию солнечной энергии в Средней Азии и Армении. Однако вогнутые стеклянные зеркала больших раз-



Ход лучей в вогнутом зеркале.

меров стоят еще слишком дорого, и применять их в «солнечных котлах» невыгодно. Почти тех же результатов можно достичь, если поверхность большого вогнутого зеркала составлять из отдельных кусков плоских зеркал. Такое зеркало будет очень хорошо собирать солнечные лучи и развивать высокие температуры. Солнечные котлы и печи со стеклянными вогнутыми и плоскими зеркалами строятся и работают у нас в Советском Союзе и в других странах.

В наше время, однако, вогнутые зеркала чаще используются не для нагревания, а для освещения.

В карманном электрическом фонарике заключена крошечная лампочка всего в несколько свечей. Если бы она посылала свои лучи во все стороны, то от такого фонарика было бы мало пользы: его свет не проникал бы дальше одного-двух метров.

Но за лампочкой поставлено маленькое вогнутое зеркальце. И вот, луч света прорезывает темноту на десять метров вперед.

Так же устроены и автомобильные фары и прожекторы.

В прожекторе светит мощная дуговая лампа. Но если бы вынули из прожектора вогнутое зеркало, то свет лампы бесцельно разошелся бы во все стороны, она светила бы не на семьдесят километров, а всего на один-два. . .

В железнодорожном светофоре, в корабельном фонаре, прикрепленном к верхушке мачты, в фонаре маяка — всюду мы найдем стекло, собирающее свет в узкий пучок.

Было бы, однако, неверно утверждать, что этим собирающим стеклом всегда служит вогнутое зеркало. Как у плоского зеркала имеется соперник — призма, так и у вогнутого зеркала тоже есть свой соперник — линза.

Доктор Клаубони, спутник отважного капитана Гаттераса из романа Жюль Верна, был изобретательным человеком.

Их арктическая экспедиция однажды очутилась в трудном положении: без спичек при сорокавосемиградусном морозе. Что было делать? Если бы у кого-либо из экспедиции было с собой вогнутое зеркало, тогда можно было бы им заменить спички. Но вогнутого зеркала ни у кого не нашлось. Доктор Клаубони всё же не растерялся: он вырубил топором кусок прозрачного льда, обтесал его в форме чечевицы и отполировал своими руками. Получилась ледяная линза. Ледяной линзой

поймали солнечные лучи и направили их сходящимся пучком на трут. И трут вскоре вспыхнул веселым огоньком.

Этот рассказ всё же внушает сомнения.

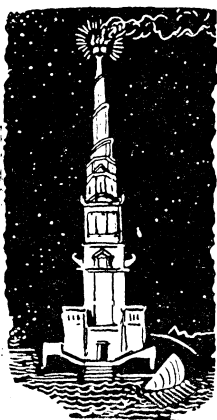
Трудно представить, как мог доктор Клаубони топором, да еще на морозе в сорок восемь градусов, сделать большую ледяную линзу правильной формы. А если бы она вышла не совсем гладкой или не вполне правильной формы, то она не могла бы собрать в точку все падающие на нее лучи, и трут не вспыхнул бы.

Ледяная линза не очень-то пригодна для собирания лучей.

Гораздо удобнее стеклянная линза — собирательное, или, как его иногда называют, зажигательное стекло.

Вот это-то стекло и может выполнить то же дело, что и вогнутое зеркало. В одних случаях удобнее пользоваться вогнутым зеркалом, в других — линзой, а иногда — тем и другим.

Мы говорили, например, что в карманном фонаре помещают за лампочкой вогнутое зеркальце. Но этого мало: в фонаре имеется еще и маленькая линза — перед лампочкой. Зеркальце и линза помогают друг другу собрать весь свет, какой дает лампочка. Особенно сложно устроен фонарь маяка.



Александрийский маяк. Самый мощный маяк древности.

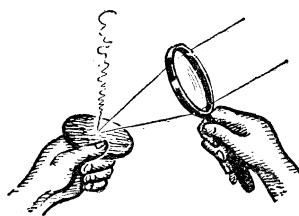
В древности самым мощным маяком был Александрийский маяк, огромная башня в сто семьдесят метров, то есть выше высотного здания в сорок этажей.

Этот маяк считался одним из «чудес света». На его верхушке горел огромный костер, служивший как бы путеводной звездой морякам.

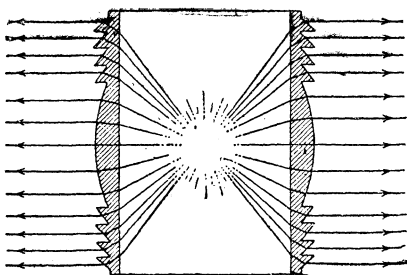
Мы не знаем, как далеко проникал луч этого маяка. Но очень далеко он, конечно, проникать не мог, так как даже большой костер дает не так уж много света. К тому же свет его расходился во все стороны и должен был быстро терять свою силу.

Тысячи лет пытались люди различными способами усилить свет маяка. Вместо дров жгли уголь, ставили масляные лампы со многими фитилями, приделывали к ним трубы, чтобы они горели ярче.

Но всё это мало помогало.



Зажигательное стекло.



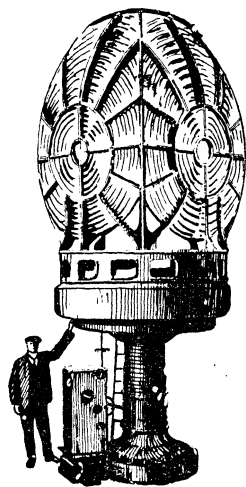
Ход лучей в линзе Френеля.

Маячные огни оставались всё еще недостаточно яркими и были видны не более чем на 10—15 километров. Корабли, сбившиеся с пути или попавшие в шторм, могли, не увидев огонь маяка, пройти мимо спокойной, удобной бухты и потерпеть крушение.

Спасителем кораблей оказалось вогнутое, сначала металлическое, а позже стек-

лянное зеркало, которое стали устанавливать позади маячной лампы. Вогнутое зеркало отбрасывало все лучи в одном направлении, и благодаря этому свет маяка значительно усиливался.

Однако и это усиление было еще недостаточным. В 1820 году крупнейшим французским физиком Френелем были предложены особые ступенчатые линзы, которые состоят как бы из ряда отдельных преломляющих призм. Теперь линзы Френеля используются не только во всех маяках, но и во всевозможных сигнальных фонарях: прожекторах, семафорах, светофорах. Часто линзы Френеля делают в виде ступенчатых бочонков из стекла, внутрь которых помещают лампы. В дальнейшем линзы Френеля для маяков были им же еще усовершенствованы. Он предложил против источника света устанавливать ступенчатые преломляющие линзы, а в верхней и нижней частях фонаря — призмы полного внутреннего отражения. Такое устройство маячного фонаря позволило получать очень яркий сноп света. Сила света современных маяков достигает шестидесяти миллионов свечей. Фонари современных маяков делают из нескольких огромных преломляюще-отражающих линз Френеля, диаметром до трех метров каждая. Маяки строят на высоких берегах или скалах, и свет их в ясную погоду виден за много десятков километров. Расстояние, на которое виден огонь маяка, определяется теперь не его яркостью, а тем, что земля — шар, и при удалении на 50 километров даже маяк,



Современный авиамаяк.

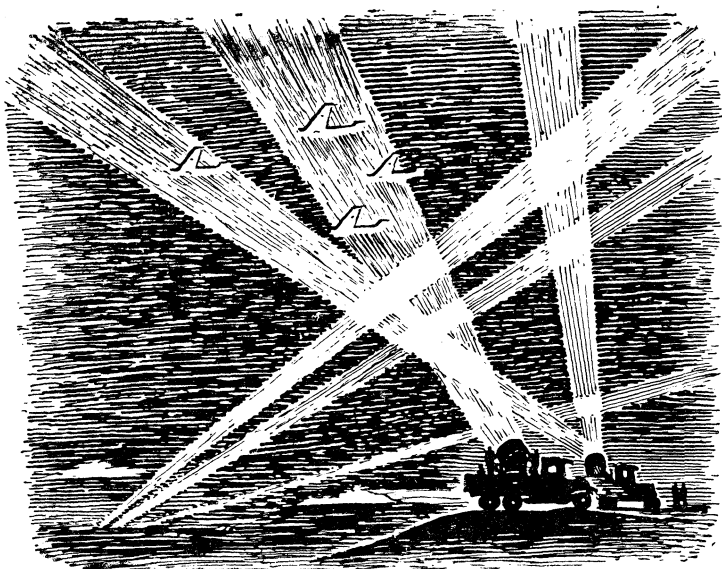
огонь которого находится на высоте 100 метров над уровнем моря, скроется за горизонтом.

Маяки нужны не только морским кораблям, но и воздушным. Сейчас на каждом аэродроме есть авиамаяк. Свет авиамаяков направляют не горизонтально, как в морских маяках, а под некоторым углом вверх. Свет этих маяков виден с самолета очень далеко. Ведь самолеты летят на очень большой высоте, и поэтому свет маяка не скрывается горизонтом.

Солнечный мотор, рефлектор синей лампы, карманный электрический фонарик, прожектор, маяк — для всего этого нужно вогнутое зеркало. А ведь мы перечислили далеко не всё. Мы не упомянули, например, о зеркале телескопа.

Но мы уже и так незаметно для себя вошли в область оптики. И прежде чем продолжать наш рассказ, мы должны сказать о том особом стекле, из которого делают оптические приборы.





Глава восьмая

ОПТИЧЕСКОЕ СТЕКЛО

ИНТЕРЕСНАЯ ИСТОРИЯ

Это было в начале лета 1926 года. Незаметно кончалась июньская белая ночь. Огромный город еще спал, и только на заводах и фабриках работали ночные смены, да разносились далеко гудки паровозов с железной дороги...

В пустой кабинет технического руководителя одного из ленинградских заводов вошел высокий человек с утомленным и в то же время радостно взволнованным лицом. В руках он бережно держал большую, тяжелую, кристально-чистую глыбу стекла, еще сохранившую тепло печи. Положив свою ношу на стол, человек долго, задумчиво смотрел на нее. Потом, коснувшись рукою сверкающей грани, тихо сказал: «Наше...» На глазах его блеснули слезы. Необычная картина — взрослый, серьезный мужчина плачет над куском стекла.

Но на столе лежало не простое стекло, и Николай Николаевич Качалов, известный советский ученый, член-корреспондент

Академии наук СССР, любит вспоминать этот эпизод из своей жизни, когда рассказывает студентам историю оптического стекла.

А история, действительно, очень интересная.

Мы знаем, что к началу нашего века стекло уже прочно вошло в жизнь людей. Тысячи заводов в различных странах мира с помощью сложных машин изготавливали огромное количество оконного и бутылочного стекла. Мастера-стеклодувы вырабатывали прекрасные художественные изделия. Приемы и рецепты венецианских мастеров давно уже перестали быть тайной. И всё-таки имелось еще такое стекло, секрет изготовления которого знали только несколько человек на всей земле. Это было оптическое стекло.

Из предыдущей главы вы узнали о некоторых приборах, которые изобрел человек, открыв свойство стекла управлять светом. Но это было только началом. И чем дальше, тем больше создавалось приборов, в основу работы которых положены различные законы оптики. Когда вы, например, смотрите увлекательный кинофильм, вы вряд ли задумываетесь над тем, какую роль тут играет маленький кусочек стекла. А ведь без него не существовало бы ни кино, ни фотографии, не было бы таких наук, как астрономия и микробиология. Оптические приборы открыли глазам людей неведомые миры; далекое стало близким, маленькое — большим.

Исключительно важное значение имеет оптика для армии. На войне, где успех боев часто зависит от того, насколько точно и далеко мы видим противника, очень трудно обходиться без специальных оптических приборов. Армия, которой не хватает прицелов и дальномеров, подзорных труб и биноклей, перископов и аэрофотоаппаратов, — это почти слепая армия.

И тем не менее, в начале первой мировой войны только три завода в мире изготавливали оптическое стекло: завод Парра-Мантуа во Франции, завод братьев Ченс в Англии и завод Шотта в Германии. Германское правительство, предвидя значение, которое будет иметь оптика во время войны, выделило фирме Шотт средства для развития производства.

А Россия в это время совсем не имела собственного оптического стекла, хотя еще Михайло Васильевич Ломоносов заложил научные основы химии и технологии производства однородного оптического стекла, варил такие стекла в своей лаборатории и использовал их для изготовления оптических приборов, нужных ему для исследований. Однако работы М. В. Ломоносова не получили распространения и после его смерти были совершенно забыты. Недальновидные русские правители не понимали, как много значит для страны оптическая промыш-

ленность. Кроме того, они не верили в умение и способности своего народа. Большинство стекольных заводов в России находилось в руках иностранцев, главным образом немцев. Среди них было много авантюристов, не имевших ни образования, ни умения руководить производством. Эти люди не были заинтересованы в развитии русской стекольной промышленности, их целью было одно — нажива. Нужно ли удивляться, что при таких условиях никто в России не умел изготавливать оптическое стекло. А владельцы трех иностранных заводов никому не выдавали секрета его производства. Все попытки других стеклоделов сварить стекло, годное для оптических приборов, кончались неудачей.

В чем же тайна варки оптического стекла, почему владели ею всего несколько человек в мире? Чтобы ответить на этот вопрос, нам придется начать издалека.

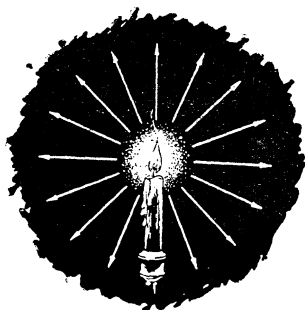
СВЕТ И СТЕКЛО

Световые волны часто сравнивают с морскими волнами. Но, по правде сказать, это сравнение подчеркивает скорее различие, чем сходство. Начать хотя бы с величины: световые волны настолько же меньше — короче — морских, насколько микроб меньше человека.

Морская волна пройдет за час несколько десятков, самое большее — сотен километров. А световая волна проходит триста тысяч километров — не за час, а за одну секунду. Морские волны идут в какую-нибудь одну сторону. А световые волны распространяются во все стороны. И наконец, морские волны, встретив на своем пути какое-либо препятствие, например камень, не могут пройти сквозь него: они либо отхлынут, либо обойдут камень. А световая волна может пройти сквозь препятствие, например сквозь стекло.

На этом и основана вся оптика: поставить на пути световой волны такое препятствие, которое заставило бы ее изменить свой путь.

Ставят, например, зеркало: волна откатится, отразится от зеркала и пойдет уже в новом направлении.



Световые волны распространяются во все стороны.

Или ставят такое стекло, которое, скажем, с левого конца тоньше, чем с правого. Через стекло свету пройти труднее, чем через воздух, — он тратит на это в полтора раза больше времени. Левый край волны, которому надо пройти меньший путь в стекле, обгонит ее правый край, и вся волна повернет направо, пойдет уже не так, как шла прежде.

Или ставят на пути волны такое стекло, которое толще всего в своей средней части. Тогда оба края волны уйдут вперед, а ее середина останется, — волна, пройдя стекло, начнет суживаться, сходиться.

Так, подставляя кусочки стекла различной формы, человек управляет световыми волнами. И световые волны — такие маленькие, что в сантиметре их умещается десятки тысяч, такие быстрые, что путь от Солнца до Земли они проходят за восемь минут. Световые волны слушаются человека, идут, куда приказано!

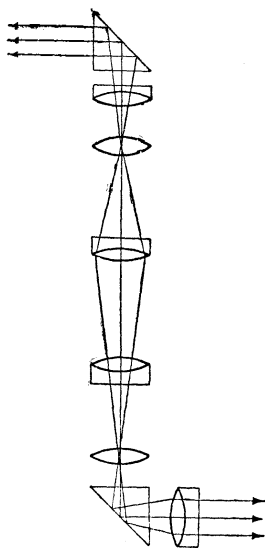
Но они слушаются только тогда, когда стеклу придана нужная форма совершенно точно и на нем нет никаких выступов или ям.

А что такое выступы и ямы? Мамонту булыжная мостовая показалась бы, наверное, совсем гладкой. А микробу оконное стекло показалось бы гористым, пересеченным оврагами и пропастями.

Когда мы говорим о световых волнах, мы должны считаться не с мамонтом, а с микробом. Для световых волн крохотный, не ощущаемый нами выступ на стекле — то же самое, что для морских волн — высокий утес.

Мы уже говорили о том, как шлифуют и полируют обыкновенные зеркала. Но оптические зеркала и линзы полируют несравненно тщательнее. Это действительно необычайная работа: отполировать стекло так, чтобы даже микробу оно показалось гладким! Недаром этой работой увлекались такие люди, как великий философ Спиноза, Ньютон и другие знаменитые ученые.

Но мало сделать стекло гладким снаружи, надо сделать его еще «гладким» и внутри.



Ход лучей в перископе подводной лодки.

Что это значит? Конечно, в самой толще стекла никаких выступов и ям нет. Но зато там могут быть места, которые окажутся для световой волны большим препятствием, чем соседние части стекла. Достаточно ничтожного различия в составе стекла, чтобы световая волна уже отклонилась от указанного ей пути, пошла совсем не туда, куда нужно.

САМОЕ ЧИСТОЕ СТЕКЛО

Смотрели ли вы когда-нибудь сквозь осколок бутылочного стекла? Люди кажутся сквозь него кривобокими, с перекошенными лицами, пузатыми, как самовары, или длинными, как башня.

Это потому, что такое стекло не однородно. Оно сварено из десятка веществ, и в одну каплю его попало больше одного вещества, а в другую — другого. Каждой своей точкой стекло фальшивит: любой миллиметр отклоняет луч по-своему.

Возьмем кусок оконного или бутылочного стекла и внимательно на него посмотрим, поставив его против света. Что мы заметим? Прежде всего мы заметим мельчайшие пузырьки. Когда стекло варилось, оно бурлило и кипело, оно выделяло газы. При остывании не все газы успели покинуть стекло, часть их оказалась как бы замурованной в стеклянной толще, осталась здесь навек в виде мельчайших пузырьков.

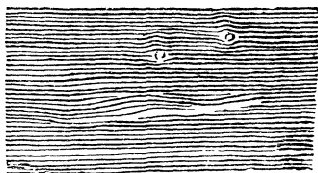
Мы увидим еще в стекле как бы прозрачные нити и полоски — это так называемые свили, которые состоят из стекла, незначительно отличающегося по своему составу от всей остальной массы стекла. Они особенно хорошо заметны, если рассматривать стекло на бумаге, покрытой мелкими линиями.

Мы можем еще иногда увидеть в стекле крохотные сероватые камешки. Это или крупинки песка, не успевшие полностью расплавиться во время варки, или комочки огнеупорной глины, проникшей в стекло при разъедании стенок горшка или упавшей в него случайно со сводов печи.

Вот сколько пороков можно увидеть в обыкновенном стекле, если на него внимательно посмотреть.

Все эти пузырьки, камешки, нити изменяют ход лучей и искажают изображение. Конечно, зеркальное стекло несравненно лучше бутылочного. Зеркальное стекло, вставленное в витрину магазина, почти невидимо. Оно кажется совсем чистым, про-

зрачным, однородным. Трудно поверить, что оно всё же искажает ход лучей. А между тем это так: любой кусочек этого стекла немного отличается от соседних. Правда, таких грубых недостатков, как в бутылочных стеклах, в зеркальном стекле нет. Но если посмотреть на зеркальное стекло в торец, то сразу обнаружится, что оно далеко не так одно-



В стекле заключены пузырьки и свили.

родно и прозрачно, как это кажется на первый взгляд. Мы увидим, что всё стекло состоит как бы из отдельных слоев, оно похоже на слоеный пирог. Оказывается, что при отливке зеркального стекла свили, которые имеются в горшке, располагаются в стекле в определенном порядке, слоями. Эта слоистость делает зеркальное стекло совершенно непригодным для изготовления деталей к оптическим приборам.

Если бы линзы микроскопа были сделаны из зеркального стекла, в такой микроскоп не стоило бы смотреть: вместо четкого и точного изображения мы увидели бы бесформенное, тусклое пятно. Получилось бы так, как при детской игре в «телефон»: слово передается на ухо от одного к другому, а когда оно дойдет до последнего, то оказывается неузнаваемым, — так успели его за это время перевернуть.

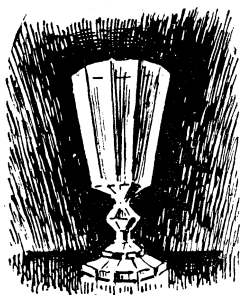
Как же сварить такое стекло, которое было бы лучше зеркального?

В природе — правда, очень редко — находили такое вещество, которое по чистоте, прозрачности, по силе, с какой оно преломляет свет, было гораздо лучше даже зеркальных стекол: это горный хрусталь. Но горный хрусталь всё же не стекло, это совершенно прозрачный и очень чистый кварц. В природе его очень мало, и на него нельзя было рассчитывать как на материал для всевозможных оптических приборов, которые к этому времени стали необходимы ученым различных областей знаний.

Много веков стеклоделы мечтали о том, чтобы сварить стекло, которое было бы таким же чистым и прозрачным, как горный хрусталь. И, наконец, триста лет назад сделали такое стекло, — тогда, когда об этом и не думали.

В то время английские стеклоделы перешли с дровяного отопления на угольное. Копоть попадала в горшки, и от этого стекло получалось темным.

Попробовали варить стекло в закрытых горшках. Чернота исчезала, но стекло не проваривалось. Тогда решили прибавить к стеклу свинец.



Бокал сверкал почти
как алмаз.

И верно, стекло сварилось прекрасно. Но уж такое это вещество — стекло, что от него всегда можно ждать неприятных сюрпризов: сварилось оно хорошо, а получилось яркожелтым. Чего-чего только не перепробовали английские стеклоделы, чтобы избавиться от этой новой беды!

Однажды они вместо соды положили в стекло поташ — порошок, который, как и сода, употребляется при стирке.

Новое стекло сварилось легко, и желтизны не было.

Когда же из него сделали бокал, то все поразились.

Бокал сверкал почти как алмаз. Легкий удар по его краю рождал певучий, серебряный звон.

По своему блеску, прозрачности и чистоте новое стекло могло соперничать с драгоценным хрусталем, а по всем остальным свойствам это было обычное стекло, которое, к тому же, хорошо вело себя в варке и легко поддавалось любой обработке: выдуванию, гранению и резьбе. Это действительно прекрасное стекло и стали называть хрустальным.

Сделано было это открытие в 1635 году.

Как вы уже знаете, хрусталь оказался настоящим кладом для художников-мастеров.

Однако еще более ценным кладом оказалось хрустальное стекло для ученых, потому что помимо своей красоты оно обладало одним важным свойством — очень сильно преломляло свет. Это стекло оказалось незаменимым для различных оптических приборов.

Стекла, содержащие свинец, стали называть «флинтами» за их прозрачность и бесцветность. Это название пришло из Англии, где флинтами назывались стекла, в которые вместо песка вводился порошок чистого кварца — кремния (по-английски кремьень — флинт) и которые благодаря этому были прозрачнее и чище обычных стекол.

Впоследствии удалось сварить стекло такого же высокого качества, как флинт, но не содержащее свинца и обладающее другими важными свойствами. Этот сорт стекла называли кроном. Из этих-то чистых и прозрачных стекол, флинта и крона, и стали делать линзы и призмы для оптических приборов. Но даже самые лучшие стекла были всё еще недостаточно хороши: неоднородность, пузырьки и свили в стекле оставались.

Если бы можно было от них избавиться, то все оптические приборы сразу стали бы во много раз лучше. Но как это сделать?

Многие ученые и инженеры задумывались над этим, но ничего придумать не могли. Пузыри в стекле так же неизбежны, как оспины на лице человека, перенесшего оспу, — считали опытные стеклоделы.

И вот, к величайшему удивлению, они узнали, что какой-то французский часовщик, по фамилии Гинан, ухитряется делать чудесные линзы — почти без пузырьков и свилей.

И не маленькие, как раньше, а величиной с десертную тарелку, причем варил он стекло в больших горшках, вмещающих 500 килограммов расплава.

Гинан стал знаменитостью. Он разбогател, основал собственную фирму и, единственный в мире, стал изготавливать оптическое стекло. Боясь потерять богатство и достигнутый с таким трудом успех, он никому не открывал секрета производства этого стекла. Если людям нужны были оптические приборы, они получали стекло у Гинана. Пусть его было мало и стоило оно дорого, зато владелец завода всё больше богател.

Перед смертью Гинан завещал свой секрет сыновьям. Но вместе с изобретателем умерли и его творческие способности.

В руках у наследников остались только застывшие неизменные рецепты нескольких сортов стекла. Богатство пяти поколений зиждилось на них, и на них стали смотреть почти как на священную заповедь. Конечно, за сто лет наследники Гинана несколько дополнили эти рецепты, но никогда не смели резко отходить от них. Да в этом и не было надобности: соперников не было.

Правда, появился еще один завод в Англии, но он был основан компаньоном сына Гинана, убежавшим от французской революции, и работал по тем же рецептам.

Соперники появились только в конце XIX века. Выдающийся немецкий физик Аббе разработал новые требования к оптическим стеклам; он определил, какие именно нужны стекла для различных оптических приборов.

Аббе работал совместно с химиком Шоттом, который успешно разрешил задачи, поставленные перед ним Аббе. Он разработал большое количество составов оптических стекол и научился произвольно менять их свойства, а также усовершенствовал качество самого стекла. В 1881 году Шоттом был создан завод оптического стекла в Иене, который впоследствии стал известен всему миру.

Научно обоснованная совместная работа Аббе и Шотта дала блестящие результаты, и оптические приборы были обеспечены необходимыми сортами стекла. Но конкуренция оставалась, и методы и открытия Аббе — Шотта были так же засекречены, как раньше были засекречены рецепты и способы варки стекла потомками Гинана.

Всем странам нужны были оптические приборы — фотоаппараты, бинокли, подзорные трубы, микроскопы и телескопы. А делать их умели всего-навсего три завода на земле: один — во Франции, один — в Германии, один — в Англии.

ВНЕШТАТНЫЙ ЛАБОРАНТ

На одной из окраин Петербурга, возле Невы, высились мрачные кирпичные здания Императорского Фарфорового и стекольного завода. Этот завод пользовался громкой славой. В течение десятилетий он выпускал фарфоровую и хрустальную посуду, статуэтки, вазы, люстры, которые за красоту и подлинно виртуозное исполнение получали высокую оценку знатоков во всем мире.

Вполне естественно, что молодому инженеру Николаю Качалову, только что окончившему Горный институт, казалось очень интересным работать на таком заводе. И вот, с рекомендательным письмом одного влиятельного немца, он отправился к директору завода — барону Вульффу.

«Вы хотите заниматься научной работой? — удивился герр Вульф. — Но зачем это нам? Здесь на заводе мы прекрасно обходимся без науки».

Однако рекомендательное письмо возымело свое действие, и Качалов был принят на должность внештатного лаборанта.

Как и говорил директор, в стекольном цехе, или, как тогда называли, «стеклянном шатре», никто и не помышлял о каких-либо исследованиях. Процесс варки стекла не совершенствовался, технологические приемы повторялись из года в год, сырье было привозное. Лаборатория представляла собою тесное полуподвальное помещение, в котором фактически никто не работал.

Как же мог завод при таких руководителях и таком отношении к науке выпускать прекрасную продукцию? Славу завода создали и поддерживали потомственные рабочие, владевшие тайнами утонченного мастерства. Они сами, без помощи и

руководства безграмотных начальников, знали, что и как нужно делать.

В таких условиях приступил к работе Николай Качалов, а три года спустя началась первая мировая война, развязанная немецкими милитаристами.

Уже через несколько месяцев после начала войны русская армия стала остро испытывать недостаток в одном из важнейших видов вооружения — оптическом вооружении. Небольшие запасы оптических военных приборов, имевшихся в России и собранных из иностранных материалов, были уничтожены в первых боях. Отечественные оружейные заводы могли бы изготавливать необходимые приборы, но у них не было оптического стекла. А иностранные фирмы союзных России государств, не имея излишков, отказались снабжать стеклом нашу промышленность. Русская армия оказалась в исключительно тяжелом положении.

Тогда только спохватились царские министры, и на все стекольные заводы было послано правительственное распоряжение срочно разработать технологию производства оптического стекла. Задача была поставлена очень тяжелая, — никто не знал, как варить такое стекло, не было никаких указаний, никакой литературы. Да и уровень техники на заводах был очень низким.

