

# Металлургия и время

Энциклопедия



ОБЪЕДИНЁННАЯ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ  
КОМПАНИЯ

© ЗАО «Объединённая Metallургическая Компания»



Ю.С. Карабасов, П.И. Черноусов,  
Н.А. Коротченко, О.В. Голубев

# Металлургия и время

## Энциклопедия

Том 6. Metallургия и социум.  
Взаимное влияние и развитие



## Глава 1

# Государственное дело



Изучение монет проливает свет на искусство, промышленность и быт древних и пополняет наши сведения о лицах, событиях и хронологии минувших эпох.

**Фридрих-Арнольд Брокгауз**

Мех горнильный, с ветром дружный, скребень, который гложет и быстро кусает золото, щипцы двухклевальные, чтобы орудовать с огнем, и вот эти заячьи ножки для сбирания в конце работы золотых крох – Гермесу Килленскому посвятил золотых дел мастер Демофонт, когда от старости у него померкло зрение.

**Филипп Фессалоникский, эпиграмма, Палатинская антология**

О чем бы мы ни говорили – мы говорим о деньгах.

**Поговорка греческих воинов-наемников в персидской армии, V век до н.э.**



*Металлические деньги обладали существенным преимуществом перед примитивными средствами обмена. Монеты практически не подвергались порче, их можно было хранить длительное время в качестве сокровища, они были удобны при транспортировке и осуществлении торговых операций, что значительно облегчало мелкую торговлю.*



**В**ТЕЧЕНИЕ ДВУХ ТЫСЯЧ ЛЕТ, С V В. ДО Н.Э. ДО XV В., монетное дело занимало исключительное положение в системе металлургического и металлообрабатывающего производства. Его постоянным развитием, опирающимся на мощную государственную поддержку, было обусловлено совершенствование технологийковки, волочения, термообработки цветных, и прежде всего – благородных металлов. Чеканка предъявляла очень высокие эксплуатационные требования к штемпелям, для изготовления которых разрабатывались специальные методы термомеханической обработки. Использование монетчиками разнообразных металлургических процессов, агрегатов и инструментов для литья, кузнечной обработки и волочения металлов не только способствовало дальнейшему развитию уже известных металлургических технологий и техники, но и стимулировало изобретение принципиально новых способов металлообработки.

#### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

В наше время с развитием исторической науки и увеличением количества археологических источников все большее значение приобретают так называемые «вспомогательные исторические дисциплины» – эпиграфика, папирология, палеография, нумизматика. Метод сравнения монетных штемпелей и научный анализ монетных кладов позволяют пересмотреть заново, казалось бы, уже устоявшиеся исторические парадигмы.

#### ГЛАВНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АТРИБУТ

В исторической науке появление монет рассматривается как один из определяющих периодов в развитии индустриальной цивилизации. Многими учеными этот процесс признается завершающим этапом в формировании государственного устройства человеческого общества. Отметим, что эпоха, когда началось активное монетное обращение – V век до н.э. – хронологически





Средневековый монетный клад,  
Монетный кабинет, Стокгольм





ГРЕЧЕСКИЕ ДРАХМЫ. СЕРЕБРО

соответствует переходу от «галльштатского» (раннего) к «латенскому» (позднему) периоду Железного века. С точки зрения истории металлургии, главной особенностью этого времени является достижение такого количественного и качественного уровня производства железа, который позволил ему практически полностью вытеснить другие металлы из производственной сферы Древнего Мира. К V в. до н.э. из ковкого железа и стали (а в Китае и из чугуна) изготавливали сельскохозяйственные орудия труда, инструмент, крепежные изделия. Железо полностью «монополизировало» военное производство. В этих условиях остальные металлы, прежде всего золото, серебро и медь были освобождены от «черновой» работы и могли «сосредоточиться» на исполнении роли «всеобщего товарного эквивалента». Достигнутый к тому времени технический уровень металлургии полностью обеспечивал возможность широкого массового производства таких социально значимых изделий, как монеты.

Отметим, что в древнейших деспотиях (Египте, Ассирии и других государствах Ближнего Востока) монет не было. В торговле использовали товаро-деньги, чаще всего – скот. Само слово «деньги» в языках многих народов сохранило с древними товарными эквивалентами одно значение. «Деньги» по латыни назывались *rescunia*, от слова *rescus* – «скот». От слова *rescunia* происходят названия денег в некоторых европейских странах (*coin*) и на Руси (куны).

Металлические деньги обладали существенным преимуществом перед примитивными средствами обмена. Монеты практически не подвергались порче, их можно было хранить длительное время в качестве сокровища, они были удобны при транспортировке и осуществлении торговых операций, что значительно облегчало мелкую торговлю.

Появлению монет предшествовало обращение различных видов металлических изделий и слитков, как правило, серебра (при этом масса металла и была ценой товара). В Греции применялись железные прутья, они назывались оболлами. Шесть прутьев составляли драхму (пучок, горсть). Драхмой впоследствии стала называться наиболее распространенная в Древнем Море серебряная монета. В Северном Причерноморье на территории древнегреческой колонии Ольвии найдены клады бронзовых наконечников стрел, отличавшихся от боевых тем, что у них не было втулки, а лопасти были тупые. Их назначением было обслуживание мелкой розничной торговли. При сохранении формы наконечника стрелы они, по сути, уже являлись монетами.

## МОНЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Основным монетным металлом в денежном обращении до XVII в. было серебро. Оно не окисляется кислородом воздуха, ковко и гораздо менее истираемо и деформируемо, чем золото. Серебро обладает ярко выраженным бактерицидным действием, образует сплавы с золотом и медью, легко рафинируется от примесей и отделяется как от золота, так и от меди.

Одним из первых монетных металлов был естественный сплав золота и серебра – электрон (электр) или, как его называли греки, «белое золото». Из этого металла изготовлены монеты VI-IV вв. до н. э., которые чеканили в городах Малой Азии. Причиной распространения электронных монет на территории Малой Азии является обилие этого металла в горных хребтах Тмола и Сипила и долине реки Пактола.

Золото как монетный металл стало использоваться позже электра и серебра. Первыми золотыми монетами считаются монеты лидийского царя Креза (561–546 гг. до н.э.). Золото в качестве валюты (итал. *valuta* (стоимость)



ЗОЛОТАЯ МОНЕТА  
ЛИДИЙСКОГО ЦАРЯ  
КРЕЗА

от лат. *valere* (быть сильным, стоять) и индоевр. *wal* (быть сильным)) занимает специфическое место. Оно инертно и может храниться сколь угодно долго, пластично и ковко, поэтому из него удобно чеканить монету. Однако золото легко деформируемо и истираемо, оно заметно теряет массу даже при частой передаче из рук в руки или при пересчете монет на суконной подстилке. Поэтому золото в денежном обращении изначально служило депозитным или залоговым материалом, а также торговым эквивалентом при крупных сделках.

Золотые монеты служили для накопления богатства. В средневековых рукописях часто упоминаются сокровищницы феодалов-магнатов, наполненные тысячами золотых монет. И в наше время более 95 % добываемого золота попадает в депозитарии банков. И только малая часть расходуется в ювелирном деле и электронной промышленности. В новой и новейшей истории (с XVI в.) введение золотой монеты в обращение всегда было кратковременным и предпринималось для стабилизации финансов после периодов обесценивания национальной валюты и гиперинфляции.

Медь в качестве монетного металла играла вспомогательную роль. Из нее чеканилась мелкая разменная монета, служившая нуждам местного внутреннего рынка. Другие металлы в монетном деле применялись редко, и распространение их было локальным. В некоторых городах Пелопоннеса использовали железные монеты. Из медно-никелевого сплава чеканили монеты цари Бактрии Евтидем II и Агафокл. Свинец и олово употреблялись для изготовления тессер (заменителей монет, которые можно было обменять на «настоящие» монеты) и монетных лигатур, вошедших в употребление в эпоху Римской империи.

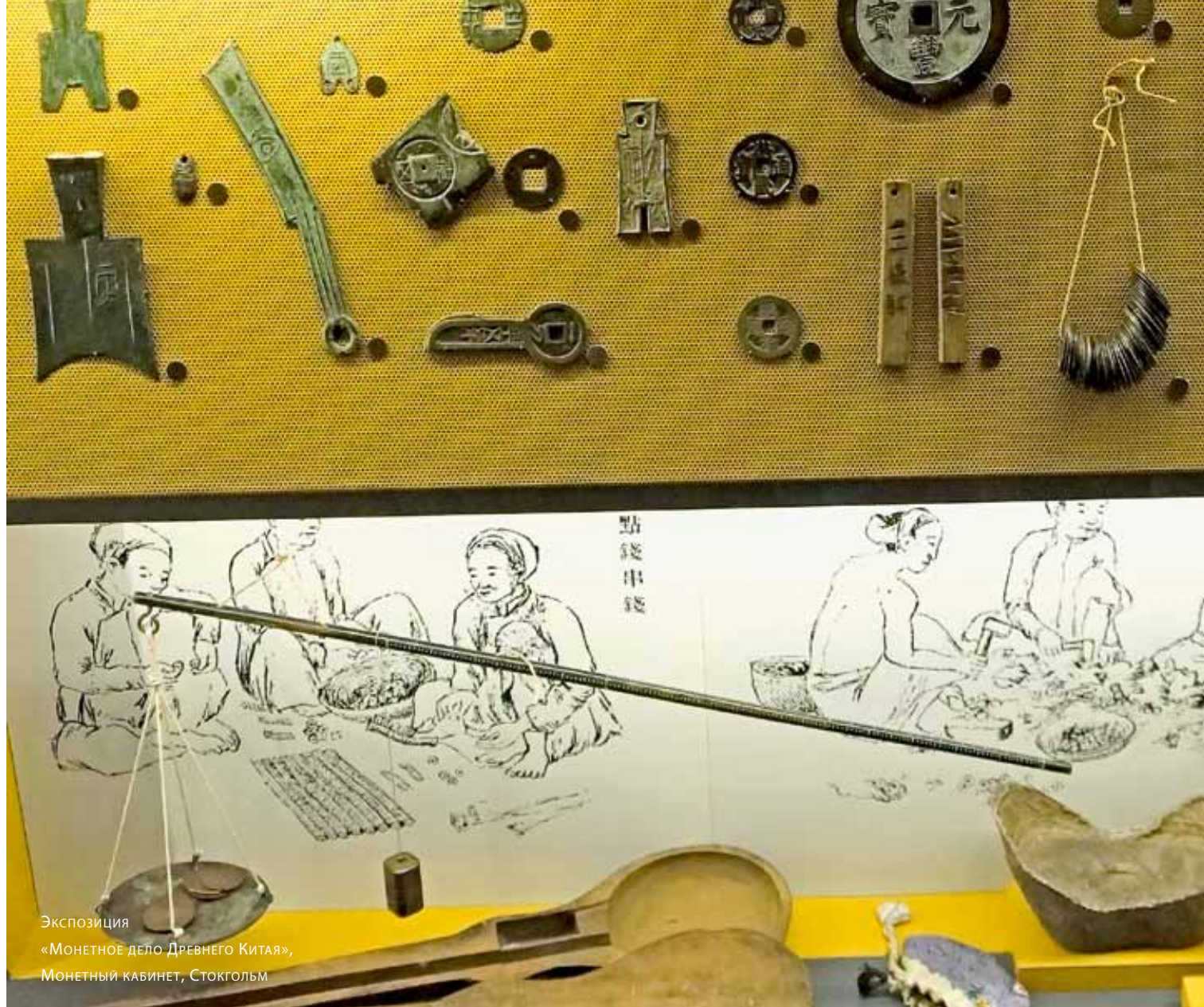
### ЛИТЫЕ МОНЕТЫ КИТАЯ

В привычном для нас виде (в форме металлических дисков) монеты впервые появились в Китае в XII в. до н.э. и изготовлены они были из меди методом литья. Денежная система Китая является уникальной: изготовление и эмиссия литых монет продолжались в стране на протяжении более 30 веков. В Китае не использовали монеты из драгоценных металлов, если не считать единичных экземпляров, служивших наградами и украшениями. Золото и серебро использовались в денежном обращении в виде слитков. Попытка императора Ван Мана (24–9 гг. до н.э.) отлить биметаллические монеты (бронзовые с заливкой специальных углублений золотом) окончилась неудачей, так как владельцы монет сразу же стали выковыривать из них золото, вследствие чего обращение и изготовление таких монет быстро прекратилось.