Однако многие русские специалисты охотно взялись за новое дело. Особенно горячо принялся за него фарфоровый и стекольный завод в Петрограде, на котором уже не было немцев, а техническим руководителем завода работал бывший внештатный лаборант Николай Николаевич Качалов. К решению поставленной задачи он привлек лучшие научные силы страны. На заводе появился специальный отдел оптического стекла, заведовать которым пригласили молодого химика — Илью Васильевича Гребенщикова. Приступили к большой серии работ по изучению влияния состава на оптические свойства стекла. Начались экспериментальные варки.

Но фронт не ждал. Положение в армии становилось всё более напряженным. Начались бои под Верденом. Для того, чтобы поддержать союзников, необходимо было наступление России на Восточном фронте. И тогда русские ученые пришли к заключению, что изготовить отечественное оптическое стекло в те короткие сроки, которые требует война, невозможно. Пришлось обратиться к союзникам — французам и англичанам.

Союзники не спешили с помощью. На просьбу продать секрет варки оптического стекла русские представители, отправленные для этой цели за границу, получили категорический от-

каз: отказал английский министр, отказал владелец французской фирмы Парра-Мантуа. Только при вторичном посещении Англии удалось очень дорогой ценой добиться цели: английский заводчик Ченс согласился продать русским секрет варки оптического стекла, но потребовал за него 600 тысяч рублей золотом и особые права на 25 лет. Это были очень тяжелые кабальные условия, но Россия не могла воевать без оптических приборов, и ей пришлось на них согласиться. Договор был подписан.

БОЛЬШАЯ ПОБЕДА

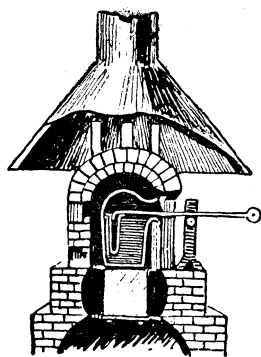
Туманным весенним утром по улицам английского города Бирмингама шла группа рабочих, по виду — иностранцев. Это были русские рабочие, приехавшие на обучение к Ченсу. На ходу они тихо переговаривались: «Вот поглядим, братцы, что там англичанин придумал», «Должно, всё машиной орудуют...», «Ясно, такое стекло просто не сваришь!», «И печи-то, верно, не как у нас, и горшки не такие». Их руководитель, Илья Васильевич Гребенщиков, сочувственно прислушивался к этим разговорам: его самого очень интересовало, что же представляет собой пресловутый английский секрет, как варят иностранцы оптическое стекло? Он ожидал увидеть на заводе Ченса совершенно новый технологический процесс, последние достижения науки в области стекловарения.

Но уже первый осмотр производства удивил и разочаровал русских мастеров: стекло варилось, что называется, «по старинке». Поражала недопустимо устаревшая конструкция стекловаренных печей, старинный тип горшков, устаревшие приемы работы. Отсутствовала самая элементарная механизация работ, и стекловары надрывались от тяжелого ручного труда в горячих цехах: нелегко было таскать из печи огромные раскаленные горшки со стеклом и простыми ковшами засыпать в пышущую жаром печь шихту. Но заводчики, думавшие только о прибыли, меньше всего заботились об условиях труда рабочих. На всем лежала печать консерватизма и равнодушия.

Как же всё-таки ухитрились англичане варить в таких условиях оптическое стекло? В чем состоял секрет Ченса, — вернее, секрет Гинана? Чтобы объяснить это, придется начать изда-дека.

В стекле свили получают оттого, что всё время, пока идет варка, расплавленное стекло соприкасается со стенками горшка и всё время разъедает, то есть растворяет их. При этом рас-

творении, конечно, получается стекло уже совсем не того состава, какой имеет вся остальная масса стекла в горшке. И вот от стенок начинают ползти свиля. Они распространяются всё дальше, к середине горшка, и постепенно портят всё стекло. Как же избавиться от этих свилей? Оказывается, в горшке во время варки надо создать непрерывный вихрь, — расплавленное стекло должно быть в нескончаемом круговороте. А для этого его надо всё время мешать изогнутым железным прутом с наконечником из огнеупорной глины.



Во время варки стекло надо непрерывно мешать.

Перемешивание стекла во время варки — вот единственный новый прием, который вывезли русские из Англии. В остальном это был набор механически связанных между собой операций, сущности которых никто не понимал, но было известно, что если их аккуратно воспроизводить, то можно получить удовлетворительное оптическое стекло. Очень скоро русские мастера овладели английским методом, и в Петрограде на Фарфоровом заводе открылся цех оптического стекла. Правда, тогда варили только два наиболее ходовых типа стекла невысокого качества, но всё-таки начало новому делу было положено.

Завод работал до Великой Октябрьской социалистической революции и первое время после ее победы. Но уже через два года, в связи с трудностями гражданской войны, завод пришлось остановить. Погасли печи, ушли на фронт рабочие. Казалось, и кончилась на этом история русского оптического стекловарения. Кто в голодном Петрограде мог позаботиться о заброшенном цехе? Кому нужно было следить за целостью его имущества, охранять оборудование?

Но такой человек нашелся. Это был Дмитрий Сергеевич Рождественский, ученый-физик, работающий в области физической оптики. Настоящий русский человек, преданный Родине и народу, Дмитрий Сергеевич прекрасно понимал, какое значение имеет оптическое стекловарение для молодой советской республики.

В 1918 году при активной поддержке и помощи со стороны советского правительства Дмитрий Сергеевич организовал Государственный оптический институт, который очень быстро стал крупным центром по теоретическому изучению разнообразных вопросов оптики. Молодой коллектив ученых института

взял шефство над оптическим цехом Фарфорового завода. Уже в 1923 году цех был восстановлен и превращен в самостоятельный завод. Техническим руководителем стал Н. Н. Качалов. Но и после этого оптический институт, директором которого был академик Рождественский, а руководителем лаборатории оптического стекла — И. В. Гребенщиков, сохранил живую связь со своим «подшефным».

Возникло самое настоящее содружество науки с производством. И на заводе с первых же дней большое внимание было обращено на научные исследования, были организованы прекрасно оборудованные лаборатории, подобраны сильные кадры научных сотрудников. Старые рабочие, разъехавшиеся в разные города Советского Союза и побывавшие на фронтах гражданской войны, возвратились на завод. Вскоре завод стал варить оптическое стекло гораздо лучше, чем раньше.

И вдруг произошло несчастье: на оптическое стекло напала «мошка». Не подумайте, что в раскаленные печи тучами налетела мошкара. «Мошкой» старые рабочие-стекловары называют мельчайшие, едва заметные невооруженным глазом пузырьки. Их бывает огромное количество, по несколько сотен штук в одном кубическом сантиметре стекла. Стекло с «мошкой» совершенно непригодно ни для каких оптических приборов, поэтому, когда на заводе пошел сплошной брак, приходилось выбрасывать всё стекло от варки к варке. Нельзя было отобрать ни одного годного кусочка. А ведь если стекловаренный завод не выпускает стекла, то останавливаются другие заводы, собирающие различные оптические приборы для оборонной промышленности.

Для того, чтобы ликвидировать эту опасность, были приняты срочные меры. В цехах завода появились известные уже в то время ученые: А. А. Лебедев, И. В. Гребенщиков, В. Л. Фок, Л. Е. Тищенко (все четверо стали впоследствии академиками), профессор Грум-Гржимайло и другие сотрудники оптического института. Они вошли в состав «авральных» бригад, которые стремились во что бы то ни стало найти причины появления «мошки». А это оказалось очень трудным делом. Рецепты Ченса здесь были бесполезны. В них говорилось о том, что к горшку нельзя прикасаться металлическими инструментами, указывалось даже на влияние пасмурной погоды, но они совершенно не объясняли того, что происходит в горшке во время варки, и не предохраняли стекло от брака. Советским специалистам самим пришлось бороться с непонятным врагом.

И вот начались круглосуточные дежурства ученых и инженеров у стекловаренных печей. Было проделано огромное количество изумительно интересных и смелых опытов. Пробовали

менять состав стекла и процесс варки. Повышали температуру до того, что у одной из печей обрушился свод. Раскаленные горшки со стеклом обливали ледяной водой. Детально исследовали процесс размешивания. Опыты следовали один за другим. Вот что рассказывает об этом профессор Н. Н. Качалов: «Каждый такой опыт длится около 3—4 суток, и весь завод с затаенным дыханием ждет его результатов. Результат иногда обнаруживается ночью. В ожидании его измученные исследователи спят как попало — на столах и стульях лаборатории, подложив под головы портфели, собственные меховые шапки или свернутые в рулон рабочие халаты. Спит и академик Рождественский, скрючившись на узком клеенчатом диване; тут же прикорнул И. В. Гребенщиков. По всей лаборатории раздается только всхрапывание да сонное бормотание. И вдруг дребезжит телефонный звонок! Это из стеклоплавильного цеха слышится голос мастера: «Проба». Все срываются со своих мест и, на ходу надевая шубы, скатываются с лестницы, по морозному воздуху пересекают двор. Впереди всех, сверкая очками, несется академик Рождественский. Вот все столпились у подъемной стопудовой двери стеклоплавильной печи. Через крошечное окошечко мастер, шурясь от нестерпимого жара, на тонком железном пруте вынимает небольшую порцию добела раскаленного жидкого стекла. Это и есть «проба». Все склоняются и, стучаясь головами, молча смотрят. На оранжевом фоне горят тысячи и тысячи мельчайших звездочек. Это «мошка»! Опять проклятая «мошка»!

Медленно, молча, опустив головы, возвращаемся через двор, поднимаемся в лабораторию и садимся за большой, покрытый линолеумом стол. Над столом горит ослепительно яркая лампа. В громадных колбах заваривается крепкий чай. На фильтровальной бумаге раскладываются бутерброды. Из жилетных карманов вытаскиваются завернутые в бумажки кусочки сахара. Царит молчание. . . и вдруг раздается голос Дмитрия Сергеевича: «Ну, что же, товарищи, не будем унывать, — когда-нибудь да одолеем же мы эту мошку. Илья Васильевич, что вы думаете относительно того, если мы в следующем опыте. . .», и очередное совещание начинается».

Три месяца работали они в таком напряженном режиме, три месяца не отходили от печей, а дело не улучшалось, — «мошка» не пропадала.

Но за это время участники авральных работ начали гораздо глубже понимать природу всех процессов стекловарения и всё чаще задумывались над тем, правильна ли в самой основе технология варки стекла, освещенная вековым опытом Мантуа, Ченса и Шотта? Не нужно ли отступить от общепризнанных

правил? И в конце концов пришли к выводу, что это единственный выход.

Тогда-то Н. Н. Качалов, И. В. Гребенщиков и Д. С. Рождественский решили попробовать метод ускоренной варки. Дело в том, что, по установившимся приемам работы, стекло варилось четверо суток. В течение 90 часов кипела и бурлила в печи масса, и лишь в самом конце этого времени в печь погружали мешалку. В результате мешка, в которой заключалась суть всего процесса, занимала только $\frac{1}{15}$ часть общего времени варки.

А что если сократить время варки и начинать мешку стекла в самом начале, как только горшок заполнится расплавившейся шихтой? «Это же технологическая ересь!» — возмущались старые стекловары. Но ученые решили рискнуть. Риск состоял в том, что работу по новому методу приходилось сразу начинать на заводе, без предварительной проверки в лабораторных условиях. Но другого выхода не было.

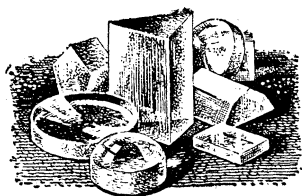
И вот в ночь с 6 на 7 июня 1926 года началась первая варка по новому методу. К реостату электрической мешальной машины встал Н. Н. Качалов. Прошло всего несколько часов, и он уже включил рубильник. Хобот из огнеупорной глины заворочался в расплавленной массе, к которой в течение ста лет боялись прикоснуться раньше чем через девяносто часов. И вскоре стало ясно, что рискованный опыт удался. Стекло варилось прекрасно. К вечеру первый горшок был вытащен из печи. Пришедшая на смену бригада с радостным изумлением, глазам своим не веря, рассматривала безупречные пробы — бесцветные, бесшвиные и беспузырные. «Мошка», проклятая «мошка» исчезла! Это была победа! В жизнь вошел новый метод варки оптического стекла, и разработали его в Советском Союзе.

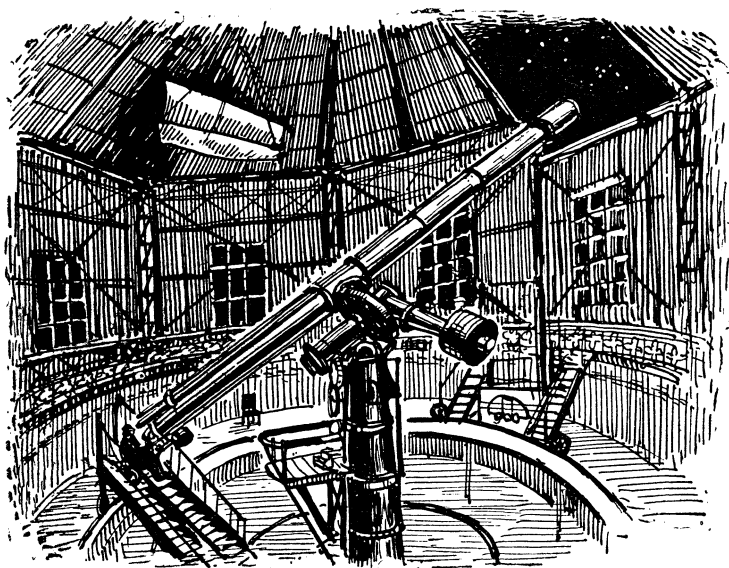
Вскоре во всех свободных проходах цеха лежали большие глыбы прекрасного, беспорочного, кристально-чистого стекла — результат напряженной и упорной работы большого коллектива ученых, инженеров, рабочих, один из ярких примеров блестящего успеха советской науки. Вот тогда и произошла та сцена, которую мы описывали в начале главы об оптическом стекле.

Теперь всё это уже старая история. Около ста различных типов оптического стекла варят советские заводы. В стекловаренных цехах специальные краны ворочают тяжелые горшки, ставят и вынимают их из печи. Механически загружается шихта. Стекло уже не мешают глиняной кочергой, как это делал Гинан. Особый механизм создает в горшке смерч, поддерживая непрерывный круговорот расплавленного стекла.

Из отечественного оптического стекла мы делаем теперь любые приборы.

Какие же оптические приборы существуют в наше время и для чего они нужны?





Глава девятая

ГЛАЗ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

ДВА СТЕКЛА

Множество людей всегда носит с собою пару небольших круглых стеклышек — очки. У близоруких очки всё время на носу, — они снимают их только на ночь, когда ложатся спать. Другим очки нужны при чтении: это дальнозоркие, большей частью пожилые люди. Представим себе на минуту, что стеклышки вдруг разучились делать очковое стекло. Что стало бы с миллионами дальнозорких и близоруких? Все эти вполне здоровые люди не могли бы ни работать, ни читать, ни писать. Они стали бы совсем беспомощными. Правильно сказал двести лет назад Михаил Васильевич Ломоносов:

«Велика сердцу скорбь лишиться чтенья книг;
Скучнее вечной тьмы, тяжелее вериг!
Тогда противен день, веселие — досада!
Одно лишь нам стекло в сей бедности отрада.
Оно способствием искусных руки
Подать нам зрение умеет чрез очки!»

А между тем было время, когда люди не знали очков. И это было не так уж давно. Писатели древнего Рима Цицерон и Светоний в своих последних книгах жалуются на то, что от старости они стали плохо видеть. Они уже не могут сами читать и писать, им приходится держать при себе специальных рабов — чтецов и писцов.

Ни один из древних писателей не упоминает об очках.

А ведь римляне, как мы знаем, умели делать из стекла замечательные вещи.

Неужели они не подметили, что выпуклые и вогнутые стекла могут улучшать зрение?

Да, они этого не подметили и не могли подметить — по той простой причине, что тогдашнее стекло было мутным, с массой мельчайших пузырьков. Через такое стекло почти ничего не было видно. Оно не годилось для очков.

За всю долгую историю Рима очки были приготовлены один-единственный раз, вернее — не очки, а всего одно очко — монокль. И сделали его не из стекла, а из изумруда: отполировали изумруд так, что он стал гладким, плоским, с чуть вогнутыми стенками. Через этот-то изумруд, закрывая другой глаз, смотрел близорукий Нерон на бой гладиаторов.

Разумеется, таким изумрудным моноклем мог обзавестись только римский император! Да и вряд ли этот изумруд значительно улучшал зрение: он был зеленым и мало прозрачным.

Только через тысячу триста лет после Нерона появились настоящие — стеклянные — очки.

Кто их изобрел, нам неизвестно. Мы только знаем, что очки стали продавать впервые в Италии.

Способ их изготовления вначале хранился в строгой тайне. О нем знали немногие мастера. За пару очков платили тогда до тысячи рублей золотом и платили с радостью...

Очки были изобретены. И теперь встал вопрос: как же их носить? На разрешение этой, казалось бы нетрудной, задачи потребовалось триста лет.

Сначала очки прикрепляли к шляпе. Очки и шляпа составляли одно целое. Это было не очень-то удобно: дома, когда читаешь или пишешь, надо было сидеть в шляпе.

Потом стали вставлять стекла в железные кольца и закреплять их на стержне.



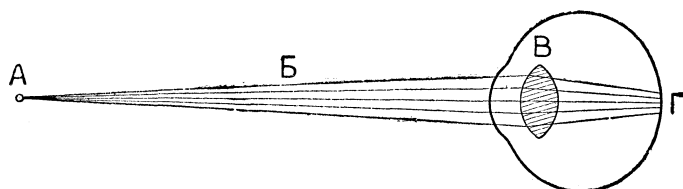
Сначала очки прикрепляли к шляпе.

Это было как бы пенсне. Но зажимки у этого «пенсне» не было. Оно то и дело сползало с носа, нужно было его придерживать рукой.

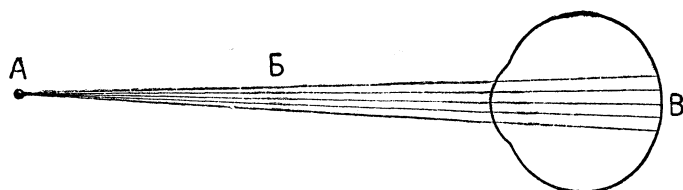
Попытались вдевать очковые стекла в ремни. В ремнях вырезали круглые отверстия и туда вставляли стекла. А концы ремней завязывали на затылке узлом.

Очки, похожие на современные, появились только в XVI веке.

Подбирали стекла в то время, конечно, без доктора. Продавец просто выкладывал на прилавок все очки, какие у него



Хрусталик глаза собирает лучи от светящейся точки опять в точку.



В глазу, лишенном хрусталика, светящаяся точка казалась бы пятном. А — точка; Б — лучи от нее; В — пятно на дне глаза.

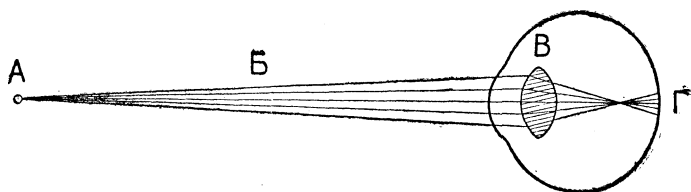
имелись, а покупатель выбирал те, через которые он лучше видел.

Тогда еще не знали, почему разным людям нужны разные очковые стекла и почему очки улучшают зрение.

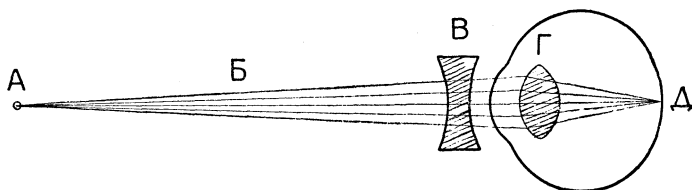
Только в конце XVI века астроном Кеплер разгадал тайну нашего зрения. Он установил, что в глазу имеется прозрачное, выпуклое с обеих сторон тельце — хрусталик. Он имеет такую форму, что собирает проходящие сквозь него лучи, заставляет их сходиться друг с другом.

У дальновзорких людей хрусталик, однако, недостаточно выпуклый, недостаточно сильно собирает лучи. Из-за этого отпечаток на сетчатке глаза расплывается, изображение предмета получается нечеткое.

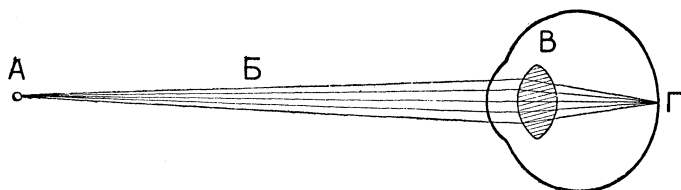
ТАК ИСПРАВЛЯЮТ НЕДОСТАТКИ ЗРЕНИЯ



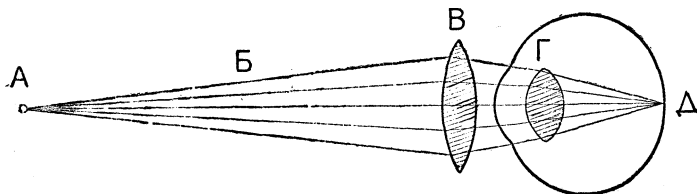
Хрусталик близорукого глаза собирает лучи в точку не на дне глаза, а перед ним.



Близорукий глаз исправляют вогнутой (рассеивающей) линзой.



Хрусталик дальнозоркого глаза собирает лучи не на дне глаза, а где-то за ним.



Дальнозоркий глаз исправляют выпуклой (собирагальной) линзой.

Как же помочь этой беде? К хрусталику, который имеется в глазу, нужно прибавить еще другой, стеклянный хрусталик: выпуклое с обеих сторон «собирательное стеклышко».

У близоруких, наоборот, хрусталик чересчур выпуклый, он собирает лучи слишком сильно. Им поэтому нужны не выпуклые, а вогнутые с обеих сторон линзы — такие, которые рассеивают лучи, заставляют их расходиться веером.

Те, кто не знает оптики, часто спрашивают: что делают очки: увеличивают или уменьшают? На самом деле они делают изображение более четким, исправляют недостатки глаза...

До сих пор мы говорили о том, как очки помогают людям.

Но плохие глаза бывают ведь не только у людей, а и у животных.

Дальнозоркость им, правда, не причиняет никаких неприятностей: лошади, собаке, кошке не приходится читать или писать. Зато близорукость портит им жизнь еще больше, чем людям.

В Америке был случай, когда близорукой собаке врачи прописали очки. Оптике их приготовили. Эти очки были вделаны в ремни, которые завязывались на затылке.

Собака была очень довольна, она никому не позволяла снимать с себя очки.

Что касается изготовления обычных, человеческих очков, то в этом деле за последнее время достигнуты большие успехи.

Изобретены, например, такие очки, которые не сажают на нос, а прикладывают вплотную к глазам, под веки.

Такие стекла не имеют, конечно, оправы. По своей форме они точно соответствуют выпуклости глаза. Если вы взглянете на человека, носящего такие стекла, вы их даже не заметите. Эти очки никогда не запотеют, не упадут, не разобьются.

Такие очки требуют пригонки по форме глазного яблока, недостаток которого надо исправить. Конечно, если пригонка выполнена недостаточно хорошо, они сильно раздражают глаза. Научиться самому надевать и снимать такие очки не так-то просто. Всё это затрудняет их широкое распространение.

Собирательное стеклышко может не только помочь ослабевшему хрусталику, но в некоторых случаях даже заменить его.

Бывает так, что хрусталик в глазу заболевает, и хирургу не остается ничего другого, как его вырезать. Без хрусталика человек не может видеть. И вот, оказывается, что вместо настоящего хрусталика можно сделать искусственный.

Перед глазом укрепляется очень сильная собирательная линза, и такой стеклянный «хрусталик» возвращает человеку, хотя бы отчасти, зрение.

ПОЙМАННЫЙ ЛУЧ

Здоровому человеку стеклянный хрусталик не нужен, — у него в глазу есть свой собственный хрусталик. Имеется, однако, такой прибор, который никак не может обойтись без стеклянного хрусталика: это фотоаппарат.

Много веков люди мечтали о веществе, которое было бы способно сохранять световой отпечаток. Его искали химики, но найти не могли. В конце концов это вещество всё же открыли. И открыл его не химик, а живописец.

В 1827 году к знаменитому французскому ученому в волнении вбежала молодая женщина. Вся в слезах, она стала умолять ученого, чтобы тот образумил ее мужа, живописца Дагерра, — убедил его вернуться к палитре и кисти. Вот уже много месяцев Дагерр без конца производит какие-то опыты, задавшись безумной целью поймать световой отпечаток и сохранить его на медной дощечке.

Он забросил свои заказы и на все деньги покупает у оптика дорогие линзы, множество химических веществ в аптеке и на целые сутки запирается в темной комнате.

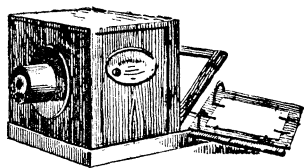
Ученый успокоил молодую женщину и обещал усовестить ее мужа. Однако, когда он познакомился с работой Дагерра, то не только не стал его бранить, а наоборот, одобрил его работы и сказал обрадованному изобретателю, что он на верном пути.

И действительно, этот упрямый Дагерр, которого многие считали сумасшедшим, сумел поймать солнечный луч и удержать его: сумел закрепить световой отпечаток на дощечке.

Для этого Дагерр посеребрил медную дощечку, а затем подержал ее в парах ртути. Потом он вставил ее в фотоаппарат. Дощечка почернела в тех местах, на которые попал свет. Получился металлический портрет «дагерротип» — предок нашей фотокарточки.

Однако если бы Дагерр выставил свою дощечку просто на свет, то никакого изображения на ней не вышло бы: дощечка стала бы сплошь черной. В фотоаппарат нужно было вставить хрусталик, наподобие того хрусталика, какой имеется в глазу человека или животного.

Где же взять хрусталик? Вырезать из глаза коровы или лошади? Может быть, день или два он и будет служить, но затем испортится,



Фотографическая камера
Дагерра.

начнет гнить. Значит, хрусталик, взятый у животного, не годится для фотографирования.

Вот здесь-то и пригодилась собирательная линза — стеклянный хрусталик. Если бы стеклоделы не умели делать линзы, то, конечно, не было бы и фотографии, изобретение Дагерра пропало бы зря.

Посеребренная дощечка, изобретенная Дагерром, была мало чувствительной к свету.

Поэтому сниматься в те времена было не очень-то приятно. Фотограф прежде всего вымазывал своему клиенту лицо мелом: от этого снимок выходил лучше. Затем он наводил аппарат. И вот с лицом, вымазанным мелом, нужно было сидеть не шелохнувшись полчаса, а то и дольше.

С тех пор прошло много лет. Фотографический аппарат стал точным прибором. Объектив состоит теперь не из простенькой очковой линзы: это сложный прибор из нескольких хорошо отполированных стекол. Световой отпечаток улавливается и закрепляется не медной дощечкой, а стеклянной пластинкой или целлулоидной пленкой, покрытой светочувствительным слоем.

В наши дни изготовляют фотоаппараты самых различных размеров. Есть аппараты-крошки; их носят на руке, как часы. Есть аппараты-гиганты; они так велики, что их части передвигают специальным мотором. Занимает такой аппарат целую большую комнату и дает снимки величиной в квадратный метр.

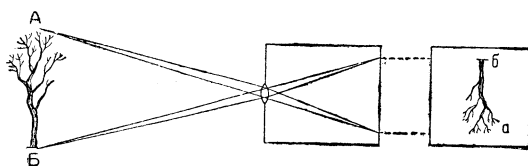
В астрономии фотоаппарат открыл много новых звезд. Глаз человека, даже вооруженный телескопом, не видит света очень слабых звезд. Если же к телескопу присоединить фотографический аппарат, то на его пластинку будет падать свет такой не видимой глазу звезды и с течением времени как бы накапливаться; в конце концов он оставит свой след на пластинке.

Конечно, такая съемка идет долгими часами.