«МОНЕТНОЕ  
ДЕРЕВО»,  
МОНЕТНЫЙ  
КАБИНЕТ,  
СТОКГОЛЬМ







Экспозиция  
«Монетное дело Древнего Китая»,  
Монетный кабинет, Стокгольм

Исключением из правил мировой валютной системы является литей и участие в денежном обращении Китая чугунных монет, которые широко использовались в период Пятицарствия (907–960 гг. н. э.) и в эпоху Сун (960–1279 гг. н.э.). Древнейшие чугунные китайские монеты относятся к 520 до н.э.; 10 чугунных монет соответствовали семи медным. Во второй половине X в. император Тай-цзу династии Сунг, выпустил чугунную монету, получившую название Та-Цзин («большая монета»). Монета выделывалась в большом количестве, на ее литей ежегодно затрачивалось около 4 тыс. т. чугуна.

На протяжении многих веков китайские монеты отливались с отверстиями, так как их обычно носили на поясах-шнурках в связках по 400–1000 шт. При крупных торговых сделках китайцы вели счет денег связками. Литые китайские монеты не имеют иных рисунков или изображений, кроме иероглифических начертаний ле-

генды, так как по принятым канонам на них нельзя было изображать правителя. На лицевой стороне помещались изречения: «ходячее сокровище», «верное обеспечение» и т. п. На оборотной стороне – знаки, показывающие ценность, массу и место выделки монеты.

К моменту появления литых монет китайцы прекрасно владели различными способами литей. Часто затраты на изготовление монет превышали их стоимость, поэтому литейщики постоянно стремились найти дешевые и высокопроизводительные способы литей. Выпуск миллиардов монет и высокие требования к их качеству обусловили высокую технику модельного дела. Промодели делали из дерева (наиболее часто из черного кипариса), воска, камня или металла, затем из них монтировали промодельную плиту, по которой отливали бронзовые модельные плиты для одновременного изготовления нескольких десятков и даже сотен монет.



Ни в одной стране мира художественные отливки нумизматических изделий: амулетов, талисманов, медальонов и т. п. не получили столь широкого распространения, как в Китае. Этому способствовали: трехтысячелетний опыт литья монет, укоренившийся в народе обычай символизации в монетах многих понятий, многовековое искусство гадателей, астрологов и прорицателей, использовавших такие литые изделия в качестве рабочих атрибутов.

### ПЕРВЫЕ ЧЕКАННЫЕ МОНЕТЫ

Вопрос о территории, где впервые монеты начали чеканить, остается спорным. Большинство специалистов пер-



*Право чеканить монету принадлежало верховной государственной власти, монетная регалия являлась одной из основных прерогатив государства. Поэтому монеты уже в древности чеканились по общепринятому государственному образцу.*



вой чеканной монетой признает статер (от древнегреч. στήρ – коромысло весов, весы) из электра с изображением льва времен царя Лидии Гигеса (правил с 680 по 644 г. до н.э.). Монета имела массу около 14 г.

По свидетельству Геродота, «первыми из людей они (лидийцы) стали чеканить и ввели в употребление монету и впервые занялись мелочной торговлей». Лидийские монеты имели бобовидную форму: слиток металла в виде бобового семени при помощи пучка тонких стерженьков придавливали к маленькой наковальне. Поэтому первые монеты имели на одной стороне отпечатки квадратных в сечении стержней – штемпелей и случайных линий от наковальни – на другой. Впоследствии уже на наковальне-штемпеле стали вырезать изображение и получать на слитке его оттиск.

Примерно в тоже время появились монеты на греческом острове Эгина. Эгинские монеты чеканились из

серебра. Шарик металла вдавливался квадратным в сечении штемпелем в глубоко врезанное на наковальне изображение черепахи. Штемпель снабжали маленькими шипами, чтобы он не соскальзывал с монеты в момент удара чеканом, поэтому шипы четко отпечатывались на металле.

В V веке до н.э. чеканка стала самым распространенным способом изготовления монет. При этом для изготовления монетных пластин, из которых затем чеканились монеты, в период античности преимущественно применялся метод литья.

### «КРЕЗУСЫ» И «ДАРИКИ»

Впервые монеты получили распространение там, где обмен товарами был наиболее интенсивным, то есть в греческих колониях Малой Азии и Северного Причерноморья, располагавшихся на торговом стыке между государствами Древнего Востока и Запада. Монеты быстро распространились по Средиземноморскому региону.

В VI в. до н.э. прославившийся своим богатством лидийский царь Крез стал чеканить золотые монеты – «крезусы» или «крезеиды». Им также было установлено, получившее впоследствии широкое распространение в различных денежных системах Древнего мира, ценностное соотношение между золотом и серебром – 1:13. Покорив Лидию, персидские цари (546 г. до н.э.) сохранили биметаллическую денежную систему. Их золотые монеты массой 8,4 г чеканились в большом количестве, и длительное время выступали как торговые монеты средиземноморского региона. По изображенному на них стреляющему из лука воину эти монеты в античном мире назывались «лучниками» или «дариками» по имени царя Дария I (521–485 гг. до н.э.). Персидские серебряные монеты с тем же изображением (статеры массой 11,2 г и сиклы массой 5,6 г) имели менее обширную сферу распространения.

Монеты, которые чеканились в Персии – крупнейшей империи V–IV вв. до н.э., почти не обращались в ее внутренних регионах. Они предназначались для торговли в городах Средиземноморского побережья. В самой же



Античный чеканщик,  
Монетный кабинет,  
Стокгольм





Афинская  
ДРАХМА

Персии торговали на слитки, а монеты оседали в сокровищницах крупнейших городов страны Персеполя, Экбатаны, Суз. При необходимости ими расплачивались с греческими наемниками или использовали для политических подкупов.

### ПРЕРОГАТИВА ГОСУДАРСТВА

Право чеканить монету принадлежало верховной государственной власти, монетная регалия являлась одной из основных прерогатив государства. Поэтому монеты уже в древности чеканились по общепринятому государственному образцу.

В Греции чеканка монеты с самого начала ее появления производилась на особых монетных дворах. Один из старейших монетных дворов находился в Афинах, в храме Тезея, которому традиция приписывала и само «изобретение» монеты. Афинский монетный двор состоял из мастерских, которые на монетах обозначались буквами.

При монетных дворах существовало особое лицо, следившее за доброкачественностью и полновесностью выпускаемых монет. Проверка пробы металла производилась либо на огне (по цвету окалины), либо на особом камне (базальте), на поверхности которого монетой проводилась черта и по ее цвету определялась проба металла.

На греческих монетах, имеющих одно изображение, как правило, встречаются животные или растения – символы чеканившего монету города. С появлением системы двух изображений символы городов становятся изображением оборотной стороны, а лицевая сторона представляется богам и мифологическим персонажам. При этом между обоими изображениями существует смысловая связь, например, Афина Паллада и посвященная ей сова на монетах Афин.

Александр Македонский, пытавшийся централизовать выпуск монет, создал сеть монетных дворов по всей подвластной ему территории – от Пеллы в Македонии до Вавилона на востоке и Александрии на юге. В эпоху эллинизма, после смерти Александра Македонского (323 г. до н.э.), для греческих монет становится характерным изображение правителя.

### ФАЛЬШИВОМОНЕТЧИКИ

Подделывание монет рассматривалось как оскорбление власти и покушение на священные верховные права главы государства. За подделку монет в Древней Греции казнили или отправляли в изгнание. В Риме в республиканскую эпоху знатного гражданина ссылали, незнатного отдавали в каторжные работы, раба распинали на кресте. По закону Суллы фальшивомонетчика-вольноотпущенника бросали на растерзание диким зверям в цирке. Император Диоклетиан ввел закон, поощряющий выдачу фальшивомонетчиков, в частности, раб, донесший правительству о подделке монеты, получал свободу и права римского гражданина. Константин I ввел указ, по которому предавались казни все фальшивомонетчики, в том числе и свободные граждане, причем за подделку золотой монеты сжигали на костре.

Кроме жестокого наказания был и другой эффективный способ борьбы с фальшивомонетчиками – усложнение рисунка на штемпелях. Таким образом, монетная металлургия и металлообработка непрерывно совершенствовались при активной государственной поддержке и контроле.



ДРАХМА ВРЕМЕН  
АЛЕКСАНДРА МАКЕДОНСКОГО

### ВЕСЫ

Греческая государственность развивалась, главным образом, в виде многочисленных городов – полисов, которые, являясь политически автономными, почти все пользовались правом чеканки монет. В настоящее время известны греческие монеты, изготовленные более чем на 2000 монетных дворах Великой Греции, занимавшей обширные территории от Испании и Галлии до Малой Азии и Египта.

Первоначально название монеты, ее «номинал» и достоинство совпадали с названием какой-либо мелкой весовой единицы. В Великой Греции было несколько денежно-весовых систем и соответственно систем денежных единиц-номиналов. В Аттике счетной единицей был талант (само слово «талант» означает весы), составляющий 60 мин. Каждая мина включала 100 драхм. Поз-



*Александр Македонский, пытавшийся централизовать выпуск монет, создал сеть монетных дворов по всей подвластной ему территории – от Пеллы в Македонии до Вавилона на востоке и Александрии на юге. В эпоху эллинизма, после смерти Александра Македонского (323 г. до н.э.), для греческих монет становится характерным изображение правителя.*

тому широко распространенная аттическая система объединяла в себе древневосточный шестизначный счет с десятичным. Другая популярная система (эгинская) была основана на шестеричной системе.