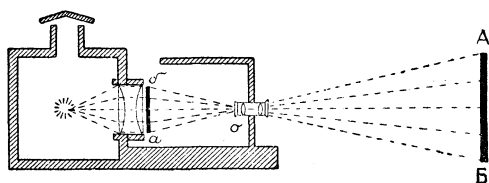
Лет сто назад зародилась мысль составить фотографический атлас всего звездного мира. Эта работа так велика, что ее не под силу было бы выполнить одной обсерватории. За нее взялись двадцать обсерваторий различных стран. Каждая из них получила свой участок неба. Всего было сделано больше сорока тысяч снимков; их обработка продолжается еще и сейчас.

Когда атлас будет готов, то в нем астрономы найдут около тридцати миллионов звезд, — в десять тысяч раз больше, чем их видно невооруженным глазом. Это будет драгоценный справочник для науки — карта вселенной.

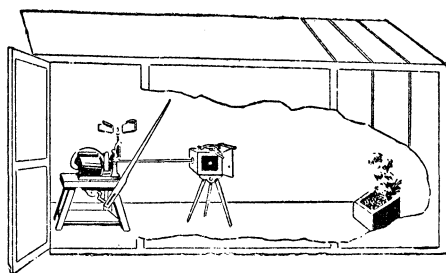
Мысль пристроить фотоаппарат к микроскопу пришла впервые бактериологу Роберту Коху. Когда Кох открыл бациллы туберкулеза, то он хотел их зарисовать, чтобы показать другим ученым, как они выглядят. Но рисунок никогда не бывает



Как образуется изображение в фотографическом аппарате.



Проекционный фонарь: ба — диапозитив; о — объектив: АБ — увеличенное изображение на экране.

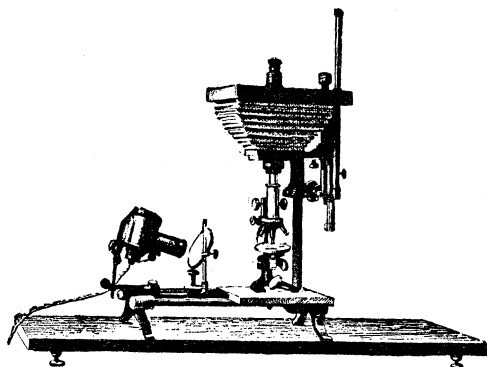


Киноаппарат снимает рост цветка.

вполне точным. Тогда Кох решил снять «портрет» бациллы. К микроскопу он присоединил фотоаппарат. Снимок получился четким и ясным. Все могли видеть, как выглядят страшные туберкулезные бациллы.

С тех пор микрофотография стала необходимой везде, где применяется микроскоп, то есть во всех отраслях науки.

В наши дни фотоаппарат забрался на самолет и оттуда снимает поверхность земли. Аэрофотосъемка — это целая наука, необходимая и в военное и в мирное время.



Микрофотоаппарат.

У фотоаппарата есть брат — киноаппарат. Это о кино сказал В. И. Ленин, что оно «самое важное из искусств». И это искусство своим существованием тоже обязано стеклянному хрусталику — собирательной линзе. Не будь стекла, не было бы ни фотоаппарата, ни кино!

УВЕЛИЧИТЕЛЬНАЯ ТРУБКА

В голландском городе Миддельбурге жил триста пятьдесят лет назад очковый мастер. Терпеливо шлифовал он стекла, делал очки и продавал их всем, кто в этом нуждался. Было у него двое детей — два мальчика. Они очень любили забираться в мастерскую отца и играть его инструментами и стеклами, хотя это и было им запрещено.

И вот однажды, когда отец куда-то отлучился, ребята пробрались по обыкновению к его верстаку, — нет ли чего-нибудь новенького, чем можно позабавиться?

На столе лежали стекла, приготовленные для очков, а в углу валялась короткая медная трубка: из нее мастер собирался вырезать кольца — оправу для очков.

Ребята втиснули в концы трубки по очковому стеклу. Старший мальчик приставил к глазу трубку и посмотрел на страницу развернутой книги, которая лежала здесь же на столе.

К его удивлению, буквы стали огромными. В трубку посмотрел младший и закричал, пораженный: он увидел запятую, но какую запятую — она была похожа на толстого червяка!

Ребята навели трубку на стеклянную пыль, оставшуюся после шлифовки стекол. И увидели не пыль, а кучку стеклянных зернышек.

Трубка оказалась прямо волшебной: она сильно увеличивала все предметы.

О своем открытии ребята рассказали отцу. Тот даже не стал бранить их: так был он удивлен необычайным свойством трубки.

Он попробовал сделать другую трубку с такими же стеклами, длинную и раздвижную. Новая трубка увеличивала еще лучше.

Это и был первый микроскоп. Его случайно изобрел в 1590 году очковый мастер Захария Янсен, — вернее сказать, — его дети.

Почему микроскоп увеличивает?

В микроскопе Янсена имелись два собирательных стекла, вставленных в трубку на некотором расстоянии друг от друга. Первое стекло служило микроскопу как бы хрусталиком: при приближении к какому-либо предмету оно давало его увеличенное изображение; второе стекло еще больше увеличивало это изображение: оно служило лупой.

Стеклянный хрусталик и лупа — в этом суть всякого микроскопа.

К стеклянному хрусталику подносят предмет, — объект, который хотят рассмотреть; оттого эту часть микроскопа и называют объективом. А глаз приставляют к лупе; оттого ее и называют окуляром: по-латыни «глаз» — «oculus».

Так можно получить очень большое увеличение: если, например, объектив увеличит изображение предмета в двадцать раз, а окуляр — еще в десять раз, то общее увеличение будет в $20 \times 10 = 200$ раз...

Весть об открытии Янсена быстро распространилась не только по всей Голландии, но и по другим странам.

Многие ученые стали нарочно приезжать в Миддельбург для того только, чтобы заказать увеличительную трубку или хоть разок посмотреть в нее.

Уже в 1592 году один из посетителей Янсена, естествоиспытатель Гефнагель, написал книгу «О насекомых и разных мелких тварях». В книге рассказывалось о том, что можно увидеть с помощью микроскопа.

Однако у первых микроскопов были большие недостатки. Изображение получалось тусклым, с какими-то цветными поло-

сами и радужным сиянием. Наблюдать в такой прибор было не так-то просто: непривычный глаз почти ничего не мог разобрать в этом переплетении света и теней, цветных бликов и темных пятен. Нужна была большая сноровка и много терпения, чтобы рассмотреть, как устроены, например, лапка паука или челюсти мухи.

Некоторые ученые пробовали строить микроскопы посильнее, чем те, какие изготовлял Янсен. Они вкладывали в трубку различные линзы в том или ином сочетании, — увеличение иногда получалось очень сильное. Но цветные полосы и радуж-

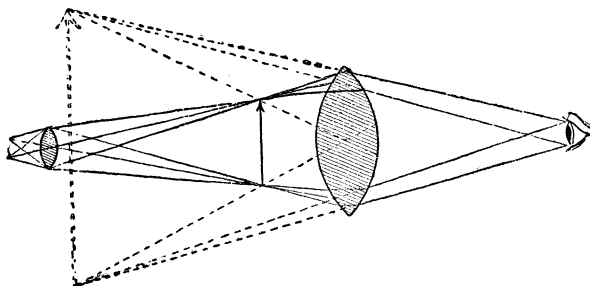


Схема устройства микроскопа.

ное сияние так разрастались, что почти совсем затмевали изображение.

Попытались тогда получить большее увеличение другим способом: стали отставлять стеклянный хрусталик и лупу подальше друг от друга.

Изображение действительно стало бóльшим, но зато оно потускнело так, что его нельзя было разобрать.

Это было страшно обидно: мастер-оптик долго и тщательно шлифует линзы, осторожно вставляет их в трубку. По всем расчетам, микроскоп должен дать очень большое увеличение. Кажется, стоит только заглянуть в микроскоп — и увидишь такие чудеса и тайны природы, каких еще никогда не видел ни один человек.

И все эти надежды вдруг рушатся.

Микроскоп увеличивает больше чем в сто раз, но какой в этом толк, если разглядеть изображение невозможно: оно совсем бледное, тусклое и тонет в цветном сиянии!

Что было делать? Оптике приходили в отчаяние.

В конце концов они совсем отказались от трубок с двумя стеклами. Они стали вставлять в металлическую дощечку всего-

навсего одно стеклышко. Но зато на шлифовку этого стеклышка не жалели ни времени, ни труда.

Такие линзы, размером с горошину, увеличивали в сто раз и больше.

Собственно говоря, это были сильные лупы, а не микроскопы.

Крошечные линзы научился замечательно шлифовать голландец Антоний Левенгук, привратник городской ратуши. Это был необычайно настойчивый человек. Если уж он решил, что его линзы должны быть самыми лучшими, то можно было быть уверенным, что так и будет.

Левенгук вставил в отверстие деревянной дощечки маленькую, с булавочную головку, линзу: он ее обтачивал и шлифовал в продолжение нескольких недель. Перед стеклышком он поставил иглу. Затем он стал насаживать на иглу всё, что попадалось под руку: волокна мяса, кусочки бычьего глаза, мушинные головки, волосы разных животных. Чудесная линза давала увеличение в сто шестьдесят раз. Она превращала овечий волосок в толстое, мохнатое бревно, а в мушиной головке было ясно видно множество непонятных ниточек и трубочек.

Долго смотреть в крошечное стеклышко было очень утомительно. К концу дня у Левенгука болела голова, глаза наливались кровью. Он давал себе слово бросить это вредное занятие. Но утром не выдерживал и снова садился за свой микроскоп.

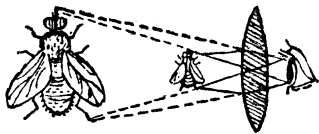
Однажды Левенгук взял тоненький стеклянный стерженек, окунул его в лужу перед домом и затем укрепил стерженек с капелькой воды на иглке перед микроскопом. И вот он увидел невероятное! В капле грязной воды копошился целый зверинец: мохнатые чудовища, какие-то шарики, окруженные венцом из усиков, какие-то цветки на стебельках — точно колокольчики. И все эти существа двигались, шевелили своими хвостиками.

Это был целый новый мир, о существовании которого до Левенгука никто и не подозревал.

А ведь среди них (это выяснилось впоследствии) были самые опасные враги человека — свирепые невидимые чудовища, которые проникают в человеческое тело,



Первый микроскоп Левенгука.



Так увеличивает выпуклая линза.

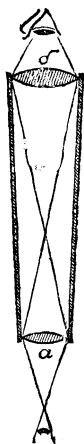


Схема простейшего микроскопа: а—объектив; б—окуляр.

размножаются здесь, несут человеку болезнь и смерть...

О своем удивительном открытии Левенгук написал английскому Ученому королевскому обществу, членами которого были, между прочим, Исаак Ньютон, величайший физик, и Роберт Бойль, основатель химии. Левенгуку сначала не поверили: настолько невероятным показалось его сообщение о невидимом мире живых существ.

Королевское общество поручило одному из своих членов — Роберту Гуку — соорудить микроскоп и проверить наблюдения Левенгука.

Пятнадцатого ноября 1677 года Гук принес микроскоп на заседание Королевского общества. И тогда убедились, что Левенгук был прав: в капле настоя из черного перца все увидели крошечных животных.

После этого очень многие ученые стали изучать невидимый мир. Лучшие оптики выбивались из сил, стараясь придумать приборы, увеличивающие сильнее. Многие пытались усилить увеличение, подбирая несколько стекол. Но из таких попыток по-прежнему ничего не выходило: каждый раз появлялось радужное сияние, оно совсем заливало изображение. Если б только можно было как-нибудь от него избавиться!

Наконец английскому оптику и знатоку стекла Доллону удалось добиться этого. Он склеил две линзы, собирающую и рассеивающую, причем сделаны они были из разных сортов стекла.

Получилось увеличивающее стекло, которое уже не давало цветного сияния.

Теперь можно было строить микроскопы со многими стеклами и очень большим увеличением.

В наше время хорошие микроскопы дают увеличение в две тысячи раз. А сверхсильные микроскопы особого устройства — «ультрамикроскопы» — увеличивают еще больше.

Микроскоп стал теперь как бы глазом ученого.

Биолог не может обойтись без микроскопа: как иначе он узнает тайны клетки? А ведь из клеток состоит всё живое — и человек, и ящерица, и цветок.

Врач борется с болезнями. А болезни вызываются бактериями, которые так малы, что их можно увидеть только в микроскоп. Так что вся наша медицина, можно сказать, обязана своим существованием микроскопу.

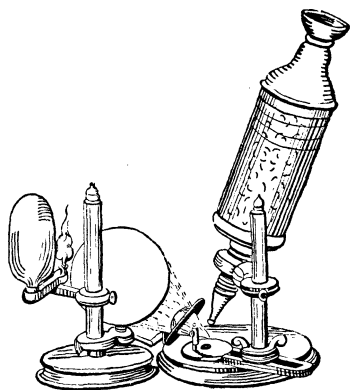
Физику, химику, геологу, минерологу тоже не обойтись без

микроскопа: чтобы изучить как следует вещество, надо непременно разобраться в строении его мельчайших частиц — кристаллов.

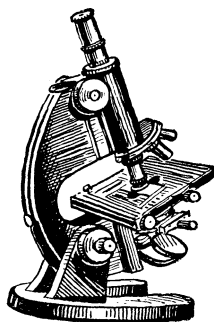
И инженеру нужен микроскоп.

Каждый знает, какое огромное сооружение — современный военный линейный корабль. Его водоизмещение — около тридцати пяти тысяч тонн. Толщина его стальной брони почти полметра.

Но не каждый знает, что эту броню, прежде чем ею обши-



Гук соорудил более совершенный микроскоп.



Современный микроскоп—глаз ученого.

вать корабль, исследуют под микроскопом, — потому что прочность металла зависит от строения его кристаллов.

Рассказать о всех заслугах микроскопа невозможно. Ни одна наука теперь не обходится без его содействия. И это понятно: он показывает строение вещества, его сокровенные тайны.

Вот какое значение приобрел стеклянный хрусталик в сочетании с лупой.

Однако, как бы ни был хорош микроскоп со стеклянной оптикой, он не может дать увеличение больше определенного предела.

Ученые же стремятся проникнуть всё глубже и глубже в мир бесконечно малых организмов и строения вещества. Достичь увеличения в 20 тысяч раз и больше ученым удалось, создав электронный микроскоп. Стеклянные линзы в нем заменены электромагнитными, а световые лучи — потоком электронов, выбрасываемых электронной пушкой.

СИГНАЛЫ АТОМОВ

В продолжение почти двух тысяч лет ученые считали, что все цвета образуются смешением света с тьмой. В синем цвете, например, много тьмы, и она чуть-чуть разбавлена светом, в желтом, наоборот, много света, а тьмы мало.

По этой теории выходило, что основные цвета — белый и черный; остальные — их сочетания. Все в это верили. Но никому не удавалось это проверить — разложить какой-нибудь цвет на белый и черный, на тьму и свет.

Первым человеком, кто проверил — и вместе с тем опроверг — эту теорию, был великий математик и физик Исаак Ньютон.

В 1666 году, когда ему было двадцать четыре года, он занялся исследованием солнечного света.

Ньютон закрывал окно в комнате плотным ставнем, так что делалось совсем темно. Однако в ставне Ньютон просверлил маленькое отверстие, через которое проникал очень узкий пучок света и отпечатывался на белой стене маленьким круглым пятнышком — зайчиком.

Недалеко от окна Ньютон поставил стеклянную призму ребром вниз. Она пришлась как раз на пути солнечного луча. Прежде чем луч достигал стены, ему нужно было пройти сквозь призму.

Для чего же поставил Ньютон призму?

Мы уже знаем, что призма преломляет лучи света, заставляя их изменить свой первоначальный путь. Но, оказывается, у призмы есть еще и другое свойство: разные по цвету лучи она преломляет по-разному.

Если световой пучок однороден по цвету, то он таким же и выйдет из другой стороны призмы, только изменит свое направление. Но если в призму войдет пучок, состоящий из смеси лучей разных цветов — фиолетового, красного, зеленого, — то, выйдя из призмы, лучи пойдут уже не вместе, а каждый своей дорогой: фиолетовый свернет круто в сторону, красный отклонится от своего прежнего направления меньше всех, а зеленый пройдет между ними. Стекло рассортирует все эти лучи, которые прежде были смешаны вместе.

Для этого и закрыл Ньютон ставень своей комнаты, оставив в нем только маленькую щелочку: он решил пропустить через призму белый солнечный свет, тот самый свет, который все считали основным и не разложимым ни на какие другие цвета.

И вот что он увидел.

Из призмы вышел целый сноп разноцветных лучей, и, вме-

сто круглого белого солнечного зайчика, на стене оказалась радужная полоска — спектр.

Так Ньютон сделал большое открытие: доказал, что принятое всеми объяснение цветов не верно.

Белый цвет, который считался основным, на самом деле оказался смесью целых семи цветов.

Наш глаз не улавливает составных элементов белого света, воспринимает их слитно, подобно тому как немзыкальное ухо не различит в звучании оркестра отдельных инструментов — скрипки, виолончели, флейты и других, — ему покажется, что играет всего-навсего один мощный и очень звучный инструмент.

Солнце — это как бы огромной силы световой оркестр. Человеческий глаз не слишком тонко разбирается в его игре. Солнечный свет кажется глазу одноцветным, ослепительно белым. Стеклопризма уличает глаз в ошибке.

Ньютон не пытался узнать, дает ли свет других раскаленных тел радугу — спектр, и если дает, то ту же ли, что солнце, или иную.

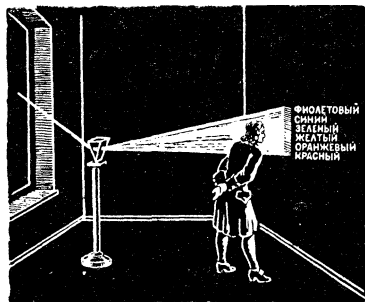
Этим вопросом двести лет спустя после опытов Ньютона занялся Роберт Бунзен, профессор химии в Гейдельберге.

Он изобрел лабораторную горелку, которая давала очень жаркое пламя. В ее огонь Бунзен погружал кусочки угля, соли и разных других веществ так, что они вспыхивали. Вспыхивали и давали пламя даже металлы.

Самым интересным было то, что пламя каждого вещества имело свой особый цвет.

Так, например, натрий всегда давал желтое пламя, калий — фиолетовое, литий — красное, медь — зеленое.

Бунзен уже решил, что он открыл новый, быстрый и простой способ анализа. Стоит только внести в огонь горелки исследуемое вещество и посмотреть, в какой цвет окрасится пламя. Если пламя станет фиолетового цвета, это значит — в веществе содержится калий; если пламя пожелтеет, — значит, в него попал натрий. Для того чтобы определить это обычным химическим анализом, нужно два или три дня работы, нужны всякие химические реактивы, перегонные кубы, трубки, пипетки, колбочки, очень точные весы. Исследуемое вещество нужно



Ньютон разложил белый свет в спектр.

кипятить, кропотливо процеживать, прокаливать, много раз взвешивать.

А горелка даст тот же ответ в несколько секунд, — стоит лишь посмотреть на ее пламя.

Но это был слишком поспешный вывод: оказалось, что разные вещества, сгорая, дают очень часто пламя одного и того же цвета. Однажды Бунзен с огорчением записал в своем лабораторном журнале, что и соли лития и соли стронция дали пламя одинакового малиново-красного цвета. В желтый цвет окрашивали пламя и чистая соль натрия, и с примесью соли лития, и с примесью соли калия.

Может быть, пламя получалось каждый раз чуть иного оттенка, даже наверное так и было, но различие это, очевидно, настолько тонко, что человеческий глаз его совсем не может заметить.

Пробовал Бунзен посмотреть на пламя через цветное стекло, но и это не помогло. Бунзен уже решил, что газовой горелке не удастся заменить химический анализ.

К счастью, Бунзену на помощь пришел Густав Кирхгоф, профессор физики в том же Гейдельберге. Он хорошо знал свойство стеклянной призмы разлагать падающий на нее свет.

Может быть, подумал Кирхгоф, призма покажет, что пламя различных веществ дает отличающиеся друг от друга спектры.

Кирхгоф смастерил особый прибор — спектроскоп. В коробку из-под сигар он вставил призму так, что она могла вращаться на оси. В боковую стенку коробки он вставил короткую трубку с выпуклым стеклом на одном конце, а другой ее конец прикрыл кружочком черной бумаги с отверстием посередине.

Такой прибор Кирхгоф принес в лабораторию Бунзена.

Луч горелки поймали на призму спектроскопа. В пламя стали вносить кусочки стронция, лития, калия, меди.

И вот оказалось, что пламя каждого из этих веществ имеет свой особый, отличающийся от остальных спектр из нескольких отдельных полосок различных цветов.

Фиолетовое пламя калия дало три линии: две красных и одну фиолетовую.

Спектр натрия состоял только из одной желтой линии.

Спектроскоп сразу уловил различие между пламенем лития и стронция. Пламя у того и другого на вид одинаковое — малиново-красное. А спектры разные: у лития одна красная линия, очень яркая, и одна оранжевая, тусклая. А у стронция одна голубая линия, одна желтая, одна оранжевая и две красных.

Оказывается, почти каждое вещество — своеобразный световой оркестр. Некоторые состоят из двух, трех, а иные даже из семи и больше инструментов.

По спектру можно точно отличить одно вещество от другого. Как каждая радиостанция имеет свои «позывные» сигналы, так и каждое вещество, каждый его атом имеет свою, характерную для него радугу, свой «сигнал».

Так, благодаря маленькому кусочку стекла, отлитому в форме призмы, был создан спектральный анализ. Он оказался необычайно точным и чувствительным способом исследования. Никаким иным анализом невозможно уловить, например, примесь одной десятиллионной части миллиграмма натрия. Но стоит только раскалить исследуемое вещество, и если в нем имеется натрий даже в такой ничтожной доле, в спектрографе мы сразу увидим световой «сигнал» натрия — желтую полоску.

Однажды Бунзен нашел в скале вещество с небольшой примесью лития. На этой скале рос куст, и Бунзен подумал, что в листья куста должно было попасть немного лития, высосанного корнями из скалы вместе с питательными соками.

Несколько листочков Бунзен сжег в своей горелке, и спектроскоп сейчас же подтвердил, что литий в них действительно есть.

Тогда Бунзен дал охапку этих листьев корове. Корову подоили, и в ее молоке спектроскоп тоже обнаружил литий.

Кружку молока дали выпить хозяину коровы. Какие-то ничтожные следы лития должны были попасть в его кровь.

Бунзен был уверен: теперь-то лития уже не удастся найти, след его потерян.

Каково же было его удивление, когда в капле крови спектроскоп нашел опять хорошо знакомую, яркую красную линию и рядом с ней оранжевую — тусклую. Это был тот же литий. . .

Спектроскоп в наше время нужен и физикам, и химикам, и врачу, и инженеру.

Врачи не сжигают в пламени горелки кусочки исследуемого вещества, — вместо этого они его смешивают с водой в плохой ванночке. Если через такой раствор пропустить солнечный спектр, то в некоторых его местах появятся темные полосы. По виду и по расположению этих полосок можно судить, какое вещество взято.

Кровь здорового человека дает две темные полосы в желтой части солнечного спектра. Если же в кровь попал угарный газ, то эти полосы сдвинутся в сторону фиолетовой части; кроме того, одна из них немного сузится.

Если человек отравился не угарным газом, а, скажем, анилином, то его кровь покажет уже три темных полосы; из них самая широкая будет на зеленой части спектра.

Инженеру-металлургу спектроскоп помогает определять чистоту металлов и состав сплавов.

Но всего больше нужен спектроскоп астрономам.

Лет сто назад один французский философ утверждал, что человечество может достичь любых успехов, только одной вещи оно не узнает никогда: навеки останется неизвестным, из чего состоят солнце и звезды. Здесь граница, предел человеческих знаний, за который не переступить.

В те времена это действительно казалось совершенно невозможным: нельзя же от звезды отщипнуть кусочек и отправить его на анализ в лабораторию.

Но маленькая стеклянная призма опровергла все рассуждения философа. То, что казалось невозможным, осуществилось: по цветным полоскам, на которые распадаются лучи звезд, прошедшие через призму, мы узнали, из каких веществ состоят звезды.

Так стекло породило новую науку — небесную химию.

Разве это не удивительно, — некоторые вещества мы нашли сначала на солнце, которое отстоит от нас на расстоянии ста пятидесяти миллионов километров, а потом уже у себя, на земле!

В 1868 году француз Жансен и англичанин Локайер, изучая спектр солнечных протуберанцев, нашли в нем загадочную желтую линию. Это не был натрий: линия лежала близко, но не совсем в том месте спектра. Ни одно из веществ, известных химикам, не могло дать такой линии.

Локайер решил назвать это новое вещество гелием, что значит по-гречески «солнце».

Прошло двадцать семь лет, и это же самое вещество химики открыли на земле.

Это похоже на то, как если бы мы в музыке какой-то отдаленной радиостанции различили звук незнакомого нам инструмента и придумали для него особое название, а потом, через много лет, заметили вдруг, что такой точно инструмент стоит у нас же в комнате.

ТЕЛЕСКОП ГАЛИЛЕЯ И ЕГО ПОТОМКИ

В 1609 году итальянский ученый Галилей, вставив в старую, никому не нужную органную трубу две линзы, превратил ее тем самым в подзорную трубу.

Она приближала предметы всего только в три раза. Но и такой слабенький прибор был для того времени поразительным. Многие знатные жители Падуи взбирались вместе с Галилеем на высокую башню, чтобы посмотреть оттуда на плыву-

щие в море корабли: в трубу корабли были видны за два часа до их прихода в гавань.

Эта подзорная труба (ее можно назвать и телескопом) по своему устройству напоминала микроскоп: в нее тоже спереди был вставлен стеклянный хрусталик, а сзади — увеличительное стекло.

Но, в отличие от микроскопа, стеклянный хрусталик в ней не давал увеличенного изображения; для того чтобы хрусталик увеличивал, надо поднести предмет очень близко к нему. А через трубу смотрели не на близкие, а на далекие предметы.

Увеличивало изображение только второе стекло. Поэтому увеличение и было незначительным.

Стеклянный хрусталик в телескопе дает маленькое изображение предмета. Но зато он может давать очень четкое, яркое изображение, тем более яркое, чем больше хрусталик.

Ведь стеклянный хрусталик собирает лучи, он служит как бы световой воронкой. Чем он больше, тем больше света он захватывает. Хрусталик в человеческом глазу — не больше боба. А стеклянный хрусталик можно, конечно, сделать гораздо бóльшим.

Так Галилей и поступил. Он сделал вскоре новый телескоп с увеличением уже в тридцать раз и с линзой, во много раз большей, чем хрусталик у человека.

Световая воронка этого телескопа собирала света в сто раз больше, чем хрусталик человеческого глаза.

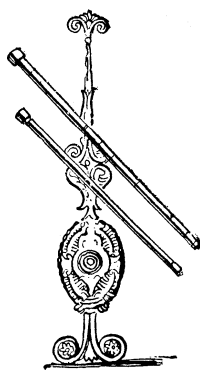
Седьмого января 1610 года Галилей направил свой телескоп на небо и застыл пораженный: такую необычайную картину он увидел.

Самый зоркий человек видит на небе не больше трех тысяч звезд. Галилей же увидел в свой телескоп много тысяч таких звезд, которых до него не видел никто: телескоп усилил яркость слабых звезд и сделал их видимыми.

Луна представлялась простому глазу диском. А в телескоп ясно было видно, что Луна не диск, а шар, — одна половина ее в тени.

Люди давно уже заметили на Луне какие-то пятна. Но что это за пятна, никто не мог сказать. Одним казалось, что на Луне нарисовано человеческое лицо, другим мерещился заяц или еще какое-нибудь животное.

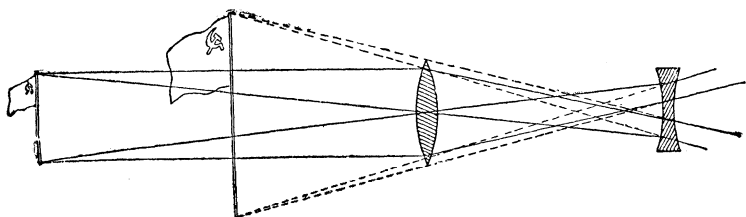
Галилей же различил через телескоп горы на Луне, рав-



Подзорная труба
Галилея.

нины, большие углубления, как бы моря. По величине теней от лунных гор он сумел даже вычислить их высоту.

Планета Юпитер кажется невооруженному глазу точкой. А если глядеть в телескоп, то видно, что на самом деле Юпитер — блестящий шарик. Оказалось, что не только Земля имеет спутника. Недалеко от Юпитера Галилей заметил еще четыре



Так получается изображение в зрительной трубе Галилея.