У греческих монет были разные районы обращения. Существовали деньги, предназначенные для торгового оборота только в одном городе. Как правило, в греческом полисе собственную монету принимали поштучно (верили штемпелю своего города), а чужую, чеканенную в другом полисе, – по массе, рассматривая монету в качестве кусочка драгоценного металла. Таким образом, штемпель города был действителен в границах городской общины и терял свое действие за его пределами. Но существовали деньги межполисные, которые обращались в широких границах. Среди таких монет наиболее высоко ценилась афинская драхма.

Требование использования в обращении в греческом полисе только собственной монеты было закреплено законодательно уже в V-ом в. до н.э. На острове Симе найдена надпись, датированная 420 г. до н.э. Она представляет собой выдержку из Афинского закона об обязательстве подчиненных Афинам городов пользоваться афинской монетой: «Кто будет чеканить в городах (свою) серебряную монету и будет пользоваться не афинскими монетами, весами и мерами, но иноземными монетами, весами и мерами, подлежит наказанию... Частные лица сдают иноземную монету, когда пожелают, а город (Афины) должен ее обменивать (на афинскую)».

#### «ОБОЛ ХАРОНА»

В процессе обращения золотые и серебряные монеты от длительного употребления стирались и, таким образом, теряли часть своей фактической стоимости. В Античном мире отсутствовал принудительный

курс денежного обращения, монета ценилась по стоимости заключенного в ней металла, и стертые от длительного употребления или поврежденные монеты теряли часть своей цены. Такие монеты периодически изымались из обращения.

Спекуляция на разнице в весе монет разных систем была распространенным явлением при мелочной торговле и обмене денег. Афиней приводит такой случай из жизни греческого рынка — торговец рыбой в Афинах требует за свой товар обол и когда покупатель дает ему аттический обол, продавец заявляет, что он просил эгинский, который по весу был почти вдвое тяжелее аттического. Согласно наблюдению Аристотеля («Никомахова этика») «Меры для вина и хлеба не везде одинаковы, но там, где происходит закупка, они всегда больше, а где производится продажа – меньше». Характерная шутка приписывается Лукиану Самосскому, который якобы сказал, что излишне класть в рот покойнику «обол Харона», так как неизвестно, какая монета обращается на том свете – аттическая или эгинская.

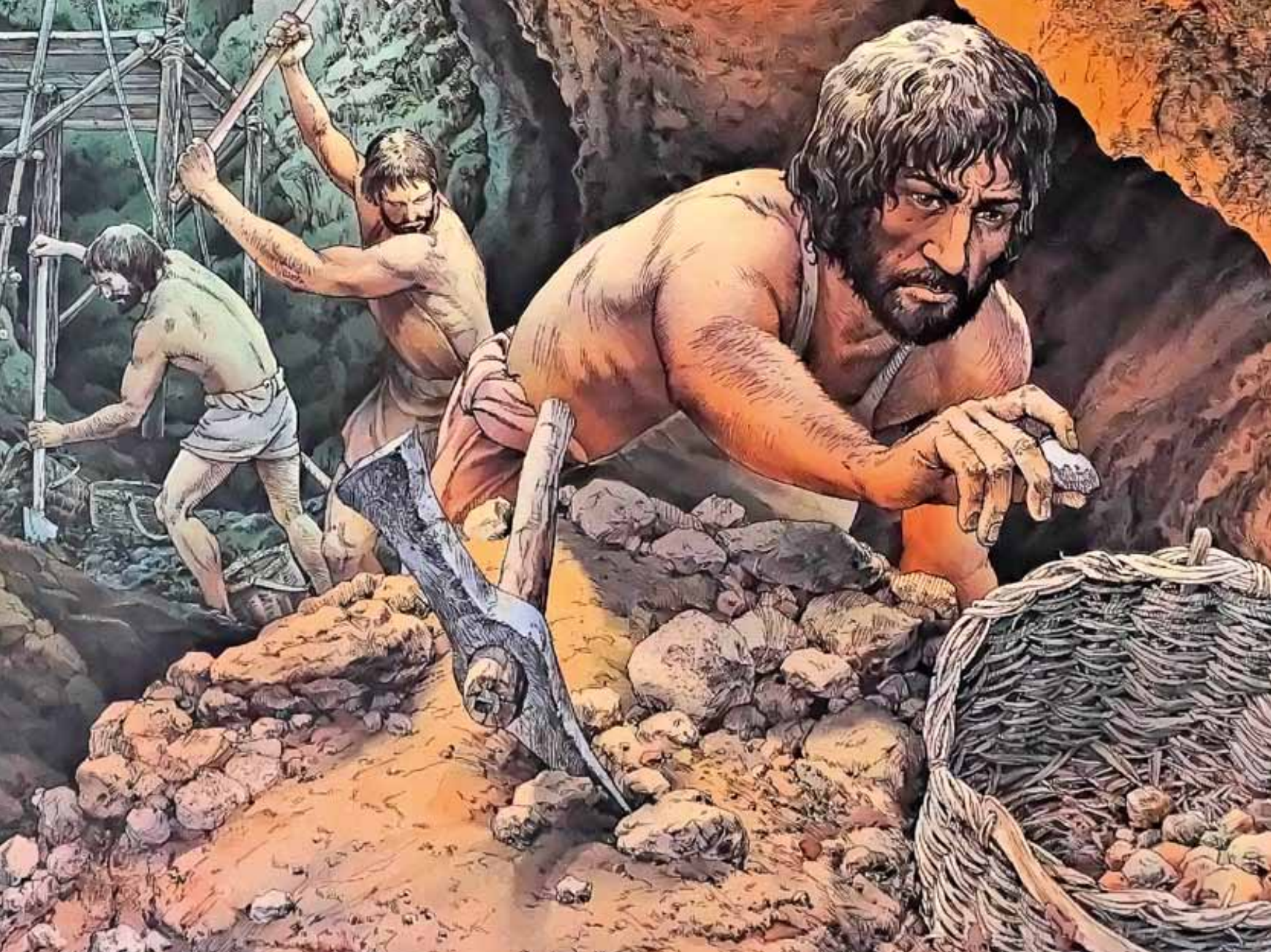
#### ЭТРУССКИЕ МОНЕТЫ

В Этрурии выпускались монеты из всех основных монетных металлов: меди, серебра и золота. У крупных литых и мелких чеканенных медных монет были оформлены обе стороны, серебряные и золотые монеты, как правило, имели изображение на одной стороне.

Особенностью этрусской чеканки является отсутствие ее в главных городах союза (Церы, Вульчи, Вейи). Купцы приобретали иностранные предметы ро-







скоши путем обмена на местное минеральное сырье, древесину и изделия из бронзы. Активная работа монетного двора Популонии являлась следствием его большого торгового значения. Благосостояние Популонии определялось запасами железа на острове Элба. Это обстоятельство нашло отражение на одной из бронзовых монет. На аверсе изображен Гефест, на реверсе молот и клещи. Изображение бога кузнечного дела и его инструментов было отличительной чертой Популонии.

Этрусским нововведением стало обозначение на монетах их ценности цифрами, явление, отсутствовавшее в греческом мире, и перенятое у этруссков римлянами. На этруских золотых и медных монетах указано отношение (рацио) золота к серебру и меди, соответственно 15:1 и 150:1.

### РИМСКИЕ АССЫ И СТИПЕНДИИ

В Римской республике вплоть до начала III века до н.э. в основе денежного обращения лежала литая медная монета – асс. Слово «асс» происходит от «aes» – «медь» и до сих пор используется для обозначения старшей карты в колоде игровых карт – туза, символизирующего власть денег.

В VIII в. до н.э. в Риме в качестве платежного средства начали использовать «ассы» – слитки меди, которыми расплачивались по массе. Для удобства обращения слитки стали делать стандартной прямоугольной формы. Они весили примерно один римский фунт или либру (около 273 г). Латинское слово «libra» переводится как «весы».

Потом на ассы стали наносить надпись «Romanom» и изображения животных, в том числе мифических. Чаще всего изображали быка (воспоминание о времени, когда





товаро-деньгами был скот), слона, свинью, Пегаса. Изготавливались монеты в один, два и более ассов, а также в доли асса.

В начале III в. до н.э. Рим, победив итальянские племена и получив большую военную добычу в виде меди, начал регулярный выпуск чеканных круглых монет. Формальная организация монетного дела в Республике произошла с учреждением в 289 г. до н.э. особой коллегии в составе 3 человек.

Плиний Старший в «Естественной истории» рассказывает, что до вынужденного ухода войск царя Эпира Пирра из Италии в 275 г. до н.э. римский народ пребывал в счастливом неведении денег из драгоценных металлов. Не было ни золотых, ни серебряных монет, а в обращении был только медный асс. При всех расчетах деньги рассчитывались по массе, поэтому жалование воина на-

Таблица – Римская монетная система середины III в. до н.э.

Название монеты	Номинал	Изображение на лицевой стороне	Обозначение достоинства
асс	12 унций	голова Януса	цифра «1»
семисс	6 унций	голова Юпитера	буква «S»
триенс	4 унции	голова Ромы	четыре точки
квадранс	3 унции	голова Геркулеса	три точки
секстанс	2 унции	голова Меркурия	две точки
унция	унция	голова Ромы	точка

зывалось «стипендия» (от «пендо» – «взвешиваю»).

Денежное обращение, основанное на медной монете, требовало много металла. Множество рабов добывало руду на медных рудниках в Тоскане и Лигурии, но еще больше меди ввозилось в Рим из других стран Европы.

В середине III в. до н.э. в Риме была проведена реорганизация монетной системы. На оборотной стороне всех монет теперь помещалось изображение проры (прога – нос корабля) – символ мореплавания и атрибут богини Ромы, покровительницы Рима.

### ДЕНАРИЙ И СОЛИД

Серебряные денарии (устар. «динарий», лат. *denarius* «состоящий из десяти») начали чеканить в Риме в 269 или 268 г. до н.э. Вес денария был установлен равным 4 скрупулам серебра (лат. *scrupulus* – маленький острый камешек равнялся 1/24 унции или 1/288 либры, что соответствует 1,137 г). Выпускались также фракции денария – квинарий (2 скрупула) и сестерций (1 скрупул).

Стабильность денария позволила ему получить широкое распространение и стать одной из наиболее авторитетных монет во всем Средиземноморье, что в значительной степени способствовало усилению экономического влияния Рима. Плиний отмечает («Естественная история»): «Римляне налагали на побежденных всегда дань серебром, а не золотом; так, например, на Карфаген, побежденный вместе с Ганнибалом, серебра 800 тыс. фунтов, ежегодно по 16 тыс. фунтов в продолжение 50 лет, золота же нисколько...».

Первоначально один денарий соответствовал 10 медным асам (отсюда и происходит название монеты). В середине II в. до н.э. денарий был приравнен к 16 асам. В этот период 1 денарий равнялся суточному жалованию римского легионера. К середине III в. денарий весил около 3 грамм, при императоре Галлиене (253-268) он стал лигатурной монетой со значительной примесью меди, а во времена Аврелиана (270-275) превратился в бронзовую монету и вскоре исчез из обращения. Однако



Янус  
и ПРОРА

термин «денарий» еще долгое время сохранялся в качестве счетной денежной единицы.