маленьких светлых шарика. Это были спутники, или луны, Юпитера.

Направив трубу на Млечный Путь, Галилей ясно увидел, что это скопление бесчисленного множества звезд. Теперь уже никак нельзя было говорить, что Млечный Путь — это скопление земных испарений, зажженных в небесах.

Это был целый переворот в науке о вселенной.

Еще за сто лет до Галилея Коперник доказывал, что Земля и остальные планеты вращаются вокруг Солнца. Но тогда только немногие были убеждены доводами Коперника. Теперь же стало ясно, что Коперник совершенно прав.

Два стекла, вставленные в трубку, показали воочию, что Земля совсем не является центром вселенной. Тем самым они подрывали основу христианской веры.

Галилея схватила инквизиция, его чуть не сожгли на костре. Он спасся только тем, что всенародно отрекся от своей «ереси»...

После Галилея стали строить телескопы с еще большими линзами. Однако здесь, как и в микроскопе, первое время сильно мешали цветные полосы. Только после того, как научились варить оптическое стекло, стало возможным строить большие телескопы.

Телескопы, по своему устройству сходные с галилеевскими, то есть собирающие свет линзой, называются рефракторами.

Чем больше линза-рефрактор, тем больше увеличение, которое дает телескоп. Самые большие линзы в современных рефракторных телескопах имеют диаметр около одного метра.

Делать большие линзы необычайно трудно. Ведь линза должна быть идеально прозрачной, а главное — нельзя допустить, чтобы в ней содержались даже самые мелкие пузырьки воздуха или свили. Если это случится, лучи звезды не соберутся в одну точку и ее ясно не увидишь.

Еще труднее правильно отшлифовать и отполировать такую линзу. Это целое искусство, мало кому доступное.

Это как бы высший, самый строгий экзамен для стекольщиков.

Мастеров, умевших полировать такие стекла, было так мало, что их можно было перечислить по именам. Таким был, например, Шорт. Он жил двести лет назад. Это был замечательный мастер, настоящий художник своего дела. Никто не мог сравниться с ним. Изумительным мастером был и Альвино Кларк, живший восемьдесят лет назад. Он делал стекла для обсерваторий всего мира.

Почти все такие мастера были самоучками, почти все они

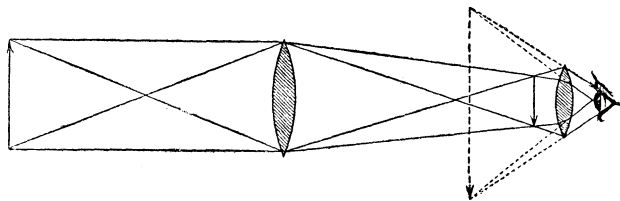


Схема рефракторного телескопа.

попадали в кабалу к крупным оптическим фирмам и жили очень бедно. Но они не бросали своего дела, потому что любили его.

Эти мастера не образуют одной династии подобно Гинану и его потомкам: секрет легко передать по наследству, а талант завещать нельзя. Их можно сравнить, скорее всего, с великими шахматистами. Они также достигали успеха своим невероятным упорством, напряжением всех сил. Но шахматный чемпион сыграет тысячи партий, а стекольщик отполирует за всю свою жизнь всего несколько больших стекол, которые долго после его смерти будут безупречно работать в телескопах разных стран, служить молчаливым стеклянным памятником огромного труда.

Одному из таких знаменитых мастеров — англичанину Греббу — и были заказаны русскими учеными в 1912 году стекла для нового телескопа Пулковской обсерватории.

Прошло десять, прошло пятнадцать лет, а стекла всё еще не были готовы. В 1930 году старый мастер умер. И встал вопрос: кому же теперь передать заказ?

Тогда обсерватория обратилась к знаменитой германской оптической фирме Цейсс. Цейсс готов был взяться за дело: у него уже был запасен подходящий кусок стекла. За шлифовку и полировку Цейсс потребовал сто тысяч марок золотом. И поставил еще одно неременное условие: срок не указывается. Он постарается выполнить работу в два с половиной года. Но если не выйдет, то не выйдет. Может быть, придется ждать пять лет, а может быть — и десять.

Что было делать? Согласиться?

Тогда-то наш оптический институт и предложил: прежде чем соглашаться на условия Цейсса, надо попробовать сделать рефрактор самим. Неужели у нас не найдется своих мастеров, которые смогли бы сварить, отформовать, отшлифовать и отполировать стекло для рефрактора?

К этому времени у нас уже было свое, хорошо поставленное производство оптического стекла и свои крупные специалисты в области шлифовки, полировки и изготовления точной оптики. За изготовление заготовок дисков для рефракторов из лучшего, самого однородного и чистого стекла диаметром в 30 дюймов (75 сантиметров) взялись сразу два завода оптического стекла. Чтобы стеклянные диски для рефракторов были самого лучшего качества, пришлось разрешить немало трудных задач. Обычно оптическое стекло остывает в том же горшке, в котором и варится. При остывании стекло в горшке растрескивается на сравнительно мелкие куски, из которых и делают оптические детали.

Для того, чтобы получить такой большой кусок стекла, какой был нужен для рефрактора, надо было остудить стекло в горшке другим способом.

В эти дни на заводе собралось много ученых и инженеров — лучших специалистов в области оптического стекловарения. За стеклом неотступно следили. Остуживание горшков со стеклом велось по особому, специально разработанному режиму. Расчеты инженеров и ученых оправдались. Несколько огромных кусков стекла было получено. Но хотя количество стекла по весу в этих кусках было достаточным, форма их была такой, что диски нужных размеров из них еще не выходили. Тогда эти куски были уложены в плоские круглые формы из огнеупорной глины такого же диаметра, что и диск рефрактора. Формы намазали особым составом, чтобы стекло не прилипло к их стенкам и не могло растрескаться при остывании. Формы со стеклом поставили в печи и начали их разогреть.

Стекло постепенно растекалось и заполняло формы. Тогда нагревание прекратили и диски начали студить. Но сказать, что они получились удачно, было еще нельзя: пока стекло горячее, определить его качество невозможно.

Надо было ждать, пока диск остынет. Для этого пришлось запастись терпением, так как при быстром охлаждении в стекле могли возникнуть «натяжения». Что же такое эти «натяжения»? Почему они могут получаться в стекле?

Все тела при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются. Этот закон знают все. Стекло также при остывании сжимается, то есть объем его уменьшается. При быстром охлаждении может случиться так, что наружный слой остынет и сожмется раньше, чем внутренний, который благодаря этому не позволит сжаться наружному слою до наименьшего объема. Когда же внутренний слой также остынет и будет иметь окончательный объем, то он будет как бы стягивать на себя наружный слой, в стекле появятся «натяжения».

Иногда при быстром или неравномерном остывании натяжения могут оказаться настолько сильными, что стекло может растрескаться. Довольно часто и случается так, что какая-нибудь стеклянная банка или бутылка трескается сама собой. Но и тогда, когда трещин не образуется, натяжения в стекле получаются настолько значительные, что стекло, каким бы оно ни было хорошим, начинает неправильно преломлять лучи света. Например, если бы в астрономическом диске оказались натяжения, то его уже нельзя было бы поставить в телескоп, так как отдельные его части стали бы преломлять лучи не одинаково и телескоп работал бы не точно, а это совершенно недопустимо. Для того чтобы натяжений в стекле не получалось, все изделия из стекла надо охлаждать очень равномерно и медленно. И чем крупнее изделие, тем медленнее и осторожнее надо его охлаждать.

Стеклянные диски для телескопа остывали несколько месяцев: каждый день на два-три градуса. Наконец диски остыли. С огромным волнением открыли печи инженеры и рабочие, — ведь столько труда было затрачено на их изготовление. И труды не пропали даром. Несколько дисков удались прекрасно.

Теперь надо было найти людей, которые смогли бы из этих дисков сделать линзы-рефракторы. И такой человек нашелся. Это был советский ученый-физик Д. Д. Максutow — человек, который посвятил всю свою жизнь постройке телескопов. Еще мальчиком он начал делать маленькие телескопы для школ, а затем — зеркала и линзы для самых точных оптических приборов. Сначала диск шлифовали несколько месяцев,

сняли с него всё лишнее стекло и придали ему нужную форму линзы.

Теперь надо было отполировать поверхность линзы, снять совсем тонкий слой стекла. И вот на это времени ушло еще больше, — ведь требовалась очень большая точность. Наконец и полировка была закончена.

Специальная комиссия устроила самое строгое испытание нашим отечественным рефракторам. Их сравнивали с подобными же стеклами Цейсса. И они оказались ничуть не хуже и даже лучше цейссовских.

Так наша молодая оптическая промышленность блестяще справилась с труднейшей задачей в той области, в которой иностранные фирмы считали себя непревзойденными.

Отечественный рефракторный телескоп был целиком изготовлен на советских заводах и установлен в Пулковской обсерватории под Ленинградом, где и работал отлично до тех пор, пока обсерватория не была варварски разрушена немецкими фашистами во время Великой Отечественной войны. Такие же отечественные телескопы были установлены в других обсерваториях Советского Союза.

Страна, которая может строить телескопы, может строить и любые, самые сложные оптические приборы, в том числе и те, которые нужны для войны. И действительно, наша армия теперь обеспечена полностью «оптическим вооружением» — и биноклями, и стереотрубами, и фотоаппаратами, и оптическими прицелами.

Современный линзовый телескоп — это большое, сложное сооружение, состоящее из множества различных частей и механизмов. Длина трубы линзового телескопа с поперечником рефрактора в 1000 сантиметров должна быть около 20 метров. Нужны сложные механизмы, чтобы направлять трубу на любой участок неба и чтобы труба автоматически поворачивалась за перемещающейся планетой или звездой. Это действительно великолепный «глаз» человечества, созданный стеклоделами и учеными.

Телескоп, устроенный по образцу галилеевского, достиг своего предела. В продолжение трехсот лет он развивался, совершенствовался, рос. Но дальше расти он уже не может.

За эти триста лет он, правда, породил целую семью оптических приборов, сходных с ним по своему устройству. Членами этой семьи являются бинокли — театральный и военный, — подзорная труба, стереоскопическая труба, телескопический прицел винтовки и артиллерийская панорама.

В одно и то же время и подзорная труба, и перископ, и прицельный прибор...

Да, старый галилеевский телескоп может гордиться своими многочисленными потомками. Все они развиваются и совершенствуются, все приносят пользу и в мирное и в военное время.

А как же сам телескоп? Неужели его уже нельзя усовершенствовать?

ТЕЛЕСКОП-ГИГАНТ

Собрать пучок лучей в точку может не только линза, но и вогнутое зеркало. Так почему бы не построить в таком случае зеркальный телескоп, основанный не на преломлении, а на отражении света?

Первый зеркальный телескоп построил в 1668 году Исаак Ньютон. Это был совсем маленький инструмент, — его вогнутое зеркало было меньше спичечного коробка. Всё же в этот телескоп были отчетливо видны очень далекие от нас спутники Юпитера.

Зеркальные телескопы называли рефлекторными: слово «рефлектор» означает: «отражатель».

Чем больше «световая воронка» телескопа, тем больше света в него попадает и тем телескоп сильнее. В телескопе-рефлекторе «световой воронкой» служит вогнутое зеркало. Понятно, что строители телескопов старались сделать зеркало как можно больших размеров.

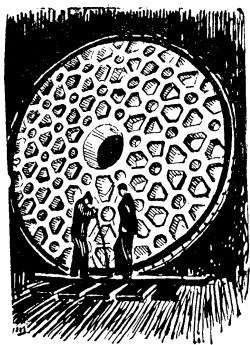
Астроном Гершель построил полтора столетия назад исполинский по тем временам телескоп: поперечник его зеркала был больше метра. Зеркало было сделано не из стекла, а из сплава меди и олова.

Медь, как известно, сильно расширяется от тепла. Стоило притронуться к зеркалу пальцем — и оно под влиянием теплоты уже меняло свою форму. Конечно, такое ничтожное изменение формы не было заметно. Но его было достаточно для того, чтобы световые лучи отклонились в сторону и изображение в телескопе стало неясным, так что сам же Гершель предпочитал наблюдать небо не через этот большой телескоп, а через другие, меньшие.

Стеклянное зеркало было бы несравненно лучше металлического. Но делать совершенно чистое, однородное стекло тогда еще не умели.

После того как научились варить оптическое стекло, стали строить телескопы со стеклянными зеркалами.

Зеркальные телескопы имеют даже некоторые преимущества перед линзовыми. В линзовых телескопах на краях изо-



Зеркало отлили в виде тонкой пластины с ребрами на задней стороне.

бражения появляются радужные полосы благодаря тому, что при преломлении белый свет разделяется на составляющие его отдельные цветные лучи. Устранение этих радужных полос требует значительного усложнения конструкции телескопа. В рефлекторных телескопах цветных полос не возникает, потому что свет в них не преломляется, а только отражается. Требования к качеству стекла для зеркала значительно слабее, чем к стеклу для линзы, так как в зеркале работает только поверхность стекла, на которую наносится отражающий слой серебра или алюминия.

Желая проникнуть всё дальше в глубины вселенной, астрономы всё время стремились строить телескопы со всё большими размерами зеркал. Самый большой телескоп-рефлектор был построен в Америке. Поперечник его зеркала — 5 метров. Изготовить такое огромное зеркало оказалось не менее сложно, чем самый большой линзовый рефрактор.

Прежде всего нужно было каким-то способом уменьшить вес зеркала, — ведь стеклянный диск такой величины должен весить сорок тонн. Он стал бы прогибаться от собственной тяжести.

Как бы ничтожно мал ни был прогиб, всё равно форма зеркала исказится и изображение сразу станет неясным.

Чтобы избежать этого, решили отлить диск не сплошным, а в виде тонкой пластины с ребрами на задней стороне. Это облегчило вес зеркала ровно вполтину.

Надо было также принять меры к тому, чтобы зеркало не меняло своей формы от колебаний температуры. Для этого его отлили из такого сорта оптического стекла, которое почти не расширяется при нагревании.

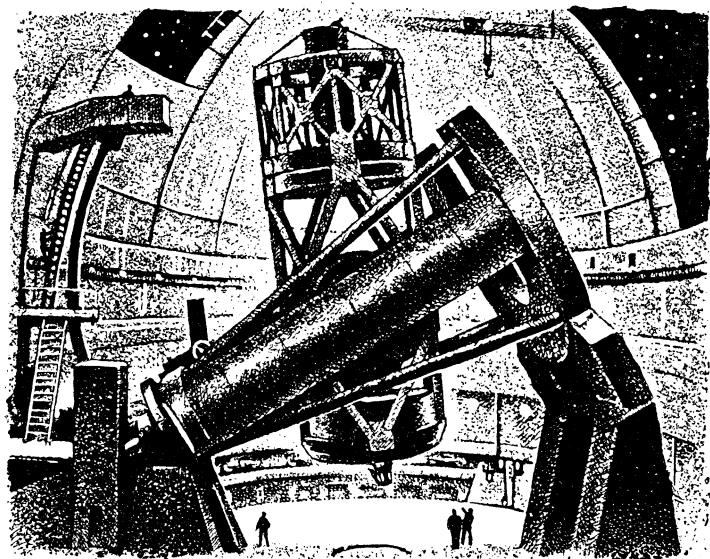
Отлить такой огромный диск из стекла было очень трудно. Рабочие целый день черпали стекло из печи большими ковшами и переливали его в форму, а потом отлитый диск остывал целый год.

Шлифовку и полировку стекла решили произвести в городе Пасадена в Калифорнии. Для этого потребовалось перевезти диск через всю Америку.

Но как провезти такой огромный кусок стекла по железной дороге? Если его поставить на ребро, — он заденет арки мостов, под которыми будет проходить поезд. А если положить, —

его край высунется далеко из вагона и будет мешать встречным поездам.

Пришлось построить для этого куска стекла специальный вагон-платформу с низко опущенным полом. Диск положили в круглую стальную коробку на толстый слой пробки и войлока. Коробку поставили на ребро. И поезд тронулся.



Телескоп-гигант.

Это был особый поезд в составе трех вагонов. Его пассажиром был самый большой в мире кусок стекла.

Впереди шел поезд с технической инспекцией, которая проверяла, в полном ли порядке путь, не тряхнет ли где-нибудь хрупкого пассажира.

Весь караван передвигался очень медленно и только днем.

Несколько лет ушло на шлифовку и полировку зеркала. Ведь требовалась точность до одной десяти тысячной миллиметра. А что такое десяти тысячная миллиметра? Паутинная ниточка в пятьдесят раз толще.

Наконец кончили и полировку. Теперь огромное вогнутое стекло, похожее на блюдо, надо было превратить в зеркало: нанести на его отполированную сторону слой алюминия. Это

сделали в особой камере, из которой выкачали воздух, как из электрической лампочки.

Алюминиевый слой получился ровным и тонким: «толщиной» всего в несколько молекул.

Наконец зеркало было готово и установлено в гигантском телескопе, построенном на горе Паломар, в 75 километрах от города Сан-Диего. Зеркальный рефлектор укреплен на дне трубы высотой с пятиэтажный дом. Астроном-наблюдатель помещается в кабине у верхушки трубы.

Гигантский рефлектор собирает света в миллион раз больше, чем хрусталик человеческого глаза. Значит, такой телескоп показывает звезды, в миллион раз более слабые, чем те, которые можно увидеть невооруженным глазом.

У зеркальных телескопов, так же как и у линзовых, есть свои недостатки. Прежде всего, если поверхность зеркала сделать просто шаровой, то изображение будет получаться расплывчатым. Для того, чтобы изображение было отчетливым, поверхность зеркала должна быть не шаровой, а более сложной — параболической. Изготовление таких поверхностей значительно более сложно, чем шаровых. А точность поверхностей зеркала должна быть много больше, чем линзы-рефрактора. Очень важно и то, что зеркала более чувствительны к прогибам, чем линзы. Ничтожный прогиб зеркала сразу делает изображение нечетким.

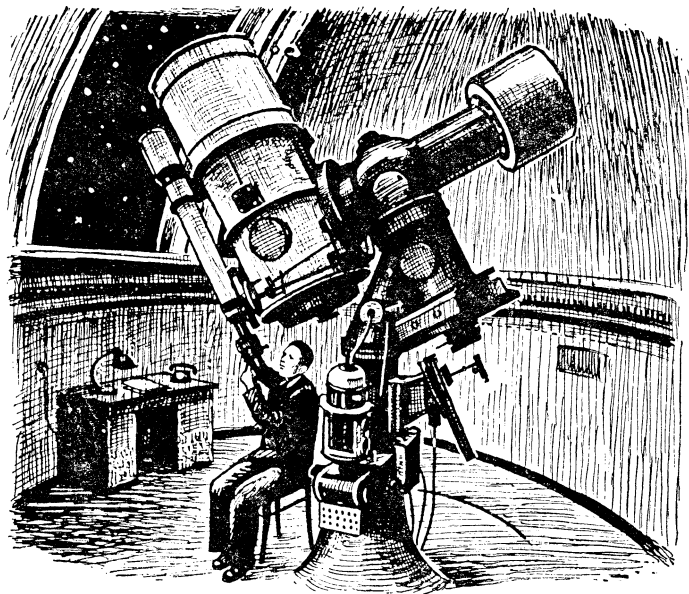
Борьба между линзами и зеркалами велась с тех пор, как были изобретены зеркальные телескопы. Спор между астрономами о том, какие телескопы лучше, продолжался бы и сейчас, если бы не были найдены пути их примирения.

СОПЕРНИК ТЕЛЕСКОПА-ГИГАНТА

Ученая мысль и современная техника не остановились на телескопах-гигантах. Еще не успели построить и опробовать телескоп-гигант в Америке, а на свет появился его соперник, обладающий большими преимуществами перед ним. Этот соперник — менисковый телескоп, изобретенный нашим советским ученым — Д. Д. Максуповым.

Идея менисковых оптических приборов была предложена Д. Д. Максуповым в 1941 году. Заключается она в том, что в приборы с зеркальными отражателями-рефлекторами вводится стеклянная выпукло-вогнутая линза-мениск, которая исправляет ход лучей в приборе. Зеркальный рефлектор в менисковых те-

лескопах имеет простую шаровую поверхность; это значит, что изготовить его не трудно. Сам по себе шаровой рефлектор давал бы плохое изображение. Значит, для исправления изображения надо придумать какое-то особое устройство. Таким устройством и явилась предложенная Максутовым менисковая линза, которая имеет также простые шаровые поверхности. В отличие от всех других линз, менисковые выпукло-вогнутые



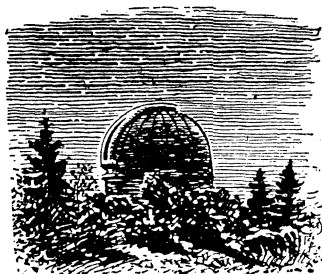
Менисковый телескоп Максутава.

линзы не дают радужных полос на краях изображения. Раньше никто не замечал этого свойства менисков; оно было открыто и блестяще использовано Максутовым. Соединение шарового зеркала с шаровым мениском позволило создать великолепный телескоп, значительно превосходящий по своим качествам все другие телескопы.

Мы уже рассказывали вам о трудностях, которые возникают при изготовлении зеркальных и линзовых телескопов. Конструировать и делать менисковые телескопы много проще, чем рефракторные и рефлекторные. Благодаря большей простоте изготовления их отражающие и преломляющие поверхности

могут быть сделаны очень точно, а это значит, что и изображение они дадут очень хорошее. Кроме того, менисковые телескопы имеют значительно меньшую длину, чем другие. Например, менисковый телескоп Максудова, с поперечником мениска в 1 метр, будет иметь длину трубы всего в 2 метра, а длина линзового телескопа с рефрактором того же диаметра должна быть равной 20 метрам.

Менисковые оптические системы — это настоящая революция в оптике. Это замечательное открытие нашего советского ученого имеет огромное значение для науки. Новый телескоп проникает в глубины звездного мира дальше, чем самый большой телескоп до него. Он улавливает слабый свет туманностей, находящихся от Земли на расстоянии миллиарда световых лет, — в переводе на километры это составляет число в 23 цифры. И еще много тайн вселенной откроет человечеству его «глаз», устремленный в небо.





Глава десятая

ЦВЕТНОЕ СТЕКЛО

**ПЕРВЫЙ УЧЕНЫЙ СТЕКЛОВАР — МИХАИЛО ВАСИЛЬЕВИЧ
ЛОМОНОСОВ**

Цветное стекло люди узнали много раньше, чем белое. Бусы, кольца, вазы, флаконы и чаши, которые люди делали еще тысячелетие назад, были из окрашенного, часто непрозрачного стекла. В те далекие времена сварить цветное стекло было легче, чем бесцветное. Стеклоделы не знали тогда, что для получения неокрашенного стекла нужны чистые материалы, а при варке из тех веществ, какие были у них под руками, стекла получались обычно некрасивого грязно-зеленого цвета из-за тех примесей, железа и других металлов, которые содержались в песке, мраморе и других природных материалах, служивших составными частями стекла.

Если же в стекло специально вводились добавки некоторых металлов, то грязно-зеленый цвет перекрывался какой-нибудь другой яркой окраской, и стекла получались красивыми, как драгоценные камни. Непрозрачным стеклом часто делали потому, что в нем не были видны пузырьки и частицы непроварившегося песка, и изделия из такого стекла выглядели гораздо красивее, чем из прозрачного.

По мере того, как развивалось стеклоделие, всё более разнообразные цвета стекол научились получать мастера, всё ярче и чище становилась окраска изделий. Но искусство окраски стекла оставалось секретом немногих стеклоделов, который они хранили от других людей и уносили с собой в могилу или передавали по наследству своим детям и внукам. Для них владение секретами цветного стекла было средством их личного обогащения. Им было безразлично, почему стекло ведет себя так или иначе. Им нужно было только знать, как из дня в день варить стекло, чтобы получать его всегда одинаково красиво окрашенным.

А цветное стекло имело свои особенности, не зная которых стеклоделам было не легко бороться с неудачами. Нередко случалось так, что какое-нибудь стекло вдруг переставало удаваться, и тогда никто на всем заводе не знал, что надо делать, чтобы вновь его исправить.

Но так не могло продолжаться вечно. Владельцы тайн цветного стекла не могли навсегда остаться их собственниками. Нашлись люди, которые не только самостоятельно открыли все секреты цветного стекла, но и улучшили его, научившись владеть процессами и изучив природу окраски стекла.

И первым, кто начал изучение цветного стекла и заложил научную основу в его производство, был наш великий русский ученый — Михайло Васильевич Ломоносов.

Ломоносов был одновременно физиком, химиком, геологом, минерологом, астрономом, философом, историком, литератором, поэтом и художником. Но кроме всего этого он был еще и первым ученым-стекловаром.

Трудно представить себе, как могли в одном человеке совмещаться столь разнообразные таланты и интересы. И ведь в каждой из этих областей он был глубоким исследователем, в каждую из них он внес новые ценные вклады, прославив русскую науку и искусство.

Цветное стекло, по словам самого Ломоносова, было одним из его главных увлечений. Цели, к которым стремился великий Ломоносов, были совсем другими, чем те, которые преследовали его предшественники за границей. Изучая стекло, он никогда

не думал использовать результаты в своих интересах. Наоборот, он стремился как можно скорее поделиться с другими плодами своих трудов, сделать их достоянием народа и принести пользу своей Родине.

Но прекрасные стремления Ломоносова постоянно встречали противодействие со стороны руководства русской Академии наук, во главе которой в то время стояли невежественный бюрократ Шумахер и другие иноземцы, которым, по свидетельству самого Ломоносова, «... было опасно происхождение в науках и произвождение в профессорах природных россиян, от которых он [Шумахер] уменьшения своей силы больше опасался. . . Шумахер неоднократно так отзывался, я де великую прошибку в политике своей сделал, что допустил Ломоносова в профессора».

Вот в какой враждебной обстановке пришлось работать Ломоносову. Но с исключительной энергией и настойчивостью он добивался возможности вести научную работу по химии и, в частности, по химии цветного стекла.

Станным кажется сейчас, что в то время руководство единственного научного учреждения в России считало занятия в лаборатории для ученого совершенно излишними. Будучи профессором химии, Ломоносов семь лет добивался разрешения на постройку химической лаборатории. Трижды он обращался в Академию наук с прошением об организации лаборатории, и три раза ему отказывал в этом Шумахер. Наконец он и другие русские ученые обратились с жалобой в сенат, и сенат разрешил построить при Академии наук химическую лабораторию.

И вот, наконец, первая в России химическая лаборатория была построена в Петербурге, на 2-й линии Васильевского острова, на участке «ботанического огорода» Академии наук. С жаром принялся Ломоносов за оборудование лаборатории. Всё в ней предусматривало возможность глубокого и всестороннего изучения многих химических явлений и в том числе процессов окрашивания стекла. В течение трех лет Ломоносов собственноручно сварил более двух тысяч опытных стекол, а всего за время работы по стеклу — более четырех тысяч. Результаты своих опытов Ломоносов тщательно записывал в лабораторных журналах. Часть из них сохранилась и дошла до нас.

Работы Ломоносова по цветному стеклу очень много дали для всей дальнейшей науки о стекле. Он глубже, чем все другие стеклотехники до него, изучил процессы окрашивания стекла различными металлами и способы получения прозрачных и непрозрачных цветных стекол.

ФАБРИКА В УСТЬ-РУДИЦЕ

Изучая цветное стекло в лаборатории, Ломоносов всё время думал о том, как использовать результаты своих работ на практике: дать возможность России избавиться от ввоза различных стеклянных изделий из-за границы, улучшить качество вырабатываемых на русских заводах стекол. Но для того, чтобы осуществить все эти намерения, необходима была уже не лаборатория, а специальная фабрика. В своем письме графу Шувалову (4 января 1753 года) Ломоносов писал, что созданием фабрики «кончатся все мои великие химические труды, в которых я три года упражнялся и которые бесплодно потерять мне будет несносное мучение. . .»

Но далеко не все влиятельные люди, от которых зависело воплощение в жизнь заветного желания Ломоносова, разделяли его стремление. Многие считали, что использование на практике результатов научных работ является неподобающей затеей, унижительной для ученого и для науки. Этим зачастую объяснялось нежелание оказать поддержку Ломоносову в его начинаниях. Значение стекла в жизни человека, в технике и науке было тогда мало известно не только простым людям, но и представителям «высшего общества» — дворянам и знатным, титулованным особам. Поэтому Ломоносов решил рассказать в понятной для всех форме о свойствах и разнообразных применениях стекла и убедить окружавшее его общество в необходимости развития стеклоделия в России и постройки задуманной им фабрики. Для этого он написал длинное письмо в стихах на имя графа Шувалова, имевшего большое влияние при царском дворе и оказывавшего поддержку Ломоносову. В этом письме Ломоносов прекрасно отразил и сущность стекла и все известные в то время виды его применения. «Письмо о пользе стекла» Ломоносов издал за свой счет в типографии Академии наук в большом числе экземпляров и разослал широкому кругу людей. Нет сомнения в том, что, прочитав это письмо, многие из тех, кто считал постройку фабрики цветного стекла причудой Ломоносова, изменили свое мнение об этом.

В сенат Ломоносов подал прошение, что он «... желает к пользе и славе Российской империи завести фабрику делания изобретенных [им] разноцветных стекол и из них бисеру, пронизок [бус] и стеклярусу [крупного бисера] и всяких других галантерейных вещей и уборов, чего еще поныне в России не делают, но привозят из-за моря великое количество ценою на многие тысячи. . .»

На этот раз сенат поддержал предложение Ломоносова и дал ему разрешение на постройку фабрики. Теперь было необ-

ходимо получить подходящий участок из казенных (государственных) земель, имеющий всё необходимое для постройки и работы стекольной фабрики, то есть в первую очередь лес для топлива, песок как основную составную часть стекла, и воду как источник механической силы. Такой участок Ломоносов также подыскал сам; это была деревня Усть-Рудица и несколько соседних с ней деревень, находящихся в 65—80 километрах от Петербурга, недалеко от города Ораниенбаума (теперь город Ломоносов). Этот участок и был отдан под фабрику, и Ломоносов с увлечением принялся за ее постройку. При постройке фабрики и во время ее работы он проявил себя как исключительно талантливый инженер. Проект фабрики был сделан им самим. Для кладки фундамента был необходим кирпич, — Ломоносов построил вблизи Усть-Рудицы кирпичный завод специально для этой цели, так как возить кирпич с ближайшего завода, с имевшимися в то время транспортными возможностями, обошлось бы намного дороже. Для выполнения многих механических работ была построена на реке Рудица водяная мельница. Эта мельница размалывала крупные куски мрамора и других материалов для стекольных шихт, она же приводила в движение шлифовальные станки. По тем временам это было большим техническим прогрессом: на многих стекольных фабриках, принадлежавших помещикам и купцам, станки приводились в движение руками крепостных, тяжелый труд которых ничего не стоил.

Строилась фабрика около двух лет. За это время Ломоносов подготовил хороших мастеров, послав их учиться на другие стекольные заводы.

Фабрика начала работать и выпускать продукцию весной 1754 года. На ней изготовлялась разноцветная столовая и парфюмерная посуда: графины, кружки, блюдечки, чашки, стаканы, песочницы, чернильницы, цветники и т. д. Часть этих изделий украшали дополнительно гранением и резьбой. Там же изготовляли в больших количествах разноцветный бисер и стеклярус, запонки и серьги.

В 1757 году Московский университет решил издать собрание сочинений Ломоносова. Для этого издания по заказу графа Шувалова был написан французским художником Фессаром портрет Ломоносова. Портрет этот и до сих пор является самым известным портретом Ломоносова. На нем великий ученый изображен сочиняющим оду «ее императорскому величеству». Окружают его предметы, характеризующие его научную деятельность. А на заднем плане художник изобразил окно, в которое видно бурное море с двумя кораблями и сверкающей молнией над ними. Художник хотел изобразить Ломоносова в

образе придворного поэта. Но Ломоносову не понравилось такое изображение его деятельности. Он пригласил другого художника и попросил его переделать задний план на портрете. На исправленном варианте вместо корабликов и моря в окно видно любимое детище Ломоносова — Усть-Рудицкая фабрика «делания цветных стекол»; действующая печь (над крышей поднимается дым), водяная мельница и поленница дров, показывали, что фабрика хорошо обеспечена топливом. Так Ломоносов показал, что он не отделим от своего любимого дела, и подчеркнул свое стремление к реализации плодов своих научных трудов.

КАРТИНЫ ИЗ СТЕКЛА

Ломоносов интересовался не только прозрачным окрашенным стеклом; он страстно увлекался также смальтами — непрозрачными цветными стеклами для выкладывания мозаичных картин. Заинтересовался мозаикой Ломоносов так. Однажды у графа Шувалова он увидел привезенный из Италии мозаичный портрет. Его восхитила эта чудесная, составленная из разноцветных стеклянных кубиков картина.

Неужели нельзя делать такие же прекрасные вещи у нас в России?

И Ломоносов решил сам взяться за составление мозаики.

При проведении работ по изучению окраски стекол в своей лаборатории Ломоносов очень много внимания уделял цветным смальтам. Огромное разнообразие цветов и оттенков сумел он получить в смальтах. После постройки фабрики в Усть-Рудице можно было начать на ней изготовление и цветных смальт. Как только было заготовлено необходимое количество кусочков цветных стекол, Ломоносов принялся за выполнение мозаичных картин. Как и все другие начинания, первые мозаичные картины были сделаны им собственноручно.

Первой мозаикой Ломоносова была икона, сделанная из четырех тысяч стеклянных кубиков. Затем он сделал мозаичные портреты Петра I, Елизаветы и Екатерины II. И здесь Ломоносов проявил себя талантливым художником. В 1764 году он был избран почетным членом Болонской (Италия) Академии художеств за его заслуги в мозаичном искусстве.

После мозаичных портретов Ломоносов, уже вместе со своими учениками, взялся за огромную — в 42 квадратных метра — мозаичную картину «Полтавская баталия». Этой картиной хотели украсить стену Петропавловского собора.



Мозаичная картина М. В. Ломоносова «Полтавская баталия».

Такая большая мозаика требовала огромного набора стеклянных кубиков всех цветов. Ведь чем больше оттенков в распоряжении художника, тем лучшую картину он может создать. Нужно очень правильное и тонкое зрение, чтобы из всех этих оттенков выбрать самый подходящий. Непривычный к такой работе человек даже не заметит разницы между соседними оттенками — настолько она неуволима, — а мастер заметит и из множества кубиков выберет самый нужный.

Мозаичные картины делают по нескольку лет. Они требуют от художника необычайной тщательности, бесконечного терпения.

Почти пять лет работал Ломоносов над «Полтавской баталией» и закончил ее незадолго до своей смерти.

А затем картину постигла очень странная участь. В собор ее не повезли. Никто о ней не заботился. Огромная картина пропала без вести.

Прошло более полутора столетия. Произошла Великая Октябрьская социалистическая революция. И вот однажды, приводя в порядок подвалы Академии наук, рабочие наткнулись на какие-то большие, очень тяжелые ящики. Их было много. Открыли один из них, — в нем оказался кусок мозаики, изображавший голову петровского солдата. В другом ящике нашли дру-



Часть мозаичного панно, украшающего Московский метрополитен.

гой кусок мозаики — штандарт Петра Первого. В остальных ящиках также лежали куски мозаики.

Эта была разрубленная на куски «Полтавская баталия».

В советской стране оценили по достоинству изумительный труд Ломоносова. Куски мозаики осторожно извлекли из ящиков, соединили их, выпавшие кусочки стекла заменили новыми.

Сейчас великолепная стеклянная картина, напоминающая нам о славных боевых делах русской армии, возвращена к жизни и украшает стену в главном здании Академии наук в Ленинграде.

Если так ценили в царской России труд стеклодела, который был одновременно и великим ученым, то понятно, чего могли ждать другие русские мастера по стеклу.

В наши дни искусство мозаики не забыто. Чудесные мозаичные картины и панно украшают стены и потолки станций московского метрополитена, рассказывая людям о великих подвигах и победах русского народа.

СТЕКЛА, ФИЛЬТРУЮЩИЕ СВЕТ

Почему же и как получают стекла, окрашенные в различные яркие цвета: красные, голубые, зеленые, синие, желтые?

Вот, например, красивые красные стекла, похожие на драгоценные камни рубины; их так и называют рубинами. Еще в XVII веке умели делать искусственные рубины, для чего в стек-

ло вводили золото. Мастер, знавший секрет золотого рубина, умер, а вместе с ним умер и способ получения рубина. И узнали его снова только в XIX веке.

А вот о том, что такие же рубиновые стекла можно получать, если вводить в стекло не дорогое золото, а дешевую медь, не знали долго, а между тем и в том и в другом случаях происходят одни и те же процессы.

Рубиновые стекла изготавливаются следующим образом. Вначале при варке стекло с небольшим количеством меди и олова бесцветно, и изделия из этого стекла получаются также бесцветными. Их снова нагревают до определенной температуры, и вот тогда-то они расцветаются в красивые красные цвета, похожие на цвет драгоценного рубина.

Медные рубины более капризны, чем золотые, и потому часто случалось, что при варках медного рубинового стекла хорошее красное стекло не выходило. А иной раз стекло получалось совсем неокрашенным, и никакими способами не удавалось вызвать в нем красную окраску.

Много позже, когда варкой стекла стали интересоваться ученые-химики, они разобрались во всех тонкостях производства всевозможных окрашенных стекол и избавили стеклоделов от многих досадных неудач.

Почему же медные рубиновые стекла получаются не всегда одинаково удачно? Оказалось, что не всегда медь ведет себя в стекле одинаково. Чтобы получить красивый рубин, надо, чтобы медь не соединялась с другими составными частями стекла, а находилась в нем в виде мельчайших кристалликов металлической меди, которые равномерно распределены по всему стеклу. При варке медного рубина сначала частицы меди очень малы, и их присутствие в стекле ничем не обнаруживается. Поэтому быстро остывшее стекло бесцветно. Но стоит только это стекло нагреть и подержать при температуре в 600—700°, как начинает появляться красная окраска и стекло превращается в рубин.

Что же здесь происходит? Оказывается, что при этих температурах, хотя стекло еще твердое, в нем уже возможно некоторое движение, и вот частицы меди приближаются друг к другу, собираются вместе и выстраиваются в определенном порядке. Эти кристаллики уже настолько велики, что не могут пропустить весь попадающий на них свет; они образуют как бы сетку, в которой застревают лучи света всех цветов, кроме красного. Красным же лучам удается пробраться через эту сетку, и поэтому стекло становится красным. О них так и говорят, что они пропускают красные лучи и поглощают все остальные: они как бы фильтруют свет, как фильтруют химики в лаборатории

свои растворы. Осадок остается на фильтре, а раствор свободно проходит через него. Этим-то свойством пропускать или поглощать лучи разного цвета и объясняется окраска всех без исключения стекол. Цветные стекла, которые используются для выделения лучей какого-нибудь одного цвета, так и называют светофильтрами.

Конечно, свет фильтруется через стекло не совсем так, как фильтруются растворы. В зависимости от того, какое вещество вводится в стекло, меняется цвет стекла, то есть через одни стекла проходят только синие лучи, а через другие — только зеленые. При этом только в рубиновых стеклах введенные частицы металла находятся в виде кристалликов, а в большинстве других стекол металл так же хорошо в них растворен, как сахар или соль в воде, и образует со стеклом вполне однородную массу. Однако способность поглощать или пропускать лучи разных цветов остается. Больше того, та же самая медь, если она будет находиться в стекле не в виде кристалликов, а растворится в нем и соединится с другими его частями, окрасит стекло уже не в красный, а в сине-зеленый цвет. Теперь уже очень хорошо известно, какие металлы окрашивают стекло в тот или другой цвет. Например, никель окрашивает стекло в фиолетовый или коричневый цвет, хром — в желтозеленый, кобальт — в синий, марганец — в фиолетовый. Если ввести в стекло одновременно 2 или 3 красителя, можно получить промежуточные цвета. Так, для того, чтобы получить зеленое стекло, надо ввести в стекло вместе и медь и хром. Однако далеко не все красители можно смешивать в стекле. Если в шихту стекла ввести марганец и железо, то окраска марганца совсем пропадет, он обесцветится. Наоборот, хром при внесении его в стекло вместе с марганцем очень усиливает окраску последнего. Составные части самого стекла также очень сильно влияют на окраски, производимые одними и теми же красителями.

Советские химики и инженеры умеют получать стекло любых цветов и оттенков и по своему усмотрению менять их лучше, чем это делали в старину самые опытные мастера, и уж, конечно, не делают из этого секретов. В деле создания отечественного производства стекла для светофильтров очень много сделал советский ученый, профессор В. В. Варгин.

Каких только стекол не делают теперь на наших заводах! Разнообразие их, пожалуй, больше, чем разнообразие красок в палитре художника. Цветные стекла используются теперь не только для изготовления красивой посуды, картин и украшений зданий. Они служат также для всевозможных научных и технических целей. Цветные светофильтры используются в прибо-

рах для выделения из белого света лучей какого-либо одного цвета, для поглощения вредных или мешающих лучей.

Везде мы видим цветные стекла. Как ярко светятся в темноте красные, зеленые и желтые сигнальные огни! Красные фонари в фотографических лабораториях предохраняют от порчи светочувствительные пластинки и бумагу. Желтые светофильтры употребляются для фотографии и аэрофотосъемки. Есть еще черные стекла, выделяющие невидимые ультрафиолетовые или инфракрасные лучи, и стекла, которые, наоборот, поглощают эти лучи и пропускают видимые.

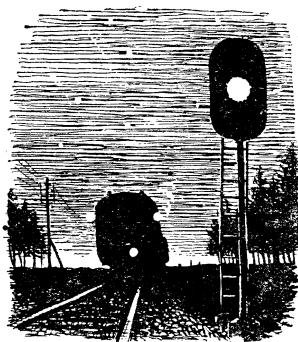
Можно было бы привести еще много примеров применения светофильтров, но мы расскажем только о некоторых из них.

РАЗГОВОР ЦВЕТНЫХ ОГНЕЙ

Когда наступает вечер и темнота надвигается на землю, кипучая жизнь большого города не затихает. Всё так же много людей на улицах. Несутся автомашины, трамваи и троллейбусы; они развозят людей по домам после трудового дня или в театры, кино и концертные залы. Всем им надо поскорее добраться до места. Но видеть в темноте на больших расстояниях невозможно. Кто же предупреждает людей о приближении транспорта и оберегает их от опасности? Это цветные сигнальные огни. Как отчетливо и ярко светятся в темноте красные, зеленые и желтые огни светофоров, регулируя уличное движение! На трамваях горят разноцветные огоньки в разных сочетаниях. Мы видим издали, какой номер трамвая приближается к остановке. У каждой автомашины сзади горит красный фонарик, который не позволяет наскочить на нее машинам, едущим за ней вслед. Свободное такси зажигает зеленый фонарик.

Все эти цветные огоньки и делают безопасным и удобным передвижение по улицам. Если бы не было цветных сигналов, уличное движение в большом городе пришло бы в полный беспорядок. Можно не сомневаться, что число несчастных случаев возросло бы во много раз, а скорость передвижения транспорта в несколько раз замедлилась. Ни шоферы, ни водители трамваев, ни пешеходы не знали бы, когда и в каком направлении можно безопасно идти и ехать.

Сигнальные огни на железных дорогах издали сообщают машинисту паровоза, свободен или занят путь впереди. Пассажиры поездов спят спокойно; они знают, что дежурные обход-



Сигнальные огни на железной дороге.

чки, стрелочники и диспетчеры следят за исправностью путей и зажигают зеленые огни, если всё в порядке, и красные — если поезд надо задержать.

На морских и речных путях также горят сигнальные огни. Красные и зеленые фонарики на бакенах указывают безопасный фарватер речным судам. Сигнальные огни зажигаются на мачтах и бортах судов, чтобы встречные пароходы не только видели их издали, но и знали, с какой стороны их надо обходить.

На аэродромах зажигают огни, которые разрешают или запрещают самолетам посадку. Огни указывают, где и в каком направлении должен приземляться самолет.

Почему же основными сигналами выбраны зеленый и красный огни?

Это сделано не случайно, а по вполне определенным причинам, для того, чтобы сигналы были далеко и хорошо видны и чтобы их нельзя было спутать между собой и с другими огнями. Например, если бы огонь, говорящий о том, что путь впереди безопасен, был не зеленый, а белый или желтый, его можно было бы легко спутать с огнями обычных уличных фонарей и светящимися окнами домов. Между собой красный и зеленый цвета огней также различаются наиболее сильно. Даже издали их никто не спутает между собой. Красный огонь всегда означает сигнал тревоги или предупреждает об опасности. Это тоже не случайно. Оказывается, что только красный цвет глаз человека воспринимает сразу, как только его увидит, как красный. Все же другие огни на больших расстояниях кажутся белыми. Для безошибочного определения их цвета необходимо еще значительно приблизиться к ним, после того, как человек их заметит.

Кроме основных сигналов во многих случаях для более полных сведений, которые надо сообщить водителям транспорта, вводятся еще дополнительные сигналы: желтый, белый и синий. Все они также имеют вполне определенные назначения и должны иметь точно заданный цвет и яркость. Сигнальные стекла, как видно, не простые цветные стекла, а точные светофильтры. Их цвет и количество пропущенного света должны быть выдержаны точно и могут быть выражены в числах.

ТЕМНЫЕ СТЕКЛА

Если смотреть на солнце незащищенными глазами, то можно сильно испортить зрение. Поэтому для наблюдения солнечного затмения рекомендуют всем смотреть на солнце только через закопченное стекло. Черная сажа, ложась тонким слоем на стекло, сильно ослабляет солнечный свет. При этом все солнечные лучи проходят через такое стекло одинаково ослабленными, и стекло получается темносерым.

Но закопченное стекло не очень-то удобно. Сажа быстро смазывается со стекла и оказывается на пальцах и на носу наблюдателя.

А темные стекла нужны не только для наблюдения такого редкого явления, как солнечное затмение. Они нужны везде, где люди имеют дело с очень яркими источниками света, слепящими глаза.

Конечно, необходимо было придумать такой светофильтр, который мог бы заменить закопченное стекло.

Оказалось, что это сделать совсем не сложно. Вводя в стекло сразу несколько металлов, главным образом никель и железо, можно получить серые стекла; они поглощают почти одинаково лучи всех цветов.

Темные стекла необходимы для многих целей.

Через темное стекло смотрят на ослепительно яркое пламя вольтовой дуги при электросварке. Без такого стекла сварщик очень скоро ослепнет.

Темные стекла вставляют в очки, которые носят люди с больными глазами. Для них даже обычный дневной свет слишком ярок и может сильно утомлять глаза, а иногда даже вызвать слепоту.

Путешественники и туристы, которые проводят много времени на освещенных солнцем снежных пространствах, также должны предохранять свои глаза от ослепительно яркой белизны снега.

Темносерые стекла ослабляют лучи всех цветов равномерно. Сквозь обычные темные очки всё видно, как в сумерки, а в сумерки все цвета теряют свою чистоту и меньше отличаются друг от друга.

Иногда же бывает необходимо совершенно отчетливо разглядеть всё, что находится на освещенных солнцем, ослепительно ярких пространствах воды, неба или снежных равнин. Тогда применение обычных серых очков уже не поможет. Для этого случая нужны были бы такие очки, которые и глаза защищают и в то же время не сглаживают, а, наоборот, усиливают различие в окраске предметов.

Оказалось возможным справиться и с этим. Удалось получить такие стекла, которые имеют серую окраску, — значит, защищают глаза и в то же время не ослабляют, а, наоборот, делают более заметным различие в цвете. Для этого надо, чтобы не все цвета ослаблялись одинаково, а только некоторые, называемые дополнительными. Эти стекла назвали цветокомпенсирующими.

ДНЕВНОЙ СВЕТОМ ВЕЧЕРОМ

Конечно, все замечали, что вечерний электрический свет, даже и очень яркий, всё-таки отличается от дневного, солнечного света. Это происходит потому, что электрические лампочки, в которых свет получается за счет накаливания металлической нити, дают много красных и желтых лучей и мало синих. Поэтому электрический свет желтый, а не белый.

При электрическом свете многие краски выглядят не так, как при дневном.

Если художник напишет картину при электрическом свете, то днем она будет выглядеть совсем иначе. Может случиться, что тело вместо розового получится лиловатым; трава будет не зеленая, а синезеленая, не похожая на натуральную зелень, и всё в таком роде.

Наоборот, то, что должно рассматриваться при вечернем свете, например декорации для театра, надо и писать вечером, чтобы цвета не искажались и оставались такими, какими их хотел изобразить художник.

Это не очень-то удобно. Нельзя же писать отдельные картины для дневного и электрического освещения и любоваться ими в специальных вечерних или дневных картинных галереях.

Здесь пришла на помощь наука о светофильтрах.

Ученые точно установили, сколько и каких лучей не хватает в электрическом свете по сравнению с солнечным. Когда это стало известно, то удалось сделать такое стекло, которое поглощает определенное количество красных и желтых лучей в электрическом свете и пропускает целиком все синие. Дневной свет через такое стекло выглядит голубым. Если же из него сделать колпак на обычную электрическую лампу, то свет от нее будет совсем белый, как дневной.

Таковыми стеклами пользуются везде, где надо вечером создать впечатление дневного света. Их так и называли стеклами дневного света.

СТЕКЛО СЕВЕРА И СТЕКЛО ЮГА

В 1800 году английский астроном Гершель решил узнать, какие лучи несут больше всего тепла. Он пропустил солнечный свет через призму, так что получился спектр. Затем в различных местах спектра он положил термометры.

А один из термометров он положил за красной полоской спектра, там, где было темно.

Вскоре все термометры нагрелись.

В зеленой полоске спектра ртуть термометра поднялась на три градуса, в фиолетовой — на два. А больше всего — почти на семь градусов — поднялась она в том термометре, который лежал в темноте.

Это было очень странно.

Много раз повторяли этот опыт, и каждый раз больше всего нагревался тот термометр, который оставался в темноте, за красной полоской.

Это можно было объяснить только так: спектр на самом деле шире, чем его видят наши глаза. По соседству с красными лучами имеются еще какие-то, невидимые нами, лучи. И эти-то лучи несут больше всего тепла.

Так были открыты невидимые лучи, лежащие за красной полоской спектра. Назвали эти лучи инфракрасными.

Не прошло и года, как были открыты другие невидимые лучи, те, что находятся за другим краем спектра, по соседству с фиолетовой полоской.

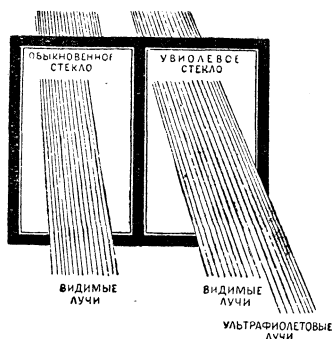
На эти лучи указал не термометр: ультрафиолетовые лучи несут очень мало тепла. Их уловила фотопластинка: она потемнела там, где ее коснулись эти лучи.

Кто бы мог подумать прежде, что кроме видимого нами света есть еще и такой, который мы не видим?

Инфракрасных лучей мы не видим, но всё же мы их чувствуем: ощущаем их теплоту. Ультрафиолетовые лучи мы не ощущаем никак. А между тем эти лучи — очень сильные: они, например, убивают бактерии.

Человеку такие лучи — конечно, не в чрезмерном количестве — полезны. Недаром их называют «лучами жизни».

И вот, оказывается, эти «лучи жизни» не могут проникнуть к нам в комнаты. Стены домов задерживают большую часть всего солнечного света, а стекла в окнах, пропуская видимые лучи, задерживают примерно половину ультрафиолетовых. Значит, в комнаты проникает ультрафиолетового света во много раз меньше, чем содержится его в солнечных лучах, доходящих до земли. Понятно, что человек, не выходящий из комнаты, не может загореть, даже если комната считается солнечной.



Увиолевое стекло, в отличие от обыкновенного, пропускает ультрафиолетовые лучи.

Тот, кто проводит большую часть времени в помещении, расплачивается за это — особенно, если он живет на севере, — малокровием. Еще хуже приходится детям: кости у них не крепнут и ножки становятся кривыми. И всё это из-за недостатка ультрафиолетовых лучей!

Как было бы хорошо, если бы можно было создать «искусственное солнце» в комнате, то есть источник света, излучающий необходимые человеку ультрафиолетовые лучи!

Ультрафиолетовых лучей очень много содержится в лампах, в которых свет дают пары ртути, когда через них проходит электрический ток. Но для того, чтобы эти лампы могли заменить солнечный свет, их стеклянная трубка должна хорошо пропускать ультрафиолетовые лучи.

Оказывается, такое стекло можно сварить не из обычной смеси соды, извести и песка, а из кварца.

Лампы из кварцевого стекла изливают целые потоки ультрафиолетового света.

В каждой больнице имеются теперь специальные лампы из этого стекла; их называют «горным солнцем». Болезни боятся их света: раны быстрее затягиваются, воспаление проходит, малокровие исчезает.

Из кварцевого стекла делают в больших количествах трубки для ртутных ламп, а большие тонкие листы делать еще не научились. А хорошо было бы по возможности пропустить ультрафиолетовую часть солнечного света через оконные стекла в комнаты. Нельзя ли всё же сделать оконное стекло прозрачным для ультрафиолетовых лучей?

Это была не легкая задача, но химики ее разрешили.

Химики начали с того, что попытались узнать, какое же вещество из тех, что составляют стекло, задерживает ультрафиолетовые лучи. Оказалось, что ни песок, ни известь, ни сода в этом не виновны. Виновно железо, — ничтожная примесь железа имеется в стекле.

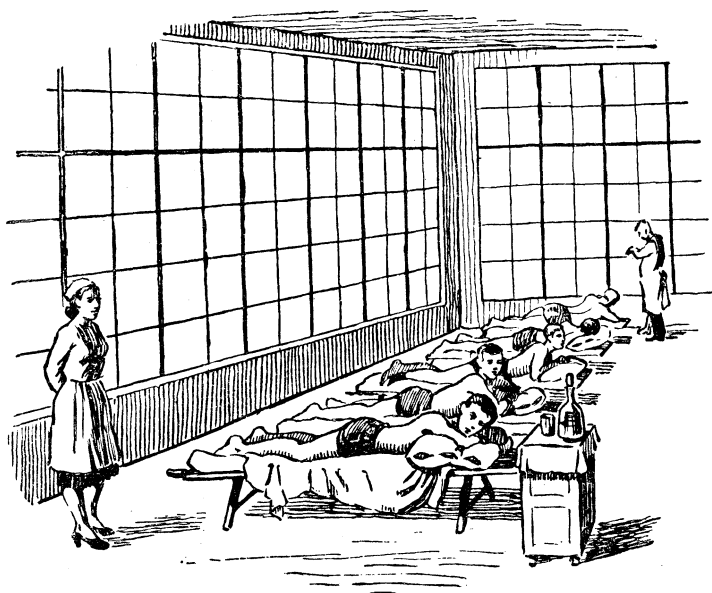
Наоборот, примесь борной кислоты облегчает ультрафиолетовым лучам прохождение сквозь стекло.

Узнав это, химики составили особый рецепт стекла, такого

стекла, в котором почти нет железа и много борной кислоты. Это стекло называли увиолевым.

Так химики разрешили трудную задачу: создали стекло, прозрачное для ультрафиолетовых лучей.

Казалось бы, недалеко то время, когда в окна можно будет вставлять увиолевое стекло и в комнату впервые за тысячи лет вольется настоящий, оздоравливающий солнечный свет.



Закрытый соларий.

Но, к величайшему огорчению ученых и врачей, оказалось, что в больших городах, над которыми всегда поднимается дым и копоть многочисленных заводов, ультрафиолетовые лучи почти полностью поглощаются в атмосфере, и до нас доходит солнечный свет, почти лишенный целебных ультрафиолетовых лучей. Так что вставлять в окна городских домов увиолевые стекла бесполезно. Но зато за городом, в больницах и санаториях, где лечатся и отдыхают больные, конечно, надо стараться использовать весь ультрафиолетовый свет. Особенно это важно на севере, где солнце не так щедро и его свет надо ловить и ценить.

Но только разрешили ученые задачу получения стекол, пропускающих ультрафиолетовые лучи, как перед ними встала другая, обратная: создать стекло, совершенно не пропускающее эти лучи.

Мы уже говорили, что обычное стекло пропускает очень мало ультрафиолетового света. Но даже и это малое количество невидимого света может иногда натворить большие беды.

В витрине магазина выставлены красивые пестрые ткани. Их заливают потоки солнечного света. Не пройдет и десяти дней, как краски заметно поблекнут, дорогие ткани «выгорят». Это сделали ультрафиолетовые лучи.