После падения Западной римской империи многие варварские королевства начали чеканить собственные монеты – как подражания римским и византийским. Прообразом одного из типов этих «варварских подражаний» стала византийская серебряная силиква, чья ценность традиционно измерялась в денариях. Именно это название так прочно укоренилось, что на протяжении столетий оставалось в названиях многих европейских денежных единиц. Денариями называли почти все серебряные монеты (денье, данаро, динеро, динар), которые чеканились в эпоху Средневековья.



Римский  
солид

Во второй половине III в. до н.э. была пущена в обращение первая золотая римская монета – скрупул, равнявшаяся 20 серебряным сестерциям. Легендарная римская золотая монета ауреус (от «aureus» – золото) впервые чеканилась в 218 г. до н.э. На лицевой стороне был изображен двуликий Янус (бог начала всякого дела), а на оборотной – пленный между двумя римлянами и надпись: «ROMA». Золотые ауреусы имели массу 6,78 г.

Регулярную чеканку золотой монеты ввел Юлий Цезарь, но основным денежным знаком в Риме была серебряная монета. В 309 г. при императоре Константине была выпущена золотая монета солид (от лат. solidus –



Римский  
денарий

Таблица – Номиналы римских монет в первые столетия существования империи

Металл	Золото	Серебро	Латунь	Медь
Основные монеты	двойной ауреус	антониан	двойной сестерций	асс
	ауреус	денарий	сестерций	семисс
	квинарий ауреус	квинарий	дупондий	квадранс

твердый, прочный, массивный), распространившаяся вскоре по всей территории Римской империи. Впоследствии солид продолжал применяться у германских народов, став образцом золотых монет, обращавшихся в период средневековья в Западной Европе. Название этой монеты в несколько измененном виде перешло затем к французскому су и итальянскому сольдо.

### ДРЕВНЯЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЧЕКАНКИ

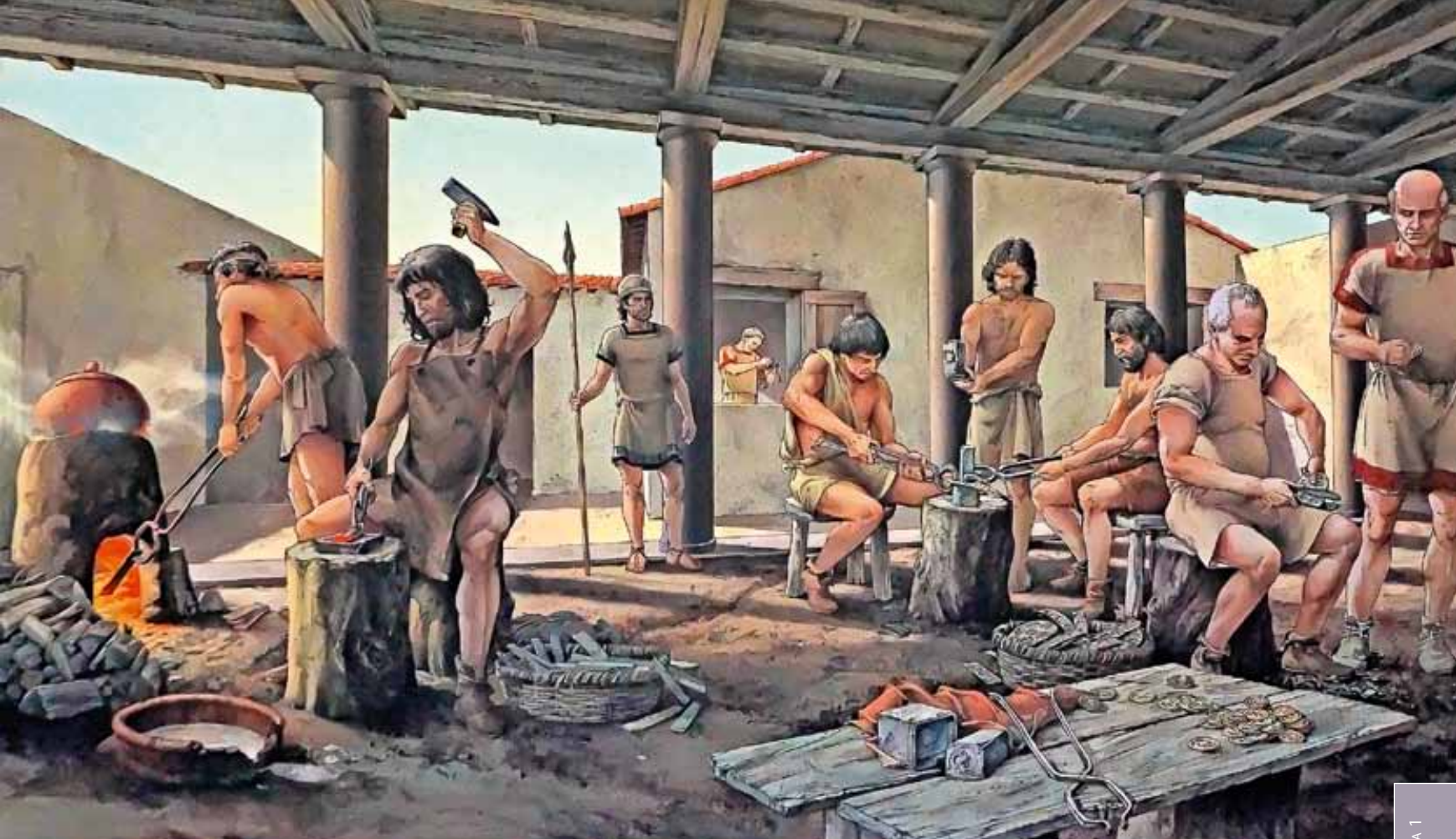
По технике чеканки историю античного монетного дела часто подразделяют на четыре периода. В архаический период (VII-VI вв. до н.э.) монета имела вид сплюснутого боба или шарика. Изображение было на одной стороне. Надписи чаще совсем отсутствовали, иногда помещались первые буквы названия города.

В классический период (V-IV вв. до н.э.) монетный кружок стал более плоским и круглым. Монеты имели изображения на обеих сторонах и иногда надписи: название города и имена резчиков штемпелей или лиц, ответственных за чеканку монет.

В эллинистический период (III – середина I в. до н.э.) монетный кружок становится выпуклым, как увеличительное стекло. Появляются портреты правителей и длинные надписи.

В римский период (середина I в. до н.э. – V в.) монеты стали совсем плоскими, правильной круглой формы. Кроме изображений монетные мастера вырезали на штемпелях длинные надписи с титулами и именами правителей и магистратов и даже помещали политические лозунги.





В эпоху раннего Средневековья принципиальных изменений в технологии монетного дела не произошло. Так что «римская» технология чеканки просуществовала более тысячи лет.

### ДЕНАРИЙ ТИТА КАРИЗИЯ

Беспристрастным свидетелем технологии римского чекана является республиканский денарий Тита Каризия 46 г. до н.э. с изображением основных инструментов, использовавшихся в этом процессе. На аверсе написано слово «Монета» и изображена голова богини Юноны Монеты (Юнона – древнеримская богиня брака, материнства и женской производительной силы, Монета – «советница»). Монетный двор, работавший с золотом и серебром, в III в. до н.э. была размещен в храме этой богини, и ее имя со временем стало нарицательным во всем, что касается монетного дела. На реверсе приведен инструментарий маллеатора (лат. malleator – молотобоец): два штампера – верхний (иногда это изображение интерпретируют как шапочку Вулкана – бога огня и металлургии) и нижний, молоток-чекан и тигельные щипцы. Щипцы с характерным кольцеобразным изгибом имели многоцелевое назначение. Их использовали для переноса горячей заготовки и удержания штампера во время удара.



ДЕНАРИЙ  
ТИТА КАРИЗИЯ

Общая схема чекана выглядела следующим образом. Мастерская чеканщика оборудовалась горном для тигельной плавки металла и нагрева монетных заготовок, наковальней, инструментом для резки и плющильных работ. В станине-наковальне жестко закреплялся нижний штампель (обычно это штампель лицевой стороны, имевший более глубокий рельеф). Разогретую заготовку, слегка расплюснутую молотком, клали на наковальню, накладывали на нее верхний штампель (цилиндрической формы), по которому наносили удар чеканом. На верхнем штампеле обычно сохранялись следы от многочисленных ударов молота.

В процессе чеканки принимали участие, по меньшей мере, два человека – один держал клещами заготовку, второй прикладывал верхний штампель и наносил удар молотком. Именно такое изображение можно увидеть на монете из Пестума: один монетчик держит клещами штампель на наковальне, а другой – ударяет по штампелю молотом.

### МОНЕТНАЯ СТОПА

Необходимым и важнейшим этапом производства монет было взвешивание. Иногда металлическую заготовку подгоняли к стандарту индивидуально: этот способ

в средневековой Италии получил название «al-prezzo» (т.е. по индивидуальной массе).

Римляне не контролировали вес отдельных монет, понимая, что при огромных объемах производства монетной массы это просто технически невозможно. Они нашли другое эффективное решение – монетные кружки отливались в специально приготовленных формах – сотах. Чтобы равномерно распределить металлический слиток весом в один фунт по ячейкам формы, металл гранулировали. С этой целью отмеренное количество металла плавил, и расплав выливали тонкой струей в воду, в результате чего получались мелкие гранулы. Размер гранул можно было регулировать, изменяя скорость выливания расплавленного металла в воду. Гранулами довольно точно формировали массу заготовки для будущей монеты.



Инструменты монетчиков эпохи Раннего Средневековья, Тауэр, Лондон.

Сотовая форма помещалась в печь, где крупинки-гранулы расплавились и под действием поверхностного натяжения объединялись в единую капельку. В итоге получались округлые заготовки для будущих монет, которые имели стандартный вес. Затем заготовки расплющивали до дискообразной формы для четкой фиксации между штемпелями при чекане. Во времена Республики из одного фунта металла изготавливалось 84 денария.

В Средневековье римский способ получения монетных заготовок получил название «al-marco» (по весу марки – средневековой единицы массы). В случае его применения из слитка заданной массы изготавливалось определенное количество монетных заготовок. Поэтому масса монет колебалась в некоторых допустимых пределах, называемых «ремедиумом».

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШТЕМПЕЛЯ

Изготовление штемпелей было сложнейшей технологической операцией, требующей от мастеров большого ху-

дожественного искусства и умения придавать инструментам высокие эксплуатационные свойства. Штемпели, которые применялись древними греками, были сделаны из твердой бронзы, с высоким содержанием олова. Римляне первыми начали изготавливать штемпели из железа и стали.

Процесс создания углубленных изображений на штемпелях совершенствовался столетиями. Впервые он был разработан для изготовления гемм и печатей. Использовали набор пуансонов – стержней, на рабочих концах которых были выпукло вырезаны детали букв и изображений. Пуансоны в определенных комбинациях последовательно забивали в заготовку штемпеля, создавая в ней обратное изображение будущей монеты. Для объединения в рисунок отпечатков отдельных пуансонов и исправления дефектов штемпеля применяли резец.

Изготовление монетного штемпеля в Древней Греции высоко ценилось и считалось подлинным искусством, по характеру приближавшимся к глиптике – резьбе по камню. Лучшие художники, резчики камней и гемм участвовали в работе по изготовлению штемпелей. Поэтому на многих монетах присутствует имя художника, делавшего штемпель (так называемые подписные монеты).

### ЗУБЧАТЫЕ МОНЕТЫ

Некоторые выпуски монет Древнего Рима, Карфагена и Сирии имеют на гурте зубцы. Такие монеты получили название серратов (от лат. serrere – пилить). Первый римский денарий-серрат был отчеканен в 209-208 гг. до н. э. в разгар второй Пунической войны. В 118 г. до н.э. при основании колонии Нарбонна в Галлии было выпущено сразу пять видов денариев с зубцами. Этот выпуск открыл дорогу широкому использованию серратов в практике римского чекана. Считается, что эпоха серратов завершилась выпуском денария монетария Луция Росция Фабата в 64 г. до н.э.

Технология изготовления серратов понятна: заготовка отливалась в специальной форме с зубцами, а сама монета чеканилась поверх зубчатой заготовки. Чеканный удар производился несильно, и не деформировал систему зубцов по гурту монеты. С точки зрения технологии изготовления добавление зубцов к гурту не сильно усложняло производство монет: единственное усилие, которое должен был приложить монетарий, состояло в изготовлении литейной формы специального звездообразного профиля.

Однако среди денариев с зубцами встречаются исключения, когда система зубцов выполнена не с помощью литья в формы, а высечена вручную. То есть каждая монетная заготовка проходила через руки специального рабочего, который наносил зубцы по гурту. Сама процедура нанесения зарубок была тривиальна, но требовала затрат труда и времени: с помощью пинцета (с рубчатыми губками) держали заготовку, и выверенными несильными





РИМСКИЙ  
СЕРРАТ

ударами (чтобы зарубка была не слишком глубокой) равномерно наносили зарубки по гурту серебряной заготовки. На первый взгляд, это представляется существенным усложнением технологии изготовления монет.

В действительности, использование зубчатых заготовок позволяло осуществлять холодную (без нагрева) чеканку монет. В обычном монетном кружке при чеканном ударе из-за симметрии металл движется радиально от центра к краю заготовки. При этом на него действуют силы, работающие на разрыв в тангенциальном направлении. Напряжение в металле растет при движении к краю и достигает там максимального значения. Поэтому иногда происходит разрыв металла на гурте монеты. При холодном чекане, когда силы молекулярного притяжения велики, чеканный удар должен быть такой мощи, чтобы преодолеть эти силы. Поэтому при холодном чекане маллеатор должен был наносить более концентрированный и сильный удар, что приводило к быстрому разрушению штемпелей (особенно верхнего).

Когда монетная заготовка горячая, силы молекулярного притяжения ослабевают, металл размягчается, и для качественного чекана можно нанести более щадящий удар. Когда же заготовка имеет надсеченный гурт, зарубки рассекают единый фронт перемещающегося металла и формируют направления его предпочтительного движения. Напряжение в образце, действующее на поперечный разрыв, падает, и качественного чекана можно добиться более слабым ударом молота.

Таким образом, рассечение с гурта решало несколько проблем. Во-первых, чеканить монеты можно было в любой момент по холодной заготовке без сильного износа штемпелей. Во-вторых, маллеатор уставал гораздо меньше, мог работать дольше и действовать более эффективно. В-третьих, имела место экономия на топливе, так как нагревать заготовку не требовалось. В-четвертых, снижалось количество бракованных монет.

## МОНЕТНАЯ МАГИСТРАТУРА

Монетные дворы Римского государства достигали огромных размеров. В императорском Риме монетный двор

располагался между холмами Целием и Эксвилином. Здесь была найдена надпись 115 г., посвященная Геркулесу, патрону монетного дела. Она упоминает 63 имени работников монетного двора – маллеаторов, суппосторов – подкладчиков монет (от лат. *suppositio* – замена), сигнаторов – граверов штемпелей (*signator* – участник в подписании документа), литейщиков, юстировщиков, пробиреров и др. Большинство из специалистов были вольноотпущенниками или рабами императора.

Надзор за выпуском монет в Риме осуществляли специальные чиновники – магистраты. Со времен Римской республики (с III в. до н.э.) обычно назначали троих магистратов, каждый из которых отвечал за монеты из одного вида металла – золота, серебра, меди и помечал их сокращенным обозначением своего имени или личной эмблемой. По этим отметкам контролировали качество и массу монеты. Иногда для того, чтобы ужесточить контроль, монеты «подписывали» еще и квесторы, следившие за сбором налогов.

Через монетную магистратуру проходили многие видные политические деятели Римской республики: Тиберий Гракх, Апулей Сатурнин, Марк Порций Катон Старший.

Общий контроль над регулярным выпуском монет и казной в период республики осуществлялся сенатом. При чрезвычайных обстоятельствах право чекана монеты могло быть передано отдельному лицу – главнокомандующему, консулу или диктатору. Эта так называемая военная чеканка возникла в период гражданских войн I в. до н. э., и практически предопределила переход к императорской чеканке. Сначала Август объединил в своих руках выпуск золотой и серебряной монеты, ограничив сенат правом чекана медной монеты. При Августе были основаны монетные дворы вне Рима, в Лионе и других городах. Впоследствии императоры полностью оттеснили Сенат от управления монетным делом, и им стали заведовать императорские чиновники.

Римский монетный двор при Августе делился на три секции; каждая выпускала свой вид монеты. Секция обозначала свою продукцию цифрой или буквой. При Нероне таких секций стало шесть.

В императорскую эпоху технология монетного дела развивалась в направлении ускорения процесса чеканки, что было обусловлено потребностью в массовых выпусках монеты в масштабах всей империи. С этой целью в одном из штемпелей стало делаться углубление, в которое входил другой штемпель. Это предотвращало появление бракованных монет в результате обычного ранее соскакивания штемпелей. В правление императора Константа с целью ускорения выпуска монет стали применяться сдвоенные штемпели, соединенные наподобие пломбирных щипцов. \*

## Глава 2

# Торговая революция

Вот в ряд сидят менялы,  
Разложив свою монету;  
Тот меняет, тот вещает, тот ворует,  
Тот говорит: «Это правда», тот говорит: «Это ложь».  
Никогда пьянице, сколько бы он ни спал,  
Не приснится во сне таких чудес,  
Какие можно увидеть здесь наяву.

**Рыцарский роман «Галеран Бретонский»,  
описание менял французского города Мец,  
около 1220 г.**

**П**О МНЕНИЮ МНОГИХ СОВРЕМЕННЫХ МЕДИЕВИ-  
стов, эпоха Ренессанса началась не в XIV в., как было  
принято считать, а столетием раньше, когда в течение  
XIII в. Запад пережил торговую «революцию», в резуль-  
тате которой коренным образом изменился менталитет  
богатых людей.

Символическую фигуру представляет один из бога-  
тейших людей Европы «дореволюционного» времени  
маркграф Оттон Мейсенский. Анналы эпохи оценивают  
его состояние в 1189 г. более чем в тридцать тысяч марок  
серебра, в основном в виде серебряных слитков. По не-  
которым оценкам, если его казну перечеканить в самую  
ходовую мелкую монету того времени – пфенниг, то полу-  
чилось бы около десяти миллионов пфеннигов.

Применение, которое маркграф нашел для большей  
части своих богатств, иллюстрирует характерное отно-  
шение богачей того времени к деньгам. Оттон вложил  
средства в покупку земель, субсидировал постройку  
новых городских стен в Лейпциге, Айзенберге, Ошаце,  
Вайсенфельсе, Фрайберге и передал три тысячи марок се-  
ребра монастырю Целле для раздачи окрестным церквям  
ради спасения его души. Это поведение отражает три  
основных формы использования денег в XII в. и мента-  
литет тех, кто имел много денег. В средневековом обще-  
стве главной ценностью являлось земельное богатство;  
становилась важной забота о безопасности городов; на-  
конец, деньги использовались для благочестивых дел,  
способных содействовать спасению души.

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

На протяжении всей истории цивилизации важнейшим  
фактором развития производительных сил общества яв-

МАРКГРАФ ОТТОН II  
БОГАТЫЙ. ПАМЯТНИК  
ВО ФРАЙБЕРГЕ.





лялась торговля, которая, в свою очередь, в значительной степени определяется социальными факторами, формирующими спрос на ту или иную продукцию. В отношении металлургии и металлообработки эти факторы имели тем большее значение, поскольку сами средства платежа долгое время выполняли металлические монеты из меди и благородных металлов. В течение тысячи лет, вплоть до начала XX в., именно монетное обращение поглощало основную массу цветных металлов и предопределяло направление развития передовых металлургических технологий.

### МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ТОРГОВЛЯ

В ходе торговой революции XIII в. сформировались две основные зоны межрегиональной европейской торговли. Южная зона объединяла Средиземноморье, Крым, Кавказ, Малую Азию. Она связывала Испанию, Францию, Италию, Византию со странами Востока. Главными товарами были ввозимые с Востока предметы роскоши, пряности, красители, лекарства, ароматические вещества, квасцы, вино и фрукты. На Восток вывозились металлы и металлические изделия (иголки, ножи, проволока), сукно, янтарь, предметы повседневного спроса. Северная торговая зона включала Балтийское и Северное моря. В северной торговле принимали участие области Русь, Прибалтика, Скандинавия, Фландрия, Нидерланды, Северная Франция и Ан-

*Движение товаров вызвало движение денежных средств, монет и драгоценных металлов. В 1228 г. венецианцы построили на Большом канале здание для приема немецких купцов, Фондако деи Тедески.*



Фондако деи Тедески, Венеция.

Справа: Фондако деи Тедески на картине Каналетто.







Святой Элигий, просветитель Фландрии, покровитель ювелирного и монетного дела. Род. около 588 г. Картина Петруса Кристауса «Святой Элигий и святая Годаберта в мастерской».

глия. Торговали преимущественно: рыбой, солью, мехами, сукнами, пенькой, воском, смолой, лесом, металлами, зерном.

Регулярные связи между двумя зонами межрегиональной торговли осуществлялись через альпийские перевалы и рейнскую область, где все города были вовлечены в транзитную торговлю. Большую роль в товарообмене стали играть крупные ярмарки, на которых осуществлялась оптовая торговля товарами повышенного спроса: шерстью, кожами, сукном, тканями, металлами, зерном.