В просторных залах библиотеки имени Ленина в Москве бережно хранятся рукописи и письма великих русских писателей: Пушкина, Гоголя, Толстого, Горького. В широкие окна льется солнечный свет, а с ним и ультрафиолетовые лучи. Чернила бледнеют и выцветают, сама бумага желтеет. Если не принять мер, то через месяц вместо драгоценного документа у нас окажется простой листок бумаги: все, что на нем было написано, исчезнет бесследно.

Можно ли сделать стекло совершенно непрозрачным для ультрафиолетовых лучей?

Казалось бы, проще всего сварить стекло с большой примесью железа; ведь именно железо задерживает эти лучи. Но такое стекло было бы зеленым, оно плохо пропускало бы и видимый свет.

Химики нашли среди «редких земель» такие, которые задерживают ультрафиолетовый свет еще сильнее, чем железо. Сварили стекло с примесью этих веществ. Получилось стекло бесцветное и не пропускающее невидимых лучей.

Такое стекло изготавливают теперь специально для музеев и библиотек.

Инфракрасные лучи тоже причиняют подчас большие неприятности.

Больному делают сложную операцию. Над столом висит очень мощная лампа: хирургу надо отчетливо видеть все кровеносные сосуды и нервы, идущие к больному органу. Но всякая лампа дает не только обычные, а еще и инфракрасные, тепловые лучи. И вот в операционной становится жарко, как в бане, хирургу работать тяжело, лампа обжигает и сушит рану.

Нужно было как-то обезвредить лампу: придумать фильтр, который задерживал бы тепловые лучи. Конечно, таким фильтром могло быть только стекло.

Химики сумели создать и такое стекло.

В этом случае железо сослужило полезную службу. Ни один другой металл не задерживает инфракрасные лучи так хорошо,

как железо, если одновременно с железом в стекло добавить немного угля и металлического олова или цинка. При этом железо окрашивает стекло довольно слабо в зеленовато-голубой цвет. Поэтому теплозащитное стекло, избавляя от теплового действия инфракрасных лучей, почти не искажает окраску рассматриваемых через него предметов.

Такое стекло нужно не только в операционных. Теплозащитные светофильтры используются, например, в кинопроекторных аппаратах. Дело в том, что цветные киноленты менее прозрачны, чем чернобелые, и для того, чтобы цветное изображение на экране было достаточно ярким, надо иметь в кинопроекторе очень мощный источник света. Но такие источники света вместе с мощным потоком света излучают и очень много тепла. Сильный перегрев очень вреден для цветной пленки: она пересыхает, краски ее выцветают. Понятно, что при таких условиях пленка очень быстро портится, а ведь картина должна жить как можно дольше, чтобы ее посмотрели во всех уголках страны. Как же сохранить кинопленку? И здесь также помогло теплозащитное стекло; его ставят между источником света и кинолентой. Стекло поглощает почти все тепловые лучи, и пленка не перегревается.

Очень полезны теплозащитные стекла и тогда, когда людям приходится работать рядом с печами, от которых пышет жаром.

Но у всех теплозащитных стекол есть один существенный недостаток. Ведь когда стекло поглощает тепло, оно само нагревается. Чем дольше находится теплозащитное стекло на пути тепловых лучей, тем сильнее оно нагревается. Наконец температура стекла становится настолько высокой, что оно само делается источником тепла.

Многие, не учитывая собственного нагревания теплозащитных стекол, считали, что на юге, где летом очень жарко, надо вставлять в окна домов и веранд теплозащитные стекла, и тогда в помещениях будет приятная прохлада. Однако это не совсем так. Поглощая солнечные лучи, стекла постепенно накалятся, и от них начнет излучаться тепло, как от жарко нагретых печек. Ясно, что в этом случае значительной защиты от тепловых лучей не получится. Для защиты помещений от перегрева солнцем было бы значительно интереснее иметь стекла, которые не поглощают, а отражают тепловые лучи. Обыкновенное зеркало получается при нанесении на стекло тончайшего слоя алюминия или другого металла. Блестящая поверхность металла отражает почти весь падающий на нее видимый свет. Можно найти и нанести на стекло такие пленки, которые будут пропускать все видимые лучи и отражать тепловые. Такие

инфракрасные зеркала почти не будут нагреваться и смогут служить надежной защитой от тепловых лучей как угодно долго. Наверное, в недалеком будущем найдут способ изготовления и таких теплозащитных стекол.

НЕВИДИМЫЙ СВЕТ

Но не всегда инфракрасные лучи излишни. Бывают и такие случаи, когда нам нужны именно эти лучи, а не видимый свет.

Инфракрасными лучами пользуются, например, на войне. На фотопластинке, чувствительной к этим лучам, можно снять — в полной темноте — военный лагерь противника, город, военный корабль. Через туман невидимые инфракрасные лучи проникают лучше, чем видимые, и они противнику незаметны.

Их пускают узким пучком, как луч прожектора, и такую передачу сигналов противнику очень трудно перехватить.

Во всех таких случаях нужна лампа, дающая только инфракрасные лучи.

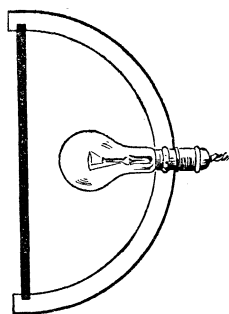
Однако лампы, которая давала бы лишь эти лучи, нет. Всякая лампа испускает и видимые и невидимые лучи. А ведь если к пучку невидимых лучей примешаются видимые, сигнализация сразу станет заметной, ее увидит неприятель.

Надо, значит, задержать на этот раз видимый свет, а пропустить одни только инфракрасные лучи. Это делает особое, черное — с добавкой марганца и хрома — стекло — марблит. Лампа, сделанная из этого стекла, совсем не светит, хотя бы она была светосилой в тысячи свечей. Марблит задерживает видимый свет. Зеркальный отражатель с таким стеклом пропустит только инфракрасные лучи.

Не менее важным стеклом, открывшим перед учеными новые возможности, оказалось стекло, которое поглощает все лучи, кроме ультрафиолетовых. Если через такое стекло смотреть даже на ярко освещенные предметы, то их будет совсем не видно, а ультрафиолетовые лучи оно будет пропускать очень хорошо. Этим стеклом воспользовались, чтобы отфильтровать — выделить один только ультрафиолетовый свет.

Если источник света, например ртутную дугу, заключить в фонарь с таким стеклом, то в комнате будет почти совершенно темно, конечно, если перед этим закрыть черными шторами окна. Но вот вы вошли в комнату, немного присмотрелись и привыкли к темноте, и тогда вы будете наблюдать очень интересные явления. Прежде всего вы увидите, что на темном фоне

лиц окружающих вас людей светятся яркими голубовато-белыми пятнами белки глаз и зубы, а также ногти на руках. Некоторые предметы, за которыми раньше, при обычном свете, не наблюдалось ничего особенного, также начинают светиться необычным, каким-то совсем особенным, волшебным светом, и при этом окраска его очень разнообразна. Многие кристаллические вещества, природные минералы, растворы органических красителей, а также многие сорта стекол светятся голубым, зеленым, желтым, красным, — словом, всеми цветами спектра. Это так красиво, что те, кто видят это замечательное явление в первый раз, обычно не могут оторвать глаз от волшебной игры красок.



Зеркальный отражатель с марблитовым стеклом.

Особенно замечательно то, что светится вся глубина вещества, а не только его поверхность. Это явление свечения различных веществ при освещении их ультрафиолетовым светом называется люминесценцией.

Наука о люминесценции многим обязана крупнейшему советскому физику, академику С. И. Вавилову и его ученикам.

Люминесценцию сейчас очень часто можно видеть в театрах. Никакими другими световыми эффектами и техническими приспособлениями нельзя изобразить всевозможные сказочные превращения и волшебства так красиво и просто, как с помощью люминесценции. Если на темной сцене вдруг распускаются чудесные светящиеся цветы или вырастают роскошные дворцы, — это значит, что в рампе зажгли ртутные лампы, закрытые черным стеклом, пропускающим только ультрафиолетовые лучи. Цветы же и дворцы были нарисованы на декорациях заранее особыми составами, которые светятся под действием ультрафиолетовых лучей, а при обычном свете их совсем не видно. Люминесценция не только эффектное, красивое зрелище. Это целый огромный мир, который открылся ученым совсем недавно, всего лишь несколько десятилетий назад. А сейчас наука о люминесценции бурно развивается и проникает в самые разнообразные отрасли науки, промышленности и искусства.

С помощью люминесценции изучают законы строения вещества и изменений, происходящих в них. Открывают ничтожные примеси различных металлов в рудах. По характеру и цвету люминесценции различают совершенно одинаковые по внеш-

нему виду материалы, обнаруживают дефекты в металлических деталях, определяют всхожесть семян и т. д.

Очень важные результаты дала науке микроскопия в ультрафиолетовых лучах. Оказалось, что многие микроорганизмы и клетки, если их рассматривать под микроскопом в ультрафиолетовом свете, становятся очень хорошо видны благодаря тому, что они сильно люминесцируют различными цветами. При рассмотрении же в обычном белом свете их часто совсем нельзя различить, потому что они не отличаются по цвету от окружающей среды.

С помощью люминесцирующих веществ даже превращают энергию ультрафиолетовых лучей в видимый свет.

Что же это за черное стекло, с помощью которого можно видеть невидимый свет и выделять одни только ультрафиолетовые лучи из солнечного света или другого источника света? Это стекло прежде всего должно быть изготовлено из очень чистых материалов, таких же чистых, как те, из которых изготавливают бесцветные, прозрачные для ультрафиолетовых лучей стекла. К такому чистому стеклу добавляют довольно много никеля и кобальта, которые так сильно окрашивают стекло, что оно кажется совсем черным, но для ультрафиолетовых лучей оно остается еще очень прозрачным.

Есть еще лучи Рентгена. Ими просвечивают тело насквозь, так что становятся видны внутренние органы и кости. Кроме того, они излечивают многие болезни.

Однако эти лучи в то же время очень опасны.

Первой жертвой их был ученый Халл-Эдуарс. Он начал исследования рентгеновских лучей в 1896 году, вскоре после того, как они были открыты.

Спустя некоторое время доктор Халл-Эдуарс заметил на своей руке небольшую язву. Затем появились одна за другой еще несколько язв. Лечение не помогало. Язв становилось всё больше, он начал сильно страдать.

Только тогда он понял, как лукавы эти новые лучи. Они исцеляли пациентов, но уничтожали мышцы и кости врача. В конце концов ему пришлось отнять руку.

С тех пор врачи, работающие у рентгеновских аппаратов, стали защищаться свинцовым экраном: свинец — это как бы защитная броня, он не пропускает рентгеновских лучей. Но через свинец ничего не увидишь. Нужна была прозрачная броня.

На помощь опять пришли химики-стеклотехники.

Они сварили стекло с большой примесью свинца. Плитки из такого стекла прозрачны для световых лучей и непроницаемы для рентгеновских.

РУБИНОВЫЕ ЗВЕЗДЫ И ЗОЛОТОЙ ШПИЛЬ

На старинных башнях московского Кремля день и ночь сверкают пять рубиново-красных пятиконечных звезд. Эти звезды неразрывно связаны с Москвой — столицей Советского Союза. Они являются как бы символом свободы и могущества великого советского социалистического государства.

Рубиновые звезды зажглись в 1937 году и являются выдающимся достижением техники.

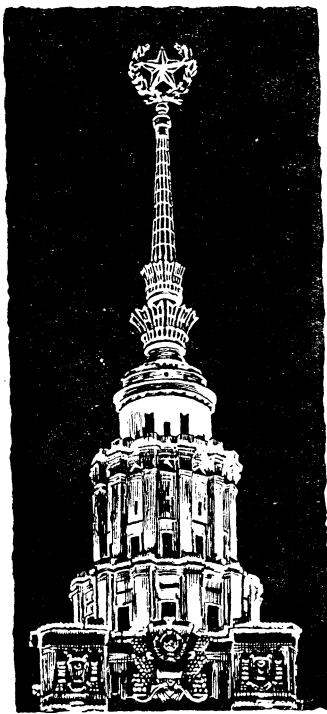
Стекло играет немаловажную роль в этом сооружении. Звезды сделаны из яркочерного рубинового стекла. Это рубиновое стекло получается путем введения в его состав не дорогого золота или капризной меди, а селена в комбинации с другими химическими соединениями. Его и называют селеновым рубином. Селеновые рубиновые стекла обладают очень красивой, яркой окраской и имеют одно очень важное и интересное свойство. Меняя соотношение между количествами красителей, можно получать желтые, оранжевые, красные и совсем темно-красные стекла. Селеновые стекла много дешевле, чем золотые, а по красоте цвета не уступают золотым и значительно превосходят медные. Селеновые рубины узнали и научились варить совсем недавно, каких-нибудь три десятка лет назад, а сейчас они уже почти полностью вытеснили старые золотые и медные рубины.

Для того, чтобы звезды были красивого красного цвета не только ночью, но и днем, их сделали из светлорубинового стекла и положили на слой молочно-белого стекла.

Стекла вставлены в металлический каркас. Размер звезд в поперечнике достигает 3—4 метров. Внутри каждой звезды установлена лампа мощностью в 5000 ватт. Чтобы звезда светила равномерно по всей поверхности, свет лампы направляется в каждый луч звезды системой стеклянных призм, подобных тем, которые применяются в маяках. А чтобы лампа



Кремлевская башня с рубиновой звездой.



Шпиль на высотном здании
Московского университета.

и стекла не перегревались, снизу их обдувают специальные вентиляторы.

Таких красивых, постоянно действующих сооружений из стекла нет нигде в мире.

Нельзя не рассказать еще об одном интересном и новом опыте применения цветного стекла для оформления архитектурного сооружения.

В прежнее время некоторые здания венчались шпилями, сверкавшими на солнце своей позолотой. Такими золочеными шпилями украшены здания Адмиралтейства и Петропавловской крепости в Ленинграде. Нелегко поддерживать в порядке эти шпили. Тонкий слой позолоты сходит довольно быстро, и шпиль тускнеет и темнеет. А производить золочение на месте очень сложно. Поэтому теперь золоченых шпилей не делают. Но архитектура новых зданий иногда требует завершения острым, уходящим в небо шпилем. Из чего же можно сделать шпиль, более дешевый и прочный, чем золоченый, и не уступающий ему по красоте? Конечно, из стекла.

Такой стеклянный золотой шпиль и увенчал высотное здание Дворца науки — Московского университета имени М. В. Ломоносова.

Красителей, окрашивающих стекло в золотой цвет, нет.

Каким же образом сделали золотой стеклянный шпиль?

Очень просто. Грани шпиля сделали из яркожелтых стекол, а их внутреннюю поверхность покрыли тонким слоем алюминия. Получилось золотое, сверкающее зеркало.

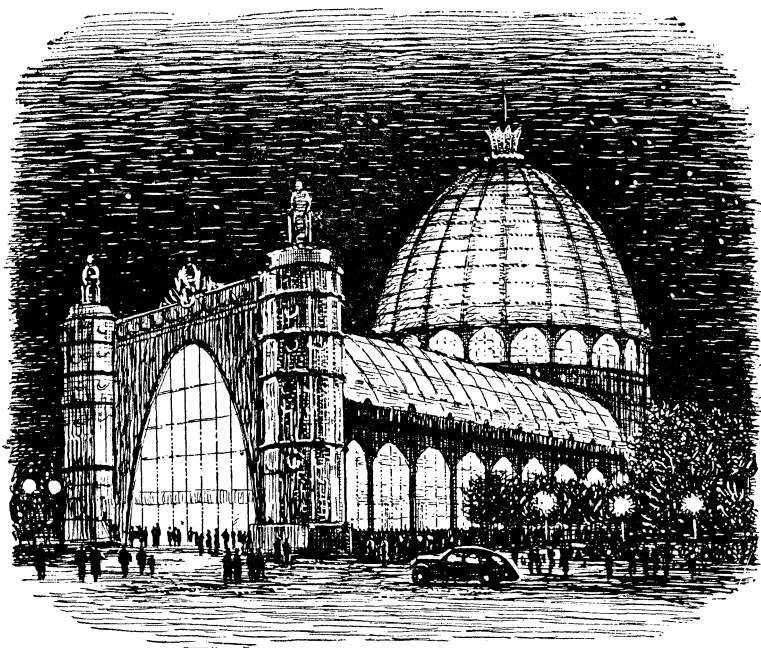
Глядя на шпиль университета снизу, никто и не догадается, что это не золото, а стекло.

Этот шпиль даже красивее золотого, потому что больше блестит. А жить этот шпиль будет много дольше, чем золотой. Ведь наружный слой стекла хорошо предохраняет зеркало от дождя и снега, и оно всегда будет оставаться блестящим.

Как видно, возиться с позолотой теперь совсем не нужно. Наверное, такой способ украшения зданий со временем будет широко использоваться.

Вот как высоко забрались цветные стекла и как они исправно служат на своих местах.





Глава одиннадцатая

ВЕК СТЕКЛА

ЧТО ТАКОЕ СТЕКЛО

Археологи делят всю историю человечества на несколько «веков»: каменный век, бронзовый, железный. Конечно, каждый такой век длится не сто лет, а гораздо больше, иногда много тысяч лет.

В каком веке живем мы сейчас? В железном, — почти все наши вещи либо сделаны из железа, либо созданы железными инструментами и машинами.

Не следует, однако, думать, что железный век будет продолжаться без конца. У железа появились уже соперники: более легкие металлы, пластмассы, стекло. С каждым годом они становятся всё нужнее. И возможно, что когда-нибудь они окажутся для техники важнее, чем даже железо.

Мы не знаем, как назовут этот новый век будущие ученые. Может быть, — веком легких металлов. Может быть, — веком пластмасс. А может быть, они назовут его — век стекла, стеклянный век.

Какие же преимущества таит в себе стекло, почему оно так ценно для нас? Чем отличается оно от всех иных веществ?

Стекло, как известно, делается из песка, извести и соды. Но само оно не похоже ни на известь, ни на соду, ни на песок.

Стекло прозрачно. Металл, камень, дерево, тысячи других веществ — все они непрозрачны.

Стекло легко окрасить в любой цвет. И для этого совсем не нужно покрывать его краской. Надо просто в шихту добавить, например, щепотку кобальта, или селена, или окиси меди. Мы получим по желанию синее стекло, красное, зеленое.

А металл не заставишь изменить его цвет. Медь всегда красная, золото — желтоватое. Никто еще не видел зеленой стали или красного серебра.

Стекло почти не меняется от времени. Железо от времени ржавеет, дерево гнивает, камень превращается в пыль.

Можно было бы продолжить перечисление особенностей стекла. Но и того, что сказано, достаточно. Каждый согласится: стекло действительно не походит ни на что другое.

Стекло так твердо, так крепко, что его нельзя поцарапать ни иглой, ни ножом, ни пилой. Его можно разрезать только алмазом или резцом из сверхтвердой стали.

Благодаря своей твердости стекло навек удерживает любую форму, какую ему придадут.

Все, наверное, видели флаконы с «притертой» стеклянной пробкой. В таких флаконах хранят духи. Пробка, войдя в горлышко флакона, точно прилипает к нему.

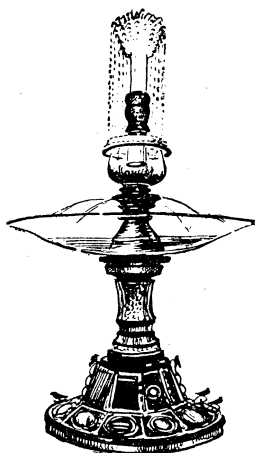
В чем секрет такой пробки?

В том, что она по своему размеру и по форме совершенно точно пригнана к горлышку. А так как стекло очень твердо, то можно хоть тысячу раз поворачивать пробку, — она не сотрется, не станет меньше.

Пригнать пробку к горлышку флакона не так уж трудно. А вот пригнать друг к другу большие, метровые куски стекла несравненно труднее, — малейшая неточность испортит всё дело.

Понятно, какое удивление и восхищение вызывал на всемирной выставке в Нью-Йорке выставленный в Советском павильоне огромный — высотой в 3 метра — фонтан, сделанный целиком из хрусталя.

Все части этого величайшего хрустального сооружения были совершенно точно пригнаны друг к другу.



Фонтан из хрусталя.

Этот хрустальный фонтан сделали рабочие завода «Красный гигант».

Стекло не только твердо; оно к тому же не горит, не боится едких кислот, и в нем не могут появиться микробы.

В наше время из стекла делают трубы и насосы для перекачки кислот.

Делают также стеклянные зубы, — они прочнее и гораздо дешевле фарфоровых.

На опытной ферме заболела однажды породистая корова. Ей сделали операцию: вырезали опухоль и большой кусок мяса. А вместо вырезанного куска вставили в бок стекло. Стекло «прижилось», корова привыкла к нему. Через стекло можно было видеть, что происходит в теле коровы.

Возможно, что в скором времени в физиологических лабораториях будут делать подобные операции для того, чтобы через «окошко» наблюдать за работой внутренних органов.

Стекло плохо проводит тепло. И это счастье для нас. Если бы стекло проводило теплоту, как медь или железо, комнату зимой невозможно было бы натопить: тепло сразу же уходило бы через оконные стекла.

Есть у стекла еще одна особенность, о которой обычно забывают: оно дает приятный музыкальный звук. В разное время были сделаны: стеклянные колокольчики, трубы, ксилофон, барабан, стеклянный орган и даже скрипка. Все эти инструменты испытывались не только в лабораториях, но и на концертах. Они оказались удачными.

Но самое важное свойство стекла — это его необычайная вязкость.

Горячее стекло можно тянуть, крутить, придавать ему любые, самые причудливые формы — оно не рвется.

На этом и основано искусство стеклоделов.

Стекло можно прессовать и отливать в формы, как чугун; его можно раскатывать валиком, как тесто; лепить из него, как из глины; выдувать из него пузыри, как из мыльной пены; тянуть лентой или нитью, как мед; шлифовать и полировать его, как мрамор; сверлить и обтачивать его, как дерево или сталь.

Нет на свете другого материала, который можно было бы обрабатывать столь разными способами.

Именно потому, что стекло так вязко, из него можно делать

статуэтки любой, самой причудливой формы с тончайшими деталями.

Ни из мрамора, ни из глины, ни из бронзы нельзя сделать, например, изображение самой обыкновенной мухи, передать ее тончайшее строение. А из стекла можно. Теперь вы видите, что стекло действительно обладает необыкновенными свойствами. Необыкновенные свойства стекла объясняются особенностями его строения. Это ясно.

Но как всё-таки построено стекло?

Изучением строения стекла занимались и великие русские ученые — М. В. Ломоносов и Д. И. Менделеев, — и советские академики — А. А. Лебедев и И. В. Гребенщиков, — и многие ученые за границей. Однако до сих пор эта задача еще не решена.

По внешнему виду стекло похоже на лед, только более прозрачно и твердо и не тает на воздухе. Так же, как лед был до замерзания жидкостью — водой, так и стекло во время варки было жидким расплавом. Но, затвердевая, вода образует кристаллы. Рассматривая зимой изморозь на окнах через простую лупу, можно видеть, что лед состоит из кристаллов. А в стекле таких кристаллов, которые можно было бы увидеть с помощью даже самого мощного электронного микроскопа, нет. Стекло застыло раньше, чем могли образоваться кристаллы. Однако стоит только немного изменить состав стекла, убавить одних веществ или прибавить других, и стекло закристаллизуется точно так же, как вода или расплавы солей и металлов. Про такое стекло говорят, что оно «зарухло». Но даже в обычных стеклах, которые совсем не склонны зарухать, могут при благоприятных условиях образоваться кристаллы. Для этого надо стекло выдержать длительное время при температуре, при которой оно начинает размягчаться, но еще не становится совсем жидким.

Еще очень много надо работать, чтобы проникнуть в тайны природы стекла. Сейчас мы много уже знаем о стекле; мы варим его теперь не наугад, не вслепую.

В этой книге было сказано, что стекло варится из смеси извести, соды и песка. Но из этой смеси получается только самое простое, обыкновенное стекло, например оконное или бутылочное.

В тех случаях, когда стекло должно обладать какими-либо специальными свойствами, к этой смеси прибавляют различные другие вещества. Одно только оптическое стекло имеет более сотни различных сортов.

Химика-стеклодела можно сравнить с пианистом. Перед пианистом черные и белые клавиши. Нажимая их в той или

инной последовательности, в том или ином сочетании, пианист может сыграть любое музыкальное произведение.

Перед химиком-стеклоделом не клавиши, а больше сотни различных веществ. Соединяя их в той или иной пропорции, составляя всё новые и новые смеси, химик может сварить любое стекло.

Количество возможных сочетаний бесконечно.

Из них испробованы далеко не все.

Только сейчас ученые начинают постигать сложные химические и физические законы, управляющие этими сочетаниями, законы, от которых зависят качества и свойства стекла.

В предыдущих главах мы рассказали о стеклянной посуде, о бутылках, о том, как делают оконное, зеркальное оптическое и цветное стекло. Но за последние десятилетия появились новые отрасли стеклоделия, о которых не знали прежде, родилось новое, совсем особенное стекло. В этой главе мы должны еще познакомиться со стеклом, которое не боится ни жара ни холода, с жидким стеклом, которое наливают в бочки, со стеклянными кирпичами, из которых строят дома, с голубой оптикой и со стеклянными тканями, из которых можно шить платья.

ПРОЧНО, КАК СТЕКЛО

Всем известна русская пословица: «Нет худа без добра». Это, конечно, верно! А вот о стекле можно сказать наоборот — «Нет добра без худа».

Действительно, такой прекрасный, универсальный материал, как стекло, имеет в то же время очень неприятное качество — хрупкость.

Стекло легко бьется. Даже не очень сильный удар заставляет его разлетаться вдребезги, с образованием острых, режущих осколков.

Что, если бы стекло при всех своих положительных качествах обладало еще и прочностью?

Насколько безопаснее для людей стало бы обращение с таким стеклом, насколько повысилась бы его ценность, например для остекления скоростного транспорта.

Долго старались люди придумать стекло, которое не билось бы или уж если разбилось, то без ранивших осколков. И, наконец, первый шаг в этом направлении был сделан.

Как это произошло?

В 1903 году в маленьком кабинете французского химика

Эдуарда Бенедиктуса шла очередная уборка. Метелка из перьев старательно сметала пыль с множества склянок и бутылочек, которыми были заполнены полки.

Вдруг одна из склянок упала с самой верхней полки на пол и, к удивлению ученого, не разбилась.

Это была самая обыкновенная колба с очень тонкими стенками. Правда, ее стенки оказались после падения покрытыми целой сетью трещин. И тем не менее она не рассыпалась на кусочки. Даже вода, налитая внутрь, не просачивалась наружу.

Лишь после внимательного осмотра колбы Бенедиктус понял, в чем дело: осколки стекла держались на какой-то тонкой, прозрачной пленке. Оказывается, в склянке хранился когда-то раствор нитроцеллюлозы, он давно испарился, но на стекле осталась гибкая, клейкая пленка; она, подобно тончайшей коже, пристала к колбе и предоохранила ее от разрушения.

Это был очень интересный случай, и о нем не следовало забывать. Вот почему на колбочке появилась наклейка:

В ноябре 1903 года эта колба упала с высоты трех с половиной метров и была поднята в том состоянии, в каком она находится сейчас.

Годы шли, Бенедиктус занимался своей работой и о занятом случае с колбочкой совсем забыл.

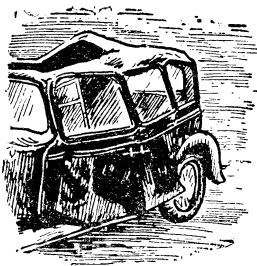
Но вот однажды, читая газету, он наткнулся на описание автомобильной катастрофы.

Машина налетела на телеграфный столб и свалилась в канаву. Из трех пассажиров один был убит, двое тяжело ранены осколками разлетевшихся вдребезги автомобильных стекол. Особенно много порезов получил шофер; острые, как кинжалы, осколки стекла изрешетили ему лицо и руки.

В статье было сказано, что две трети всех несчастных случаев с пассажирами происходят из-за того, что стекла машины разбиваются вдребезги.

Нельзя ли вставлять в автомобильные окна такие стекла, которые не давали бы осколков?