В XII-XIII вв. общеевропейским центром ярмарочной торговли было французское графство Шампань, в XIV-XV вв. эту функцию стал выполнять Брюгге (Фландрия). Особое значение для евроазиатской торговли имел Волжско-Каспийский регион. В XV в. там выросли большие торговые города: Нижний Новгород, Казань, Сарай, Астрахань.

### МОНЕТНЫЕ ПОТОКИ

Движение товаров вызвало движение денежных средств, монет и драгоценных металлов. В 1228 г. венецианцы построили на Большом канале здание для приема немецких купцов, Фондако деи Тедески. Это способствовало приезду немцев, привозивших с собой серебро немецких ко-

пей, в то время самых производительных. Отныне монеты в Венеции в основном чеканили из серебра, идущего из Германии. Из Германии серебро достигало также Нидерландов и Шампани, его везли ганзейские купцы – на восток, через Балтику, и на запад, в Англию.

Французская монархия, укрепившаяся в XIII в., в значительной степени за счет контроля над шампанскими ярмарками благодаря женитьбе в 1284 г. будущего короля Филиппа Красивого на Жанне Шампанской, превратилась в крупного экспортера монеты, особенно в Италию.

Увеличение количества монет было прямым следствием растущего объема экспорта в Европу восточных товаров, осуществляемого итальянцами. Особое значение получили две статьи восточного импорта: хлопок из Северной Сирии и пряности из Индии и Аравии. Пизанцы, венецианцы и генуэзцы, обосновавшиеся в Александрии, Алеппо и Акре, осуществляли их транспортировку. Западные деньги обеспечивали продажу восточных товаров на очень большом отдалении. В течение XIII в. купцы добрались до Китая в поисках шелка, до Индии в поисках пряностей и драгоценных камней и до Персидского залива в поисках жемчуга.

Церковь в этот период тоже активно поощряла использование денег. Главной причиной этого было развитие Папского государства. Обосновавшись в Авиньоне в начале XIV в., папство воспользовалось стратегическим положением этого города на перекрестке торговых путей.

### СЕРЕБРЯНЫЕ КОПИ И МОНЕТНЫЕ МАСТЕРСКИЕ

Сопровождавшее подъем торговли распространение монет стало возможным благодаря внедрению новых технологий разработки месторождений серебряных и свинцовых руд. Главными были копи Гослара, Фрайберг, Фризах в Тироле, Йиглава в Мора-

«Святой Элигий в своей мастерской» (ок. 1450). Гравюра «Мастера Валаама». Государственный музей Нидерландов в Амстердаме.





вии, в Италии – пизанские копи, копи Монтьери близ Сиены, копи Иглесиаса в Сардинии. В XIII в. были открыты новые серебряные меаторождения в Англии, в Девоне.

В Европе стало циркулировать быстро растущее количество серебряных монет. Фрайбергская область в Саксонии, у подножия Рудных гор, около 1130 г. насчитывала девять монетных мастерских. К 1200 г. число этих мастерских достигло двадцати пяти, а к 1250 . – сорока. Аналогичный процесс наблюдался в Тоскане. В 1135 . здесь работала лишь одна монетная мастерская, в Лукке. В середине века мастерские появились в Пизе и Волатерре. В последней четверти XIII в. монетные мастерские были открыты в Сиене, Ареццо и Флоренции.

Подъем монетного дела происходил в Северной Италии. Вслед за мастерскими в Милане, Павии и Вероне между 1138 и 1200 гг. мастерские появились в Генуе,



КУТНА ГОРА, МИНИАТЮРА –  
ВЫРУБКА МОНЕТНЫХ  
ЗАГОТОВОК.

Асти, Пьяченце, Кремоне, Анконе, Брешии, Болонье, Ферраре и Ментоне. В Лации, где в 1130 г. было всего четыре мастерских, в 1200 г. их насчитывалось двадцать шесть.

Во Франции монетные мастерские создавались в провинциях Артуа и Лангедок. Главными центрами монетного производства стали аббатство Сен-Мартен-де-Тур, где чеканились турские деньги, Париж и Шампань, где изготавливались провенские деньги.

В Нидерландах чеканка монет была сконцентрирована в Брюгге и Генте. В Англии доминировали две большие мастерские в Лондоне и Кентербери. Крупным общеевропейским центром была Кутна Гора в Чехии.

Интенсивность работы монетных мастерских поддерживалась за счет распространенной в то время практики частой перечековки монет в связи с быстрым износом. Часто массовую перечековку старой монеты произво-





БРАКТЕАТЫ, ФРАЙ-  
БЕРГСКИЙ ГОРНЫЙ  
МУЗЕЙ

дили перед открытием больших торговых ярмарок. Для дешевой перчеканки и небольших временных затрат наилучшим образом подходили брактеаты. Недолговечность этих монет компенсировалась высокой скоростью их чеканки. Эти монеты изначально выпускались на короткий срок обращения, в основном для удовлетворения нужд местного рынка. Как правило, для покрытия расходов на перчеканку, каждая переделка монеты сопровождалась небольшим понижением веса и пробы.

### БРАКТЕАТЫ

Технология изготовления брактеатов постепенно упрощалась. Вес монет постоянно уменьшался, а диаметр оставался неизменным. Из-за этого монета стала настолько тонкой, что изображения на аверсе и реверсе стали проступать на противоположных сторонах, искажая друг друга.

Выход был найден в односторонней чеканке. Из тонкого листа расплющенного

металла вырезались круглые заготовки, необходимого веса. Чтобы монета, изготовленная из серебряной фольги, приобрела жесткость, изображение на ней должно было иметь достаточно высокий рельеф. Для этого применялся штампель с глубоким рельефом изображения. Чтобы штампель не порвал заготовку во время чеканки, под кружок металла подкладывалась мягкая основа: свинец, олово, войлок или кожа. В результате получалась монета с объемным изображением, рисунок линий которого выполнял функцию ребер жесткости, продлевая недолгий период эксплуатации брактеата.

### ГРОШ И КВАТРИНО

В начале XIII в. на смену брактеатам пришли новые монеты – гроши (от латинского слова *grossus* - большой). Первые гроши отчеканили в Венеции и Генуе на рубеже XII-XIII вв. В 1218 г. новые монеты стали чеканить в Марселе, в 1230-х гг. в тосканских городах. На побережье Средиземного моря в середине XIII в. у каждого крупного торгового города имелся свой серебря-



ный грош. В качестве международной монеты применялся венецианский грош – матапан, прервавший пятисотлетнее безраздельное господство денария.

Начало широкому распространению новой монеты в континентальной Европе положила денежная реформа короля Франции Людовика IX Святого, проведенная им 1266 г. По итальянскому образцу в городе Туре была выпущена монета весом 4,22 грамма. Она получила название по месту чеканки – «gros tournois» или турноз. Очень быстро эта монета завоевала признание в качестве общепринятого платежного средства.

В 1300 г. чешский король Вацлав II запретил оборот серебра в слитках, денариях и брактеатах, ограничив его использованием новой монеты 938 пробы и весом 3,7 грамма. Новая монета чеканилась в «промышленной столице» Богемии – Кутна Гора. Успехом реформы Вацлав был обязан не только богатейшими запасами серебра, но и приглашенным итальянским банкирам, которые руководили эмиссией и обеспечили контроль государства над денежным рынком.

Возможно от столицы Богемии – Праги произошли термин, обозначающие процесс чеканки монет: по-немецки «чеканить монету» – *grägen*, по-норвежски – *prege*, по-шведски – *präglä*. Возможно, что слово «чех» до XV в. обозначало не национальную принадлежность, а профессию: ремесленник (от балто-славянского корня *тъх* – тачать, точить).

В XIII в. значительно выросло количество биллонных монет низкого достоинства, обеспечивавших потребности повседневной городской жизни. Они часто назывались «черной монетой». В конце XIII в. монетой, которую больше всего чеканили в Венеции, был кватрино, стоимость которого соответствовала буханке хлеба.

Растущее значение монет низкого достоинства (в основном медных) свидетельствовало о распространении



использования денег на все слои населения и о росте количества продаж и покупок на скромные суммы. Не осталась в стороне от этого процесса и сельская местность. В конце XIII в. во Франции оброк, как правило, стали устанавливать в денье.

МЕЙСЕНСКИЙ ГРОШ  
МАРКГРАФА ФРИДРИХА II, 1324-1349 гг.

Регионализация хождения монеты привела к появлению новой категории профессиональных менял. Их богатство и престиж были столь велики, что, например, в Шартре они оплатили два из знаменитых витражей готического собора. Один из старейших образцов ремесленного устава менял появился в Сен-Жиле еще в 1178 г.

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ ЕВРОПЕЙЦЫ

Развитие монетных мастерских влекло за собой увеличение численности персонала, включавшего управляющих, мастеров и контролеров, техников, рабочих. Эти мастерские XIII в. стали прообразами мануфактур. Люди



ГЕНУЭЗСКИЙ  
И ВЕНЕЦИАНСКИЙ  
(МАТАПАН) ГРОССО.



ГРО ТУРНОА (1266-1270) короля Людовика IX и ПРАЖСКИЙ ГРОШ (1300-1305) короля Вацлава II.





Средневековья позаимствовали из латыни оба смысла термина *ratio*. Это слово означало как «разум», так и «расчет». Совершенствование чеканки и распространение монет в XIII в. усилило использование этого термина во втором смысле, в то же время благодаря ему расчет все чаще сочетался с рационализацией. Деньги стали орудием рационализации.

Должность заведующего монетной мастерской, как правило, была государственной. Мастера монетных мастерских подписывали с монетными властями договор, где оговаривались количество монет, доля прибыли, причитающаяся соответственно мастеру и королю, технические условия и допустимое количество отходов при производстве. Каждая операция предполагала контроль взвешивания, ведение журналов записей; этим занимались как мастер, так и смотрители, представляющие королевскую власть.

Денежные суммы, пущенные в обращение, значительно выросли. В 1247-1250 гг. мастерские Лондона и Кентерберри выпустили около 70 млн. пенни общей стоимостью в 300 тыс. фунтов. Поколением позже, в 1279-1281 гг., те же мастерские отчеканили 120 млн. пенни общей стоимостью около 500 фунтов стерлингов.

### **ПОДАТИ И РЫЦАРСКИЕ ТУРНИРЫ**

Массовое использование монет спровоцировало инфляцию, сеньоры все больше нуждались в деньгах. Короли и князья взимали пошлины и обращали повинности, которые им раньше платили натурой, в деньги. Вошла в обиход практика жалования вассалам фьефов, которые представляли собой не землю и службу, а ренту. Рентный фьеф быстро развивался в Нидерландах.

Основой роста монетного обращения были экономика и торговые связи, но больше всего монет поглощала подготовка и оснащение армии. Огромными рынками, сравнимыми с современными мировыми спортивными форумами, стали рыцарские турниры, в которые вкладывались колоссальные денежные средства.

Еще одним поводом для расходов был рост роскоши, особенно при королевских и княжеских дворах и в среде высшего городского бюргерства.

В конце XIII в. увеличение расходов на роскошь (пряности и изысканные блюда, до-

рогостоящие одежды, в частности шелк и меха, оплата трубадуров, труверов и менестрелей) побудило некоторых королей и городские коммуны издать законы против роскоши. В 1294 г. Филипп Красивый издал ордонанс «касательно излишеств в одеждах».

### МОНЕТА КАК СИМВОЛ ВОЗРОЖДЕНИЯ

В XIII в. европейские монеты стали товаром и фактором создания новых финансовых учреждений – банков. В первой половине XIV в. были написаны первые руководства по торговле и банковскому делу. Их авторы: венецианский купец Дзибальдоне да Каналь (ок. 1320 г.) и флорентийский банкир Франческо Пеголотти (ок. 1340 г.). Автор «Практики торговли» («Pratica della mercatura») Пеголотти был зарубежным представителем знаменитого флорентийского банка Барди. В 1315-1317 гг. он управлял отделением банка в Антверпене, в 1317-1321 гг. – в Лондоне, а затем в Фамагусте, на острове Кипр.

Идею банковского депозита активно развивал дом Медичи. Уже в XV в. три четверти своего капитала Медичи держали за пределами Италии. В одной только Франции у них было 24 отделения банка.

В 1360 году французский король Иоанн Валуа выпустил золотую монету франк, на которой было отчеканено Francorum rex (король франков), и вся территория подчиняющиеся короля стало francso, т.е. территорией свободной торговли, без прямого налогообложения.

В Северной торговой зоне в это же время был учрежден Ганзейский Союз. На его территории была введена беспрошленная торговля. Число ганзейских городов чеканивших собственную монету доходило до 90.

За относительно короткое время появилось множество различных монет в свободных городах, княжествах, герцогствах и т.д. При появлении нового правителя появлялась новая монета. Новый правитель был заинтересован в том, чтобы не только монеты других городов и княжеств менялись на его новые монеты, но и монеты его предшественников также менялись на его монеты. Таким способом осуществлялось косвенное налогообложение населения подвластной территории. Деньги стали символом политической мощи в большей мере, нежели экономического могущества.

### МОНЕТНЫЕ ДВОРЫ – ПЕРВЫЕ МАНУФАКТУРЫ

Характерной чертой эпохи Раннего Средневековья является практика свободной чеканки монет. Любой человек имел право представить в монетную мастерскую в неограниченном количестве золото или серебро для перечеканки его в монеты.

Из западноевропейских хроник X-XI вв. известно, что тогда монетный мастер носил весь свой инвентарь в мешке, и странствовал из города в город и изготавливая на заказ небольшое количество монет. Для этого было до-



статочно труда одного человека, вооруженного парой штемпелей, ручным молотом и десятком других инструментов. Ограниченные размеры монетной чеканки делали ее чрезвычайно мобильной.

В XIII в. происходит повсеместное распространение стационарных монетных дворов.

Большая часть сырья поступала на монетные дворы в виде слитков серебра, меньшая – как лом монет и серебряных изделий. Поэтому на каждом монетном дворе была плавильная печь, в которой переплавлялся серебряный лом. Когда страна оказывалась в трудном положении, в монеты превращали украшения, посуду и даже церковную утварь. С середины XIV в. в европейские серебряные монеты начинают добавлять лигатуру – примеси неблагородных металлов, обычно олова и меди. Поэтому печь использовалась еще и для получения сплава серебра с примесями.

Технология изготовления монет состояла из нескольких основных этапов. Вначале готовили монетный сплав необходимой пробы. Слиток заданной формы и массы поступал для изготовления пластин. Его многократно проковывали и отжигали, пока он не приобретал нужную толщину. Полученную пластину шлифовали и отбеливали.

Западноевропейский монетный двор XV в.



Расковывание слитка в лист равномерной толщины требовало высокой квалификации. Но даже при большом опыте и мастерстве невозможно было достигнуть одинаковой толщины на всей площади листа. В результате при одинаковом диаметре монеты могли иметь разный вес.

Заготовка кружков из листов была одной из особенностей монетного производства. Монетные заготовки изготавливались с помощью специального штампа (вырубки круглого или квадратного сечения). Ударом молотка по верхушке вырубки из листа или ленты (цана) вырубали кружки.

Иногда монеты чеканились на заготовках, сделанных из кусочков серебряной проволоки, расплющенных молотом. Такой способ изготовления монетного кружка хорошо известен из русского монетного дела. Эта техника сохранялась в России до начала XVIII в. Вместо того чтобы расковывать серебряные полосы в листы и вырубать из них кружки, в России серебро на волочильных станках вытягивали в проволоку, которую затем разрубали на кусочки соответствующего веса. После расплющивания в чеканку шли пластинки овальной формы.

Ножницы применялись для обрезки тех монет, которые по весу заметно превосходили стандарт. Обрезанные заготовки взвешивались и еще раз отжигались. Пройдя подготовительные этапы, заготовки поступали на чеканку. Низкий рельеф рисунка и легенды не требовали разогревания монетной заготовки перед чеканкой, поэтому главным технологическим отличием средневекового производства монет от древнеримского можно считать холодную чеканку.

### МОНЕТНЫЙ ШТЕМПЕЛЬ

Чеканка монет в XIV-XV вв. осуществлялась с помощью ручного молота. Применялись два штампа (нем. Münzstempel) цилиндрической или конической формы. Нижний штамп (Stock) имел острый шип, с помощью которого он надежно закреплялся в массивной деревянной колоде. На торец нижнего штампа накладывалась монетная заготовка, сверху приставлялся верхний штамп (Eisen), который мастер держал в руке. Помощник подкладывал кружки на нижний штамп и снимал готовые монеты, что ускоряло работу. Такой тип чеканки в немецкой литературе получил образное название «чеканка кулаком». Для производства даже небольшой монеты приходилось прикладывать значительные физические усилия. Из-за массовых тиражей и ручного труда был очень высок уровень мелкого брака.

Процесс создания монетного штампа был самым сложным этапом производства монет. К его изготовлению допускались лишь опытные мастера, члены гильдии граверов. Отслуживший свой срок штамп, во избежание несанкционированного использования, уничтожался. Выходили штампы из строя очень бы-

стро. Несмотря на применение закалки рабочей поверхности штампа, она быстро изнашивалась: от неточной постановки инструмента края скалывались или скруглялись, сминался рисунок.

Верхний штамп выходил из строя быстрее, на него приходились удары молотка, в результате чего металл менял свойства, и инструмент деформировался: стержень штампа постепенно раздувался и искривлялся, наверху от ударов металл заворачивался, образуя широкую шляпку. По документам о работе венецианского монетного двора верхний штамп, использовавшийся для изготовления гроша, до полного износа выдерживал примерно 17 тыс. ударов, а нижний штамп – 36 тыс. ударов. Учитывая, что венецианский монетный двор изготавливал в среднем по 20 тыс. монет в день, можно представить, как часто при таких больших тиражах изнашивались и менялись штампы.

### МОНЕТА ПРИОБРЕТАЕТ ЛИЦО

В эпоху расцвета искусства Возрождения появилось большое количество граверов, готовых продемонстрировать свое мастерство на больших монетах серийного выпуска. Профессиональные мастера, способные вырезать портреты князей и епископов, стали востребованными на монетных дворах.

В венецианской республике в 1472 г. при правлении шестидесяти восьмого дожа Николо Троне была отчеканена крупная серебряная монета «лира» весом 6,5 грамм. Миланский герцог Галеаццо Сфорца по образцу венецианской лиры выпустил монету со своим портретом. Она весила 9,65 грамм и получила название «тестон» (ит. testa – голова). Вскоре другие итальянские герцоги и римский папа, начали чеканить тестоны. Характерным стало изображение на аверсе поясного портрета или головы правителя, выполненное на высоком художественном уровне. Тестоны несли пропагандистский смысл. Короли, герцоги, князья и епископы не жалели денег на хороших резчиков штампов для тестонов, желая видеть свои портреты на этих больших красивых монетах.

Крупную серебряную монету начал чеканить в 1486 г. эрцгерцог Тироля Сигизмунд. Монета Сигизмунда весила 31,83 грамма и содержала 29,23 грамм серебра. Ее стоимость соответствовала золотой монете – гольдгюльдену. Поэтому она получила название гульдентрош, или гульдинер.

Чешский граф Штефан Шлик в 1518 г. по типу гульдентрошена начал чеканку серебряной монеты в городе Иоахимсталь на северо-западе Богемии. Она весила 29,5 грамм и содержала 27,2 грамм серебра. Эти серебряные монеты имели изображение святого Иохима на аверсе и чешский герб со львом на реверсе. По названию города, где они чеканились, монеты получили название «иоахимсталеры». Это сложное название в обиходе было сокращено до слова «талер».



ТЕСТОН МИЛАНСКОГО  
ГЕРЦОГА ЛЮДОВИКА  
СФОРЦА



ТАЛЕР ШТЕФАНА  
ШЛИКА, ОТЧЕКАНЕН-  
НЫЙ В ГОРОДЕ  
ИАХИМСТАЛЬ



Тираж чешских монет Штефана Шлика за десять лет был огромен – более 2 млн. штук. После смерти Шлика в 1527 г. император Карл V отобрал право чеканки монеты у его семьи в пользу императорского дома. Для поддержания качества серебряной монеты и упорядочения денежной эмиссии в Священной Римской империи был принят Эслингенский имперский монетный устав, по которому вес талера был узаконен в 29,43 грамм (27,41 грамм серебра).

К середине XVI в. талер стал основной денежной единицей во всей Европе. В Испании он получил название песо, а в Испанских Нидерландах – патагон, в свободной Голландии – даальдер, в Италии – скудо, в Англии – крона, в скандинавских странах – далер, во Франции – экю. В России взяли за основу первую часть слова и называли монеты ефимками.

Талерами рассчитывались между собой князья и крупные помещики, платили выкупы знатные пленники во время постоянных войн, в талерах давали приданое за богатыми невестами. Талер стал счетной единицей, на талеры пересчитывали различные мелкие монеты.

### ФАЛЬВЕРК И МАТОЧНИК

С появлением таких больших монет, как талеры, новый импульс к развитию получила техника чеканки. Для чеканки талеров ручная технология не годилась. Возникла необходимость усовершенствовать процесс, чтобы увеличить силу удара штемпеля по заготовке. Был изобретен фальверк – механическое приспособление с молотовым снарядом, который падал на монетную заготовку с большой высоты, и поэтому обладал достаточной ударной силой для чекана монет крупного размера. Нижний штемпель закреплялся на лафете станка. Ударник (баба) с закрепленным внизу верхним штемпелем поднимался с помощью передаточного колеса силой нескольких че-

ловек или лошадиной тяги. Снаряд отпускали, он падал вниз и прочеканивал изображение штемпеля на монете.