Статья заставила Бенедиктуса призадуматься. Стекло, не дающее осколков? Нечто подобное он читал или даже где-то видел... Еще маленькое усилие мысли, и память ему подсказала: а разбитая колба, упавшая с полки и оставшаяся целой, — ведь она именно не дала осколков.



Стекло триплекс не разбивается при катастрофе.

Несколько минут лихорадочных поисков в пыльном углу, и вот колба уже в руках. Совершенно верно, даже указана дата: «Ноябрь 1903 г.». Вот почти готовое решение вопроса.

Стоит только между двумя листами обыкновенного стекла укрепить слой прозрачного целлулоида, и получится «пакет» безопасного, безосколочного стекла. Если даже стекло будет разбито на тысячу кусков, все они останутся на месте, приклеенные к слою целлулоида.

Бенедиктус взялся за работу. Задача оказалась гораздо труднее, чем он думал. Всё же у него хватило настойчивости. Через два года трудности были преодолены, создан новый вид безопасного стекла, названный «триплексом».

Разбить вдребезги триплекс невозможно.

Автомобиль при катастрофе может быть смят, кузов его исковеркан, но стекло, хотя и покроется сетью трещин, всё же не разлетится.

Это стекло очень пригодилось на войне.

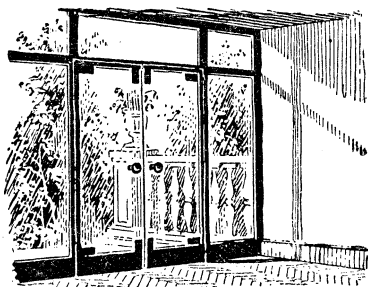
Если составить пакет не из двух, а из пяти слоев: трех слоев стекла и двух целлулоида, то получится столь крепкий триплекс, что его не пробить пулей.

Пуля может пробить первые два слоя, может расколоть еще третий слой, но пробить остальные два слоя у нее силы уже не хватает.

Такие стекла вставляют в смотровые щели танков.

В СССР разработан автоклавный способ изготовления триплекса.

Подготовленные заранее пакеты из стеклянных листов с целлулоидными прокладками закладывают в герметично закрывающиеся резиновые мешки, из которых затем выкачивается воздух. Благодаря разрежению в мешке наружное давление плотно сжимает листы. Мешки помещают в автоклав — аппарат, в котором создается повышенное давление.



Дверь из стекла — сталинита.

10 минут при 15 атмосферах достаточно, чтобы получить доброкачественное трехслойное стекло.

Всё же целлулоидная прокладка не очень хороша, — она довольно быстро желтеет и стекло мутнеет. Нашли более стойкие вещества для прокладок, но их применение удорожило процесс.

Для недорогих автомобилей нужно было найти безопасное стекло подешевле.

Тогда вспомнили о закалке. Ведь сталь можно закалить, сделать ее таким способом особо твердой. Нельзя ли закалить и стекло?

Берут лист стекла, сильно разогревают его и затем быстро остужают.

Что произойдет при этом?

Наружные его слои сразу остынут и сильно сожмутся. Они, точно тугая резина, охватят внутренний слой стекла, который будет остывать гораздо медленнее.

Стекланный лист окажется как бы одетым в невидимую броню, придающую ему необычайную прочность.

Сталинит — так называют у нас закаленное стекло — упруг, как стальная пружина.

Его можно скрутить, и после этого он сам расправится.

На лист сталинита с высоты в 1 метр бросили чугунный шар весом в килограмм. Шар отскочил от стекла, как от каменной плиты.

А ведь этот же шар разбил бы вдребезги десять листов обыкновенного стекла, положенных один на другой.

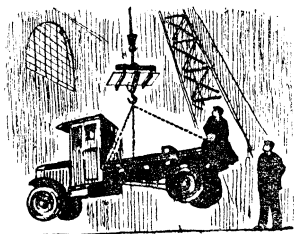
Лист закаленного стекла кладут концами на два стула, а на середину его становятся два человека. Стекло прогибается, как тетива лука, но всё же держится.

К толстому листу такого стекла подвесили однажды целый грузовик, да еще посадили в грузовик человека. Мощный подъемный кран поднял этот необычайный груз, — стекло не треснуло.

«Хрупко, как стекло», — это вошло в поговорку. Но поговорка явно устарела. Теперь следует говорить: прочно, как стекло.

Было бы заманчиво приготовить стаканы и графины из закаленного стекла. Такой стакан, если упадет на пол, только зазвенит и подпрыгнет, но не разобьется.

Закалить стакан или графин гораздо труднее, чем простой лист стекла. Всё же некоторым стеклоделам это удавалось.



К толстому листу сталинита подвесили грузовик.

СТЕКЛО, КОТОРОЕ НЕ БОИТСЯ ОГНЯ

Вот уже пятьдесят веков, как люди делают стеклянные вещи. Подумать только, сколько их было сделано за это время! А до нас дошло очень немного старинных кубков, кувшинов, чаш.

Стекло не гниет, как дерево. Не ржавеет, как железо. Не рассыпается от времени в пыль, как камень. Так куда же девалось старинное стекло, что стало с ним?

Оно погибло. Стекло могло бы быть необычайно долголетним, почти вечным, если бы у него не было двух недостатков. Первый недостаток — хрупкость. Второй недостаток — «огнебоязнь», если можно так выразиться.

О том, как стекло избавляется от своего первого порока, мы уже говорили.

Теперь мы скажем о том, как изобрели стекло, не боящееся огня.

О стекле Ломоносов когда-то сказал: огонь его родитель. Это верно. Но к этому можно добавить: огонь может быть и убийцей стекла. Стоит, например, стакан поднести близко к огню или поставить его на раскаленную плиту, и он сразу треснет, разрушится.

Почему стекло не выносит резкой смены температур? Потому, что оно, как и все другие вещества, расширяется от нагревания.

Но происходит это не сразу. Жар плиты прогреет сначала доньшко стакана, а его стенки еще не успеют нагреться. Доньшко, расширившись, нажмет на стенки, и они не выдержат этого напора и треснут.

Такая «огнебоязнь» — большой недостаток.

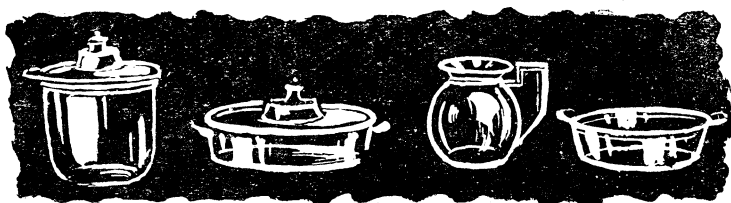
Со стаканами, блюдами, графинами приходится обращаться очень осторожно, оберегать их от резкой смены жары и холода.

Еще в древнем Риме появилась стеклянная посуда. Она сразу вытеснила всякую иную посуду, стала необходимой принадлежностью столовой. Но перешагнуть порог кухни она тогда не посмела: там она встретилась бы с огнем.

С отсутствием стеклянных сковородок можно примириться. Но ведь стеклянная посуда нужна еще химическим лабораториям. А химикам никак не обойтись без огня.

Нельзя ли всё же сделать такое стекло, которое не боялось бы огня? Для этого нужно, чтобы стекло очень мало расширялось от нагревания. Тогда оно и не будет трескаться.

Как всегда, стеклоделы начали с того, что стали искать виновника — на этот раз виновника расширения. Оказалось,



Посуда из стекла, которое не боится огня.

что виновна в этом сода: именно из-за нее стекло при нагревании сильно расширяется. Борная же кислота дает в сто раз меньшее расширение, чем сода.

Как только это стало известно, составить новый рецепт стекла — с большой примесью борной кислоты и с очень малой примесью соды — оказалось нетрудным. Такое стекло назвали «пирекс».

На вид это стекло трудно отличить от обыкновенного. А расширяется оно в восемь раз меньше, чем обыкновенное стекло. И этого оказалось достаточно, чтобы сделать его прямо-таки волшебным стеклом.

Раскаленная лампочка из пирекса не лопнет, если на нее брызнуть холодной водой. Лабораторную колбу с кипятком можно смело опустить в холодную воду, — она это выдержит.

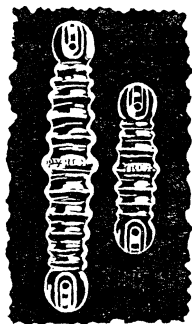
Теперь можно кипятить суп в стеклянном котле и жарить бифштекс на стеклянной сковородке.

Но не только в кухне и в лаборатории нашло себе место стекло пирекс.

Пирекс идет на изоляторы для авиасвечей, которые дают электрическую вспышку, зажигающую горючее в моторе. Своим нижним концом этот изолятор погружен в цилиндр, где происходят вспышки, дающие жар свыше 1000 градусов, а верхняя его часть находится на крышке цилиндра, охлаждаемой водой. В таких невероятно трудных условиях маленький стеклянный изолятор работает сотни часов.

После всего сказанного станет понятным, почему именно в пирексовую оболочку заключили американцы небольшую посылку, адресованную... людям 6939 года.

История этой «посылки» любопытна. Как известно, от древнего Вавилона, Египта, Рима дошло до нас сравнительно мало



Изоляторы из стекла пирекс.

вещей, большая часть была разрушена временем. И вот, чтобы сохранить для потомков самые ценные достижения нашего времени, американские ученые решили положить образцы различных полезных предметов в особый цилиндр и зарыть этот цилиндр в землю.

Но из чего сделать этот цилиндр? Ведь он должен быть очень прочным. Чтобы сохраниться пять тысячелетий, он должен не бояться ни воды, ни огня.

Ученые решили сделать цилиндр двойным: внешний цилиндр сделали из нержавеющей стали, а внутренний — из стекла пирекс. И в этом стеклянном цилиндре находится целый крошечный музей: энциклопедия, карты и книги, напечатанные на кинопленке, которую можно прочесть под микроскопом (он также сюда вложен), крошечное звуковое кино, патефон с пластинками, электрическая лампочка, бритва и много-много других вещей.

Двадцать второго сентября 1939 года цилиндр торжественно зарыли в землю на глубину пятнадцати метров.

Во всех больших музеях и библиотеках будет находиться вырезанный на металле точный план местонахождения этой посылки. Предполагается, что через пять тысяч лет будущие историки достанут адресованную им посылку и по ней узнают о нашем времени.

Как ни замечательны свойства пирекса, но его ближайший родственник — кварцевое стекло — еще удивительнее.

Мы уже знаем, что это стекло прозрачно для ультрафиолетовых лучей. Но это совсем не самое важное его свойство. Кварцевое стекло замечательно, например, тем, что оно от нагревания расширяется меньше, чем любое другое вещество.

Медный телефонный провод между Ленинградом и Москвой в жаркое лето становится длиннее почти на 700 метров. А если бы он был сделан из кварцевого стекла, то он растянулся бы всего на 5 метров.

Раскаленную докрасна кварцевую колбу можно бросить в ледяную воду: она не лопнет. Можно один ее конец держать на огне, а другой конец опустить в лед: раздастся шипенье, взметнутся клубы пара, но на колбе не появится ни одной трещины.

Такого испытания даже пирекс не выдержал бы.

Надо прибавить еще, что кварцевое стекло необычайно прочно.

Это стекло помогло людям заглянуть в таинственные глубины океана.

925 метров — наибольшая глубина, на которую когда-либо опускался человек под воду. Этим человеком был ученый Бийб.

Вместе со своим помощником в стальном шаре — батисфере — опустился он в пучину океана.

Шар был сделан из крепкого металла, а в его иллюминаторы — самые уязвимые места — были вставлены кварцевые стекла толщиной в $2\frac{1}{2}$ сантиметра.

Им доверил Бийб свою жизнь.

$2\frac{1}{2}$ сантиметра отделяло Бийба от смерти. Ведь на глубине 900 метров вода давит с чудовищной силой. Малейшая трещинка — и вода хлынула бы в батисферу.

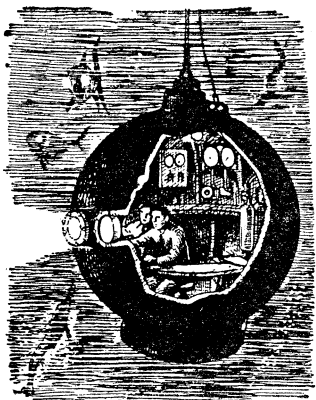
Этого не случилось: стекло выдержало огромное давление воды.

Через кварцевое стекло Бийб увидел то, чего никогда не видел до него ни один человек: необычайные краски подводного царства, причудливых рыб с собственными «электрическими фонариками», бесконечно разнообразные существа — не то цветы, не то животные.

В нашей стране спроектирована еще более глубоководная батисфера. Она должна погрузиться на 2 километра. Вода будет давить на стекла ее иллюминаторов с силой в 60 тонн.

Наверное, это будут кварцевые стекла.

Стекло из кварца обладает многими действительно замечательными свойствами, но оно имеет один серьезный недостаток: изделия из кварца очень трудно изготовлять. Высокая температура плавления (даже при 2000° Цельсия кварцевые стекла еще очень густые) не позволяет получать кварцевое стекло обычными способами. Если бы кварц плавил в обычных стекловаренных печах и горшках, то и горшок и сама печь начали бы размягчаться и расплавляться раньше, чем кварц. Поэтому для плавления кварца применяются совсем особые, электрические печи. В этих печах через середину проходит стержень из графита. Когда через графитовый стержень пропускают электрический ток, он накаляется до 2000° Цельсия. Кварцевый песок, который насыпают в печь, плавится только около графитового стержня, а около стенок остается совсем твердым и служит как бы горшком для стекла. После того как кварц расплавился, графитовый стержень вынимают и из кварцевого стекла уже потом выдувают нужные изделия, обрабатывая их на специальных горелках. Всё же из такого кварца изделия получаются мутные, а иногда и совсем непрозрачные, похожие больше на



Батисфера.

фарфор, чем на стекло. Там, где не нужна прозрачность, а только стойкость и прочность, пользуются изделиями из непрозрачного кварца.

Но преимущества прозрачного кварцевого стекла настолько очевидны, что, конечно, нельзя было отказаться от мысли научиться получать изделия из кварца такими же совершенными, как и из обычных сортов стекол.

Прозрачные изделия из плавленого кварца также научились делать, но это еще труднее, и потому стоят они очень дорого. Поэтому такое кварцевое стекло не может получить сейчас широкого распространения.

Вопросом производства изделий из кварцевого стекла заинтересовался академик Илья Васильевич Гребенщиков и его ученики. После многолетнего труда, в результате глубокого, всестороннего изучения химических свойств целого ряда стекол, они научились готовить кварцевое стекло очень остроумным способом.

Если к кварцевому песку добавить 20% борной кислоты и процентов 5—6 соды, то температура варки такого стекла будет 1500°. Такое стекло варится и формуется, как обычное, и не представляет трудностей. Но, кроме того, оказалось, что оно имеет одно очень важное свойство. Если пластинку из этого стекла положить в соляную кислоту, то довольно быстро борная кислота и сода из стекла перейдут в раствор, и в нем почти ничего, кроме кварца, не останется: вместо стекла получится, так сказать, кварцевый скелет. Это, конечно, уже не совсем стекло, так как в нем имеются поры. Для того чтобы получить совершенно однородное и непроницаемое стекло, обработанное кислотой, изделие нагревают до температуры, при которой оно начинает размягчаться, но еще не меняет своей формы. Тогда кварцевая сетка уплотняется, все поры заполняются и изделие становится совершенно однородным, плотным и прозрачным, только размеры его уменьшаются процентов на двадцать.

Таким образом получают сейчас самые замысловатые изделия из почти чистого кварца и совсем не мучаются над их изготовлением.

ГОЛУБОЙ ОБЪЕКТИВ

Вы покупаете новый фотоаппарат. «А что это?» — спрашиваете вы продавца, заметив, что верхняя линза объектива имеет какой-то необычный вид: если смотреть сбоку, она кажется покрытой красивой, голубовато-фиолетовой пленкой. «Не бес-

покойтесь, это голубой объектив. У вашего аппарата просветленная оптика», — отвечает продавец.

«Но что такое просветленная оптика?» — интересуются тысячи юных фотолюбителей.

Чем голубой объектив отличается от обычного?

Об этом мы и хотим рассказать.

Задумывались ли вы над тем, почему наши глаза видят различные прозрачные и непрозрачные предметы? Известно, что для этого необходимо, чтобы свет, падающий на предмет, отражался от него и попадал нам в глаза. Но необходимо также, чтобы рассматриваемый предмет отражал свет не так, как окружающая среда, иначе лучи от предмета «растворятся» в лучах от среды, и мы увидим ровное, ничем не отличающееся во всех частях пространство.

Этим явлением пользуются иллюзионисты: они отделяют эстраду черным материалом, и одетый с ног до головы во всё черное подручный, совершенно невидимый на черном фоне, помогает им проделывать разные, на первый взгляд необъяснимые, фокусы: переносит с места на место мебель, поднимает и перебрасывает вещи и пр. Чтобы прозрачный предмет был невидим, его показатель преломления, как говорят ученые, не должен отличаться от показателя преломления окружающего воздуха. Чем больше показатель преломления предмета отличается от показателя преломления среды, тем лучше виден предмет. Но то, что хорошо, для того чтобы видеть прозрачный предмет, плохо, если мы хотим смотреть сквозь него. Таким прозрачным телом является стекло. Попробуйте посмотреть ночью из окна освещенного железнодорожного вагона. При этом обычно ничего не видно. И не потому, что ночь уж очень темная, а главным образом вследствие большой яркости света, отраженного стеклом. Но и обычно при рассматривании застекленных предметов, например картин, мы хуже видим их через стекло, чем без стекла. Особенно много света теряется при отражении от нескольких стеклянных поверхностей, что, как правило, бывает в оптических приборах.

В некоторых перископах подводных лодок более двадцати оптических деталей, то есть более 40 поверхностей. И получается, что, несмотря на высокую прозрачность оптического стекла, потери света в приборе могут быть очень значительными. Иногда до глаза наблюдателя доходит всего лишь 12 процентов от первоначально падающих лучей, а остальные 88 процентов отражаются, причем не только теряются, но и попадают в глаз в виде рассеянного света, уменьшая контрастность светотени наблюдаемого предмета. В фотографическом объективе такой отраженный свет создает общую вуаль на

эмульсии, а при неблагоприятном освещении — даже блики и дополнительные изображения.

Как же добиться уменьшения отражения света стеклами? В нашей стране за эту трудную задачу взялся академик Гребенщиков со своими сотрудниками. Начались упорные, настойчивые поиски. Было известно, что если на поверхность какой-нибудь прозрачной пластинки нанести тонкую пленку прозрачного вещества, то путь отраженных лучей становится более сложным: одни из них отражаются прямо от поверхности пленки, а другие проходят сквозь пленку и отражаются от поверхности основной среды. По выходе снова на воздух эти «нижние» лучи встречаются с «верхними». Происходит интерференция, или сложение света, и, при определенной толщине пленки, сложившиеся лучи взаимно гасят, уничтожают друг друга. В результате отраженный свет пропадает.

Такую пленку ученые попытались создать на стекле, и это им блестяще удалось. Немало затруднений пришлось преодолеть на пути к успеху. Требования, предъявляемые к пленке, были очень жесткими. Она должна была хорошо сцепляться со стеклом, быть механически прочной и химически устойчивой, должна была иметь определенную, равную по всей поверхности детали толщину. К тому же, для того, чтобы отражение от границы пленки-стекла было достаточно большим (иначе отраженные лучи не смогут пройти весь предстоящий им сложный путь), показатель преломления пленки должен был быть значительно меньше, чем показатель преломления стекла.

Наконец все трудности были преодолены. Теперь существует два метода создания на стекле таких пленок: химический, при котором поверхность детали обрабатывают — «травят» — уксусной кислотой, причем образуется пленка кремнезема, которая удовлетворяет всем требованиям; и физический, когда на поверхность стекла наносятся различными способами специальные вещества. Оптическое стекло, покрытое такой пленкой, пропускает почти весь падающий на него свет, тем самым его ценные свойства значительно увеличиваются. Но погасить полностью весь белый свет, состоящий, как мы знаем, из лучей различных длин волн, не удастся. Для некоторых из них получается, напротив, не гашение, а усиление отражения, и пленка приобретает цвет, то есть интерференционную окраску, видимую лишь в отраженном свете. (Вспомните, как красиво сверкает и переливается тонкая радужная пленка нефти на воде, в то время как сама по себе нефть — вещество бесцветное в таком тонком слое.)

Найдено, что всегда толщина просветляющей пленки на

стекле должна быть такой, при которой в отраженном свете она кажется сине-фиолетовой.

Вот что такое просветление оптики, которое помогает вам получать на своих аппаратах красивые и четкие снимки.

СТЕКЛЯННАЯ ВОДА

В 1499 году Леонардо да Винчи закончил свою лучшую картину — «Тайная вечеря». Она была написана не на полотне, а прямо на стене одного из миланских монастырей.

Художник работал над картиной три года и создал великое произведение искусства.

Казалось, — картина будет жить века. Пройдет, может быть, тысячелетие, а в Милан всё равно будут приезжать художники и ценители искусства, чтобы полюбоваться изумительной картиной.

Но случилось совсем иначе: сырость очень скоро погубила картину.

Еще при жизни художника краски начали растрескиваться и осыпаться вместе с кусками штукатурки.

Французский король Франциск I, чтобы как-то спасти картину, приказал выломать расписанную красками часть стены, перевезти ее в Париж и поставить в сухое помещение. Но приказание запоздало. Этого сделать не смогли: слишком трудно было перевезти такой большой кусок стены. К тому же было уже поздно: нетронутым оставался лишь верх картины, да и тот стал тусклым и неясным, всё остальное было уже разрушено.

Так в короткий срок погибла замечательная работа гениального художника.

Другие картины, написанные на стенах зданий, жили гораздо дольше. Но всё же и они не вечны. Они вместе со стенами разрушаются от времени и рано или поздно гибнут.

Только мозаичные картины как бы ускользают из-под власти времени. Стекло необычайно долговечно.

Так не может ли стекло помочь картинам, написанным красками, не может ли оно передать им свою долговечность?

Эту задачу поставил перед собой мюнхенский профессор Иоганн Фукс.

В 1818 году Фукс сварил в своей лаборатории стекло из песка и соды, без примеси извести. Получилось как будто самое обыкновенное стекло: твердое, блестящее, прозрачное. Но когда

Фукс опустил кусочек этого стекла в горячую воду, то стекло через некоторое время исчезло, точно растаяло в воде. Как ни странно такое предположение, оно оказалось верным: стекло действительно растворилось в воде. Получилась густая серая жидкость, стеклянная вода, или жидкое стекло — можно назвать ее и так и так.

Жидкое стекло оказалось очень клейким и вязущим. Если, например, смешать с ним порошок мела, то порошок превратится в очень крепкий меловой камень. Если полить дерево жидким стеклом, оно вскоре покроется тонкой, стекловидной, прочной пленкой, как бы окаменеет.

Вот что предложил Фукс: перед тем как писать на стене картину, надо смазать штукатурку жидким стеклом, от этого она делается очень прочной. Потом надо наложить на стену грунт, тоже с примесью жидкого стекла. Затем, когда картина будет написана и краски высохнут, их надо опрыскать опять-таки жидким стеклом, смешанным с некоторыми другими веществами.

Такая картина не боится ни сырости, ни жары, ни холода. Она не разрушается от времени. Стекло передало ей свою долговечность.

Фукс открыл больше, чем он сам думал. Эта стеклянная вода, которую перевозят в бочках и бутылках, оказалась прямо чудодейственной.

Если в нее, например, окунуть яйца, то они покроются блестящей, плотной, непроницаемой пленкой. Такие яйца можно хранить целый год — они не испортятся и останутся такими же вкусными.

Башни военных кораблей покрывают масляной краской. Делают это не для красоты, а потому, что краска предохраняет металл от ржавчины. Но металл не может загореться, а краска, к сожалению, может. И часто случается, что во время боя на корабле вспыхивает пожар: это загорелась краска от раскаленного осколка снаряда.

Если же замешать краску на жидком стекле, то такая краска будет не только прочной, но к тому же и огнеупорной, — она не может загореться.

Жидким стеклом можно укрепить не только штукатурку, краску, скорлупу яйца, то же можно сделать и с бетоном, и с цементом, и с кирпичом; пропитавшись стеклом, они становятся гораздо прочнее.

Можно теперь делать искусственные камни любой формы, не менее прочные, чем натуральные. Для этого надо кучу песка смешать с жидким стеклом.

Но если можно стеклом укрепить бетон, кирпич, цемент,

штукатурку, то почему же нельзя таким же способом укрепить дорогу?

Первое такое шоссе построили в 1918 году в Швейцарии. Его сделали из щебенки и пропитали смесью жидкого стекла и мелкого песка, так что получилась как бы каменная корка, крепко натянутая на дорогу и предохраняющая ее от повреждения. С тех пор во всем мире построено много тысяч километров таких стеклянных — силикатированных, как их называют, — дорог. Пусть печет солнце, — эта дорога не дает пыли. Пусть льет дождь, — на этой дороге никогда не будет грязи. А служит она в два и даже в три раза дольше обыкновенного шоссе.

Не только дорогу, но и самую почву, самую землю может укрепить жидкое стекло.

Мы расскажем один такой случай.

Туннель московского метро должен был пройти очень близко от фундамента одного большого дома. В этом месте грунт был песчаный. Прорезанный туннелем рыхлый грунт стал медленно ползти, оседать. И вместе с ним стал медленно, точно тонущий корабль, оседать и крениться набок огромный дом. По его стенам уже поползли зловещие трещинки.

Стало ясно: если не принять срочных мер, дом может рухнуть.

Но что же можно было сделать? Укрепить фундамент? Это бесполезно: фундамент достаточно прочный. Всё дело в грунте, в земле, — ее-то и надо укрепить.

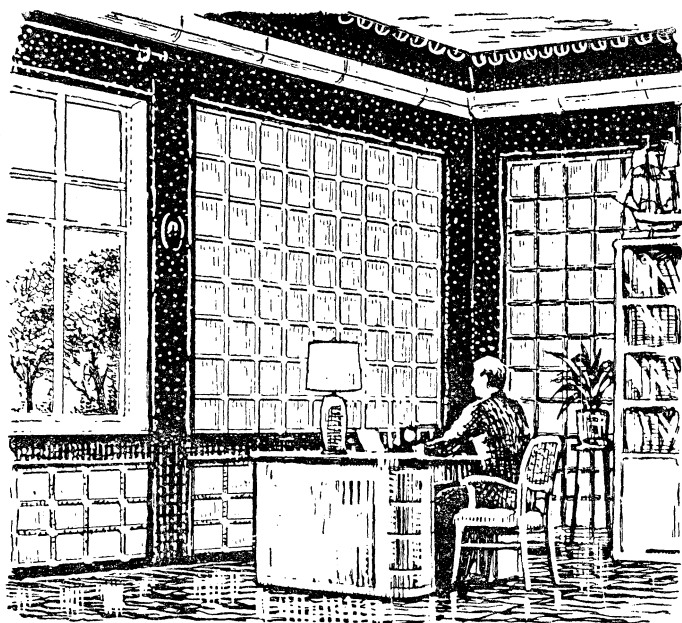
Тогда решили впрыснуть в землю жидкое стекло; пусть оно передаст ей свою прочность и долговечность.

Глубоко под фундаментом забили острые трубки с отверстиями на концах. Через них стали накачивать жидкое стекло. Такие уколы сделали в ста десяти местах.

Жидкое стекло, смешавшись с песком, затвердело — превратило песок в несокрушимый камень. Дом получил прочную опору, он перестал оседать; дом был спасен.

СТЕКЛЯННЫЙ ДОМ

Во многих детских сказках говорится о чудесных хрустальных дворцах, в которых живут сказочные феи и волшебники. Стеклянный дворец! Это лет сто тому назад действительно казалось чем-то сказочным, невозможным в настоящей жизни. Многим и сейчас еще, пожалуй, кажется немножко странным, когда говорят о домах из стекла, а между тем постройка таких



Кабинет со стеклянными стенами.

домов на современном уровне развития стеклоделия — вещь вполне реальная.

Мы, городские жители, привыкли к каменным, кирпичным домам. Но стеклянный дом ничуть не хуже каменного, — пожалуй, даже лучше.

Каким должен быть дом?

Он должен быть, прежде всего, очень прочным. Может ли стекло соперничать в этом отношении с кирпичом? На первый взгляд кажется, что нет; ведь стекло, по крайней мере наше обычное стекло, хрупко. Но тут следует вспомнить, что прочность бывает разная. Материал может не выдерживать даже слабого удара и вместе с тем выдерживать огромное давление. Для строительного материала важна как раз эта прочность: на давление. И вот, оказывается, в этом отношении стекло превосходит камень.

Гранитный кубик в 1 см^3 будет раздавлен тяжестью в 2 000 килограммов, чугунный треснет под тяжестью 7 000 килограммов, а стеклянный выдержит 12 000 килограммов и больше.

Выходит, что стеклянный дом будет даже прочнее каменного.

В доме должно быть тепло. Стекло, как мы уже знаем, очень плохо проводит тепло; в несколько раз хуже, чем кирпич. Значит, в стеклянном доме будет действительно тепло.

Можно еще понизить теплопроводность стекла, если сделать стеклянные кирпичики из двух спаянных половинок с пустотой внутри.

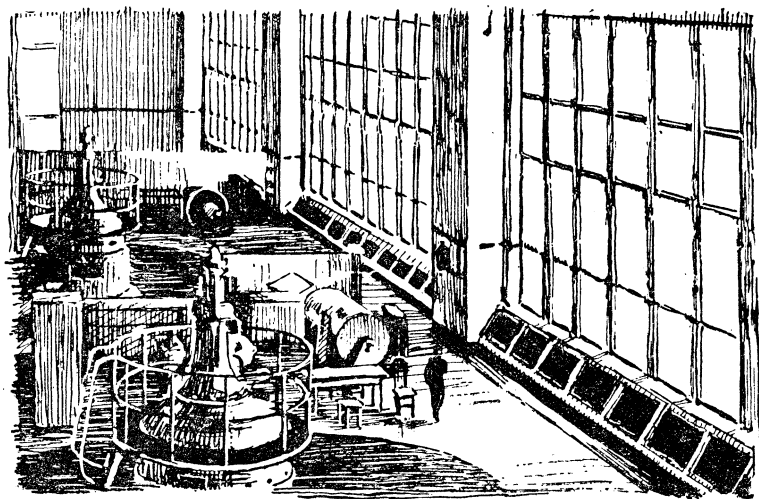
Нужно еще, чтобы в доме было светло и солнечно. Много ли света дают окна?

В стеклянном доме окна не нужны: через стеклянные стены света проходит так много, что в комнатах светло почти как на улице. Кирпичики рифлёные, так что стены не прозрачны; свет в комнатах ровный и мягкий, он не слепит глаз и почти не дает теней.

Стеклянный дом не боится огня. И никаких противопожарных средств, вроде огнетушителей или пожарных рукавов, в нем не нужно.

Даже самый теплый дом зимой всё же нужно отапливать. В стеклянном доме можно устроить очень удобное отопление: электрическое.

Для этого стеклянный пол с нижней стороны покрывают слоем алюминия. Электрический ток, проходя через алюминий, нагревает стекло. С пола поднимается всё время приятная волна тепла.



Промышленное здание со стеклянными стенами.



Сорок хрустальных колонн украсят станцию Автово Ленинградского метрополитена.

Электрическое освещение в стеклянном доме тоже необычное: лампы спрятаны за стеклянной полосой, идущей по верху стен. Получается светящаяся лента вдоль всей комнаты, дающая ровный, спокойный свет.

Стеклянный дом не надо ни красить, ни покрывать штукатуркой, — он и так красив. Его стены всегда чистые: их можно мыть, поливая струей воды из шланга.

Из стекла можно сделать всё, что необходимо для постройки современного дома.

Внутренние перегородки в квартирах также можно делать из узорчатых стеклянных плиток, которые вполне заменят обои. Особенно хороши стеклянные стены и полы в кухнях и ванных комнатах. Из стекла можно делать ванны и умывальники, плиты на столах и буфетах. Отличные прочные стеклянные двери могут быть сделаны из стекла-сталинита.

Таких, целиком стеклянных домов пока еще не делают, но уже сейчас стекло как строительный материал быстро завоевывает себе место.

Всё чаще и чаще можно слышать о постройке из стеклянных блоков — пустотелых кирпичей — если не целых зданий, то частей зданий: вестибюлей, внутренних перегородок, стен.

В институте стекла под руководством профессора И. И. Кийгородского разработан еще так называемый пенокирпич, также материал, изготовленный из стекла. Прочные, легкие, теплоизолирующие кирпичи из пористого стекла имеют много преимуществ перед обычным красным строительным кирпичом и, весьма вероятно, в недалеком будущем будут с ним конкурировать.

Всё чаще в проектах новых зданий появляются стеклянные колонны, стены, облицованные стеклянными плитками, стеклянные балюстрады лестниц и т. д.

Великолепные витражи, мозаичные и резные картины украшают стены и двери станций Московского метрополитена, театров, кино и ресторанов.

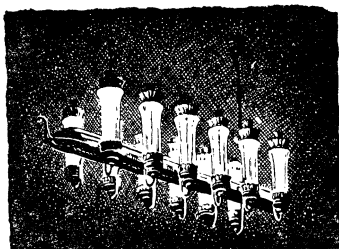
Картины на стекле вырезают не резцом, а песком.

Этот способ рисования открыли жители какого-то мыса, где дуют очень сильные ветры. Они заметили, что песок, поднимаемый ветром, царапает оконное стекло, делает его матовым. И вот они решили: надо заставить ветер рисовать на стекле. Для этого стекло прикрыли плотной бумагой, оставив в ней прорезы.

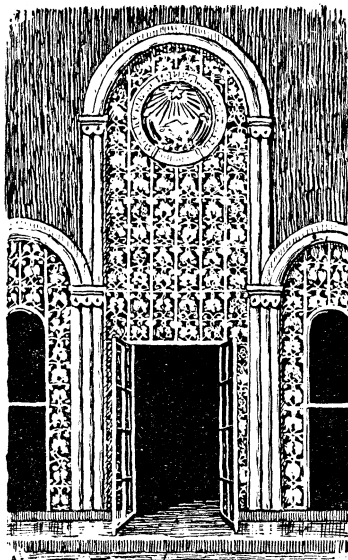
Свиристые ветры много часов с силой бросали на стекло миллионы песчинок, царапали его. Когда бумагу сняли, то на стекле, в том месте, где были в бумаге прорезы, оказался матовый рисунок.

Сейчас такие рисунки делают на фабрике, создавая искусственный ветер, бросающий сильные струи песка. Струя песка настолько сильна, что рабочий должен защищать свое лицо особой маской.

Очень большое место занимает стекло в оформлении искусственного освещения зданий. Электри-



Люстра из колокольчиков.



Стеклом украшен вход в Армянский павильон на Всесоюзной сельскохозяйственной выставке в Москве.



Струей песка рисуют на стекле.

ческие лампы без абажуров слепят глаза и выглядят очень некрасиво. Какие чудесные люстры, абажуры и другие арматуры делаются из стекла! Они защищают глаза от слепящего света и радуют взгляд своими разнообразными, нарядными формами! В Московском метрополитене стеклянные осветительные арматуры широко использованы для украшения станций. Там можно видеть стеклянные потолки, излучающие мягкий свет, и роскошные люстры из огромных белых колокольчиков, и светящиеся стеклянные колонны.

Как видно, стекло смело входит в современное строительство и делается необходимым элементом архитектуры новых зданий.

Кто знает, — может быть, пройдет не так уж много лет, и стеклянные дома станут такими же обычными, как теперь каменные дома.

СКУЛЬПТУРА ИЗ СТЕКЛА

Стекло — такой материал, что, чем больше его узнают, тем большие и большие возможности оно открывает для своего использования. Стекло оказалось чудесным материалом и для такого искусства, как скульптура. Мы восхищаемся, любуясь прекрасными творениями великих скульпторов. Материалом для этих произведений служил благородный мрамор. Ваяние из мрамора — это великое искусство, требующее не только таланта, но и огромного труда и времени. Одно неверное движение резца скульптора — и труд многих дней и месяцев может погибнуть в одно мгновение.

Мраморная статуя никогда не делается сразу. Прежде чем высекать из мрамора, скульптор лепит оригинал из глины, которая податлива и мягка и легко подчиняется пальцам художника.

Когда произведение искусства в совершенстве отвечает требованиям скульптора, когда каждая мельчайшая деталь до конца прочувствована, только тогда художник переносит свое творение на мрамор.

Нельзя ли перенести скульптуру с глины на какой-нибудь другой материал, а не на мрамор? Этот вопрос, наверное, задавали себе художники не раз. Но каким же должен быть этот материал?

Он должен быть так же прочен и долговечен, как мрамор; он должен быть так же красив и благороден и обладать такими преимуществами, которых не имеет мрамор, а именно, — перенесение на него оригинала должно быть проще и быстрее, чем ваение из мрамора.

И вот такой материал нашелся — это стекло.

Идея использования стекла в качестве материала для скульптуры встретила сначала немало возражений. Много поработали уже не художники, а технологи и ученые, чтобы разработать надежный способ получения скульптуры из стекла. Теперь этот способ найден.

Сейчас скульптуры из стекла делают отливкой стекла в специальные формы, изготовленные из огнеупорной массы.

Форма, наполненная стеклом, охлаждается очень медленно. Затем форма осторожно откалывается, и скульптура из стекла создана. Дальше требуется лишь некоторая отделка.

Скульптура из стекла может быть блестящей и матовой, бесцветной и окрашенной, прозрачной и непрозрачной, от опалово-мутной до молочно-белой. Огромные возможности открываются здесь для фантазии художника.

Настроение и мысль, глубина и мягкость могут быть переданы в стекле не только совершенством формы, но и самим материалом. Это дает стеклу большие преимущества перед мрамором и бронзой.

Над скульптурой из стекла у нас в Советском Союзе упорно работают уче-



Бюст А. С. Пушкина.



Юбилейная ваза.



Голова красноармейца.

ные, художники и инженеры. Уже сейчас создан или воспроизведен в стекле ряд скульптурных произведений. Среди них бюст Пушкина — скульптура Витали, «Голова красноармейца» — работа художницы Данько, крупный скульптурный портрет ученого (Н. Н. Качалова) — работа народного художника Мухиной и грандиозная юбилейная ваза (к 70-летию И. В. Сталина), в которой скульптура из стекла занимает ведущее место. Выполнение этих скульптур производилось коллективом сотрудников кафедры стекла Технологического института имени Ленсовета и завода художественного стекла в Ленинграде. Это еще только начало. В будущем, несомненно, будут возводиться огромные монументы из стекла. Недалеко то время, когда искусство художников будет неразрывно связано с искусством и знаниями современных ученых стеклоделов.

СТЕКЛЯННЫЕ НИТКИ

Чем тоньше нити, тем лучшую ткань можно из них сделать.

Самую тонкую нить ткёт паук; она почти в десять раз тоньше человеческого волоса. Если положить рядом двести паутинных ниточек, они займут в ширину меньше одного миллиметра.

Очень тонкая и вместе с тем очень прочная нитка! Ведь она выдерживает тяжесть паука. Паук висит на ней и раскачивается, а она не рвется.

К сожалению, из паутины платье не сошьёшь.

Очень тонкую нить выпускают гусеницы бабочек, когда они вьют кокон.

Одна из таких гусениц — шелковичный червь — и даёт нам шелк. Ее нить всего в три раза толще паутинной.

Шелковичный червь — самый искусный, самый изумительный ткач из всех, какие есть на свете.

Но, оказывается, человек может превзойти в ткацком ис-

кусстве и паука, и гусеницу бабочки: из стекла можно сделать нить еще тоньше шелковой.

Нитяное стекло делали еще в древнем Египте: разогревали стеклянную палочку до того, что она становилась мягкой, и растягивали ее. Затем пучок стеклянных ниток расчесывали гребнем, точно волосы, и прилепляли его к кувшину или к вазе.

Но для того чтобы стеклянная нитка получилась тонкой, надо ее вытягивать очень быстро. Египтяне этого не умели, — нити у них получались толстые.

В наше время имеются машины, которые заставляют нить вытягиваться и расти с невероятной стремительностью: быстрее, чем мчится самолет, быстрее, чем летит пуля.

Получается нить в тридцать-сорок раз тоньше человеческого волоса, в пять раз тоньше паутинки.

Такую нить уже не увидеть. Нужно удачно ее осветить, чтобы она блеснула и стала на миг заметной.

Это уже совсем как в Андерсеновской сказке о голом короле: незримые нити, из которых можно делать ткань, прясть пряжу.

Такая нить длиной в километр весит меньше одного грамма. Это значит: стеклянную нить такой длины, что ее хватило бы от Ленинграда до Москвы, можно свернуть в маленький клубок весом всего в полкилограмма и носить в кармане.

Удивительнее всего то, что эти тончайшие ниточки необычайно прочны.

Если из них сплести шнурок толщиной с волос, то на этот стеклянный волосок можно спокойно подвесить тяжелую гирию: она не оборвется.

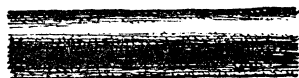
А стеклянная «веревка» толщиной с палец выдержит тяжесть самой большой грузовой машины вместе с грузом.

У такой «веревки» имеется, кроме прочности, еще одно достоинство: она не боится воды. Поэтому стеклянная леска, например, служит рыболову гораздо дольше, чем шелковая.

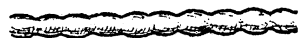
Из стеклянных нитей можно не только свить стеклянную «веревку».



ВОЛОС



ШЕЛК



ПАУТИНКА



СТЕКЛЯННАЯ НИТЬ

Стеклянная нить в 30—40 раз тоньше волоса.

Можно их сбить так, что получится стеклянная вата. Такая вата хранит тепло еще лучше обыкновенной ваты. Поэтому ею и прикрывают трубы, по которым идет горячий пар, паровые котлы и другие машины, где нужно сохранить тепло.

Но если она может сберегать тепло, то, конечно, может она сберегать и холод.

И действительно, стеклянной ватой пользуются в холодильниках, вагонах-ледниках, пароходах-рефрижераторах.

Даже на военных кораблях мы найдем во многих местах ту же стеклянную вату.

Стеклянная вата не только тепловой изолятор, она не проводит и звука.

В тех домах, где стены проложены стеклянной ватой, жильцы не мешают друг другу: в комнате может хоть всю ночь греметь радио, всё равно в соседней комнате его не будет слышно, — звук туда не проникает.

Не проводят стеклянные нити и электричества. Лента, сделанная из стеклянных нитей, изолирует электрические провода не хуже резиновой.

Скрученные спиралью пучки стеклянных нитей похожи на длинные серебристые локоны. За границей их называют: «волосы феи». Вата, сделанная из «волос феи», хорошо пропускает воздух, но не пропускает пыли. Поэтому она может служить отличным фильтром, очищающим воздух от пыли.

До сих пор мы говорили о вате, о пучках, в которых нити лежат без всякого порядка. Но ведь можно разноцветным стеклянным нитям придать порядок и наклеить их на длинные листы бумаги. Получатся стеклянные обои.

Стеклянные обои очень красивы, а главное — они всегда чисты: их моют теплой водой. Они никогда не выгорят от солнца.

Уже немало комнат оклеено такими обоями.

Обыкновенные — шелковые или хлопчатобумажные — нити можно ткать, сплетать, вязать.

Всё это можно делать и со стеклянными нитями.

Это значит: из стекла можно делать ткани.

Стеклянные ткани оказались крепче шелка и теплее шерсти. Они — мягкие, серебристого цвета и очень походят на шелк.

Стеклянные костюмы, без сомнения, станут скоро необходимыми для пожарных: ведь такие костюмы не боятся ни огня, ни воды.

Пригодятся они и на войне: стеклянные костюмы лучше лю-

бых других предохраняют от отравляющих веществ, например от иприта. . .

Вот сколько замечательных свойств таится в тоненькой стеклянной ниточке. А ведь такую ниточку научились делать совсем недавно, ее только начали изучать. Наверное, она окажется полезной еще во многих случаях, о которых мы сейчас и не подозреваем.





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вот мы и закончили нашу повесть о тайнах стекла. В нашей книге мы рассказали о многих тайнах стекла, о многих замечательных открытиях и изобретениях талантливых людей всех стран.

Больше пятидесяти веков знакомо человечество со стеклом. И в продолжение тридцати веков люди не знали даже того, что стекло может быть прозрачным.

Оптические свойства стекла начали узнавать всего шесть веков назад.

Подчинить стекло машине сумели лишь несколько десятков лет назад.

Стекло севера и стекло юга, жидкое стекло, стеклянные кирпичи, стеклянные ткани, стекло, не боящееся жара, просветленная оптика — всё это также достижения последних десятилетий.

Но и сейчас мы еще не узнали стекло до конца. Наверное, оно хранит еще такие тайны, о которых мы сейчас и не подозреваем. Каждый день жизнь выдвигает перед стеклом новые задачи, решение которых требует всё новых и новых интересных исследований и больших трудов. Стекло ждет пытливых исследователей, химиков, оптиков, инженеров.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава первая

КАК ОТКРЫЛИ СТЕКЛО

Рассказ Плиния	3
Первый стекловар	5
Бусина царицы Хатшепсут	6
Стеклоанное тесто	7

Глава вторая

ДРАГОЦЕННЫЕ НАХОДКИ

Стеклоанный пузырь	10
Слезницы и бочки	11
Сверкающие чаши	13
Из-под пепла Помпеи	15

Глава третья

ЦЕНА МАСТЕРСТВА

Безымянные мастера	22
В позолоченной клетке	27
Чернильницы и кутрофли	31

Глава четвертая

ОГОНЬ — ЕГО РОДИТЕЛЬ

Огнелазы	34
Печь-самовар	37
Полезный дым	38
Стеклоанное озеро	40

Глава пятая

ИСТОРИЯ БУТЫЛКИ

Бутылка в бутылке	43
Механические легкие	45
Майкл Оуэнс не забыл своего детства	46
Умные машины	51
Бутылочка для хранения света	52

Глава шестая

СТЕКЛО В ОКНЕ

Дома без стекол	57
Разноцветное окно	59
Мастер-холявщик	61
Стеклянная колонна	63
Стеклянная лента	64

Глава седьмая

ИСТОРИЯ ЗЕРКАЛА

Таинственный диск	69
Сто часов	72
Вогнутое зеркало	77

Глава восьмая

ОПТИЧЕСКОЕ СТЕКЛО

Интересная история	84
Свет и стекло	86
Самое чистое стекло	88
Внештатный лаборант	92
Большая победа	94

Глава девятая

ГЛАЗ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Два стекла	100
Пойманный луч	105
Увеличительная трубка	108
Сигналы атомов	114
Телескоп Галилея и его потомки	118
Телескоп-гигант	125
Соперник телескопа-гиганта	128

Глава десятая

ЦВЕТНОЕ СТЕКЛО

Первый ученый стекловар — Михайло Васильевич Ломоносов . . .	131
Фабрика в Усть-Рудице	134
Картины из стекла	136
Стекла, фильтрующие свет	138
Разговор цветных огней	141
Темные стекла	143
Дневной свет вечером	144
Стекло севера и стекло юга	145
Невидимый свет	150
Рубиновые звезды и золотой шпиль	153

Глава одиннадцатая

ВЕК СТЕКЛА

Что такое стекло	156
Прочно, как стекло	160
Стекло, которое не боится огня	164
Голубой объектив	168
Стекланная вода	171
Стекланный дом	173
Скульптура из стекла	178
Стекланные нитки	180
З а к л ю ч е н и е	184

**ПРОЧИТАЙТЕ ЭТИ КНИГИ О НАУКЕ
И ТЕХНИКЕ, ИЗДАННЫЕ В ДЕТГИЗЕ
ДЛЯ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА**

Ария С. Великий закон природы. 1953. 112 стр. Очерк об открытии Д. И. Менделеевым периодической системы элементов и об ее значении в наши дни.

Болгаров Н. Пароход. 1954. 168 стр. В книге рассказано об устройстве и двигателях современных пароходов.

Бублейников Ф. Земля и маятник. 1954. 119 стр. Очерк о том, как измерили нашу планету и ее движение вокруг Солнца, как возникла и чем занимается наука геофизика.

Буянов А. Чудесный атом. 1953. 207 стр. Книга рассказывает о замечательных свойствах чудесного атома — углерода.

Гумилевский Л. Крылья Родины. 1954. 384 стр. Книга по истории советской авиации, в которой рассказано о работе известных советских авиаконструкторов и о типах наших современных самолетов.

Гладков К. Телевидение. 1954. 256 стр. Читатель узнает из книги об открытии способов передач изображения на расстояние, как ознакомиться с устройством и работой телевизионных станций и устройством телевизоров.

Депман И. Меры и метрическая система. 1953. 100 стр. Книга рассказывает о мерах длины с древних времен и как была установлена и принята международная метрическая система.

Депман И. Рассказы о математике. Доп. и испр. изд. 1954. 144 стр. Очерки из истории математики и о замечательных русских математиках.

Ефетов М. Флаг на мачте. 1954. 159 стр. Рассказы о строителях наших мощных гидроэлектростанций, о новой строительной технике, которой управляют образованные и умелые рабочие.

Ивановский М. Солнце и его семья. 1954. 429 стр. Книга знакомит читателей с тем, как наука открывает тайны вселенной, как изучают солнечную систему и что сейчас известно о планетах и звездах.

Карелин Д. Моря нашей Родины. Изд. 2-е. 1954. 344 стр. Очерки по физической географии и истории исследования всех морей нашей Родины.

Кармен Р. Автомобиль пересекает пустыню. Записки кинооператора. 1954. 256 стр. Путевые очерки об автомобильных пробегах по дорогам Средней Азии, о пересечении пустыни Кара-Кумы в Туркмении.

Клементьев С. Механические помощники. 1953. 192 стр. Очерки о современных машинах, автоматических станках и механизмах, применяемых в нашей промышленности и на транспорте.

Кублицкий Г. По материкам и океанам. Рассказы о путешествиях и открытиях. Изд. 2-е, доп. 1954. 328 стр. Рассказы и очерки о русских путешественниках в Арктику, Среднюю Азию, Африку и Америку в прошлом и в наше время.

Курбатов В. Менделеев. 1954. 103 стр. Рассказ о жизни и научной деятельности великого русского ученого химика — Д. И. Менделеева.

Мар Е. Точка на карте. 1954. 100 стр. В книге рассказывается, как в нашей стране идет подготовка к строительству каждого будущего города и как строятся новые города.

Мезенцев В. Воздушные призраки. 1953. 80 стр. Рассказы о шаровой молнии, о радуге и миражах и других удивительных атмосферных явлениях в природе.

Мешковский А. Превращение элементов. 1953. 48 стр. О замечательном открытии ученых XX века — об ядер-

ной реакции, которая открывает возможность использования беспредельных запасов внутриядерной энергии атома.

Петров Г. и Петрова Л. Пластмассы. 1953. 79 стр. Книга знакомит с химическим процессом создания пластмасс и применением их в технике и быту.

Тонин Ю. и Фишельсон М. Города меняют лицо. 1953. 236 стр. Читатель узнает из книги о строительной технике зданий и благоустройстве социалистических городов.

Ферсман А. Занимательная геохимия. Изд. 3-е. 1954. 488 стр. Академик А. Е. Ферсман интересно рассказал о науке геохимии, которая исследует химический состав и законы распространения химических элементов на земле.

Ферсман А. Занимательная минералогия. Изд. 3-е. 1953. 272 стр. Интересные очерки об ископаемых богатствах нашей Родины, о минералах и самоцветных камнях.

Щербаков Д. Мои путешествия. Как я стал географом. Изд. 2-е. доп. 1954. 198 стр. Автор книги, академик Д. И. Щербаков, рассказывает, как он в школьные годы полюбил географию, начал путешествовать по Крыму и впоследствии был участником многих научных экспедиций по нашей стране.

Для средней школы

Свешников Михаил Петрович
«Тайны стекла»

Редактор Л. А. Джалалбекова.
Художник-редактор Н. Д. Полозов.
Технич. редактор Н. М. Сусленникова.
Корректоры А. К. Петрова и А. П. Нарвойш.
Подписано к набору 6/X 1954 г. 60×92¹/₁₆.
Физ. печ. л. 12. Усл. п. л. 12. Уч.-изд.
л. 10,42. Подписано к печати 23/XII 1954 г.
Тираж 100 000 экз. М-59829. Цена 4 р. 15 к.
Ленинградское отделение Детгиза. Ленин-
град, наб. Кутузова, 6. Заказ № 135.

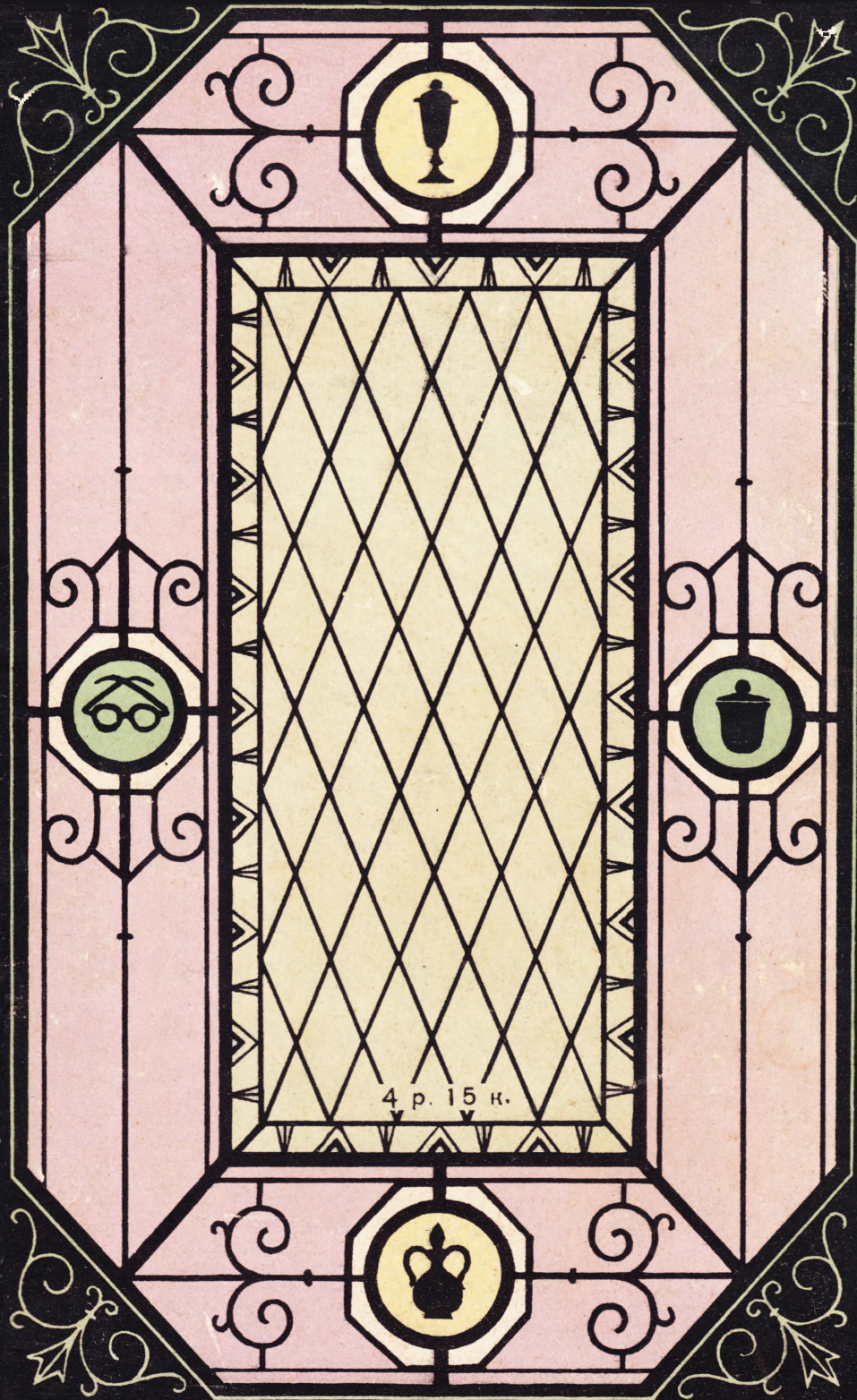
2-я фабрика детской книги Детгиза Мини-
стерства Просвещения РСФСР. Ленинград,
2-я Советская, 7.

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

Присылайте нам ваши отзывы о прочитанных вами книгах и пожелания об их содержании и оформлении.

Укажите свой точный адрес и возраст.

*Пишите по адресу: Ленинград, наб. Кутузова, 6,
Дом детской книги Детгиза.*



4 р. 15 к.

М. СВЕШНИКОВ · ТАЙНЫ СТЕКЛА