Дополнением к молотовому снаряду стало изображение, осуществившее прорыв в технологии чеканки монет. Началось применение маточника монетного штемпеля – своеобразного штемпеля для изготовления штемпелей. Высокопрофессиональные граверы вырезали на торце стального стержня позитивное изображение аверса и реверса будущей монеты. Эти стержни служили маточниками для изготовления ряда идентичных монетных штемпелей. По той же технологии, что и чеканка монет, на заготовки будущих штемпелей наносилось негативное изображение и после закалки они использовались для производства монет. Так появилась техническая возможность изготавливать сотни тысяч монет.

Изображения и надписи на маточнике было сложно вырезать вручную, поскольку это приводило к неровностям нижнего поля, и через штемпели отражалось на монетах. Поэтому вскоре была разработана матрица – негативная «форма», на которой зеркально и углубленно вырезались детали будущего маточника. С такой матрицы на рабочем поле маточника делали рельефный оттиск, который дорабатывали вручную.

Создание изначальной матрицы по своей технике было очень похоже на вырезание печатей и требовало аналогичного набора инструментов. Перед «переводом» изображения с маточника на штемпельную болванку торец будущего чекана подвергали размягчающему нагреву.

### ВАЛЬЦЕВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Свой вклад в технику чеканки монет внес Леонардо да Винчи. В 1514 г. он сконструировал пресс для вырубки монетных заготовок из ленты. Следующим прорывным изобретением стало использование для производства цан вальцевальный станок. Это позволило заменить операциюковки прокаткой серебряных пластин между валами – отполированными стальными цилиндрами, вращающимися навстречу друг другу. Из этих листов серебра кружки металла нужного диаметра вырубались заостренной стальной трубкой или станком для вырубки.

На основе вальцов в 1550 г. в Тирольском городе Халле был создан изобретен вальцевальный станок для чеканки монет, использующий тот же принцип прессования. Он состоял из двух валов, соединенных друг с другом зубчатой передачей. На валы было нанесено в зависимости от их размеров от 4 до 19 негативных изображений лицевой и оборотной сторон монет, так что при пропускании между ними ленты цана, изображения отчеканивались на ней. Появление этого станка значительно ускорило процесс изготовления монет, также улучшилось исполнение изображения на монете. Не было больше смещений рисунка на монете от двойных, или даже тройных ударов, характерных для чеканки молотовым снарядом.



Штемпели талера эрцгерцога Фердинанда Тирольского и монета, отчеканенная этим штемпелем.

## ПРОБИРНОЕ ДЕЛО

Подделка и порча монет послужили стимулом развития пробирного дела, означавшее фактическое начало металлографии и аналитической химии. Первый труд, в котором впервые возникает понятие пробирного дела, издан Георгием Агриколой в 1556 г. Проверка монет на качество проводилась в то время следующими способами: путем испытания на пробирном камне – по цвету черты, оставляемой металлом, сравниваемой с таковой, оставленной чистым доступным золотом или серебром; по весу однотипных монет в стопе; разрубанием монеты производилась проверка на однородность (слоистость).

Большое внимание уделяли извлечению золота и серебра из отходов производства. Вот как описывает этот процесс Ваноччо Бирингуччо в «Пиротехнии» (1540) в разделе «Об извлечении всех золотых и серебряных веществ из шлаков, мусора монетных дворов, плющильных и ювелирных мастерских». «Берут большой деревянный или каменный чан, подводят под него фундамент и вставляют в него жернов, который вращается так же, как в обыкновенной мельнице. Затем в этот чан помещают содержащий золото шлак, который предварительно следует тщательно растолочь в ступке, а затем промыть и высушить. Материал этот перемалывают и смачивают уксусом или водой, в которых растворяют сулему, медянку и обыкновенную соль. Затем добавляют количество ртути, достаточное для того, чтобы покрыть материал, и перемешивают его в течение одного или двух часов, вращая мельницу, в зависимости от ее конструкции, рукой или при помощи лошади. Чем дольше материал вместе с ртутью растирают жерновым камнем, тем больше ртуть поглощает золота или серебра, содержащегося в этом материале».

Вальцевальный станок для изготовления чан.

*Появление этого станка значительно ускорило процесс изготовления монет, также улучшилось исполнение изображения на монете. Не было больше смещений рисунка на монете от двойных, или даже тройных ударов, характерных для чеканки молотовым снарядом.*







## НОВОЕ ВРЕМЯ

В XVI в. в Европу начался приток большого количества серебра из Америки, где испанцы эксплуатировали богатейшие месторождения. Произошло техническое перевооружение на старых европейских серебряных копях. Центром саксонской сереброплавильной промышленности был Фрейберг. В Верхнем Гарце сереброплавильные заводы находились в Клаустале, Альтенау, Лаутентале и Андреасберге. Главными центрами Нижней Венгрии были: Шемниц – «средоточие рудников венгерских», Кремниц и маленький город Нейзоль, основанный саксонскими рудокопами, поселившимися в Венгрии.

Производство серебра представляло собой трехсложную технологию. Сначала руда расплавлялась, вручную удалялся шлак, чтобы сконцентрировать рудное серебро в полуфабрикате – роштейне (дословно – сырец). Эта технология, внедренная в середине XVI в. получила постепенно широкое распространение. На втором этапе производилось извлечение серебра из роштейна жидким свинцом (свинцевание). Свинцевание было сопряжено с огромными затратами топлива, которые возрастали по мере повышения тугоплавкости руд. Третий этап – разделение серебра и свинца (купеляция).

Приток сырьевых ресурсов стал основой для быстрого прогресса в европейском монетном деле. Если до сих пор абсолютное большинство стран обходилось монетами двух-трех номиналов, то с XVI в. монетные дворы Европы поставляют на рынок большие массы монет различных номиналов.

Усложненный рисунок больших номиналов требовал и огромного разнообразия инструментов чеканки маточника монет. С помощью пуансонов мастера изготавливали поясные, групповые, конные портреты правителей на аверсах, сложные геральдические, пейзажные и шрифтовые композиции на реверсах.

Техника чеканки монет шла в ногу с развитием научно-технического прогресса, и в середине XVII в. на основе чеканного вальцевального станка был сконструирован станок со сменными штемпелями.

Монетный двор в Потоси, Аргентина







Изображение монет вырезалось на круглых, изогнутых дугообразно плоскостях. Эти штемпели имели зажимной шип, который закреплялся в так называемых «карманах» обоих вращающихся валов чеканного станка. Благодаря системе рычагов и зубчатых колес штемпели четко прокатывались один над другим, выдавливая оттиск монет на проходящей между ними пластине. Преимуществом этого станка является возможность замены вышедшего из строя штемпеля без замены всего вала.

«КОРОЛЕВСКИЙ  
МОНЕТНЫЙ ДВОР»  
(REAL CASA DE  
MONEDA), ПОСТРОЕН  
В 1580 Г., ПРИ  
ФИЛИПЕ II В СЕГО-  
ВИИ.

### БАЛАНСИР И ГУРЧЕНИЕ

В середине XVII в. для чеканки монет начинают использовать балансир. Этот станок приводился в действие с помощью Т-образного винтового механизма, который разгоняли несколько человек. Нижний штемпель, как всегда был закреплен на основе. Верхний штемпель крепили в



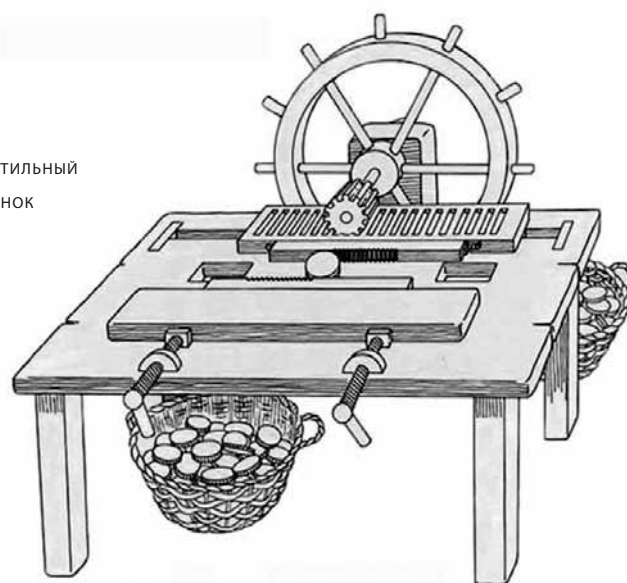
нижнем торце винтового снаряда, который раскручивали. Энергия вращающегося винта была настолько большой, что позволяла прочеканить талеровую монету с одного раза. Балансир позволил ускорить чеканку монет примерно в три раза по сравнению с использованием молотового снаряда.

До середины XVII в. гурт монет, за небольшим исключением, был гладким. Первые талеровые монеты с выпуклой надписью по гурту появились во Франции около 1576 г. Это были серебряные пьефоры. Надпись на гурте наносили в процессе чеканки монеты с помощью разъемного кольца, вставлявшегося в круглую толстую рамку. В такое кольцо, на внутренней стороне которого было выгравировано зеркальное изображение надписи, заготовка заключалась перед тем, как попасть между штампами. Металл заготовки под давлением прессы заполнял все детали рельефа штампов и кольца, принимая их рисунок. Чаще всего гурт декорировался орнаментом из повторяющихся растительных или абстрактных элементов.

Значительно упростил технологию нанесения изображения на ребро монеты гуртильный станок. Он состоял из двух стальных рельс, на внутренней стороне одной из них была нанесена насечка. Монета туго зажималась между рельсами на столе станка и прокручивалась при помощи системы роликов и зубчатых колес, приводимой в движение кривошипной передачей. В результате вращения монеты на ее гурте выдавливался необходимый рисунок.

К середине XVII в. времени чеканка монет повсеместно превратилась в государственную монополию, и именно это событие, по мнению многих историков, определяет время образования национальных государств. В частности, в Московии в 1648 г. закупка серебра была монополизирована государством и запрещена частным лицам. \*

Гуртильный  
станок



ШВЕДСКАЯ МОНЕТНАЯ  
МАНУФАКТУРА СЕРЕДИНЫ  
XVII в., МАКЕТ, МОНЕТНЫЙ  
КАБИНЕТ, СТОКГОЛЬМ.



Винтовой пресс,  
приводимый в дей-  
ствие усилием  
нескольких человек.



## Глава 3

# Особая печь

Железную руду плавят в особливых великих печах, кои домнами называют...

**Михаил Васильевич Ломоносов.**

**Первые основания металлургии, 1763 г.**

...Чтобы сберечь напрасно сгоравший уголь, стали увеличивать печи, а, чтобы избежать потери времени, пустили печи действовать непрерывно и начали получать из оных чугуны, который уже с большими выгодами стали превращать в железо; таким образом, имея в виду два вышеупомянутых обстоятельства, довели печи до такой величины, какой они ныне существуют.

Вот краткое изложение мнения, почему с давнего времени употребляются огромные чугуноплавильные печи, называемые доменными печами.

**Павел Петрович Аносов.**

**«Систематическое описание горного и заводского производства Златоустовского завода», 1819 г.**







Доменный цех на  
Новолипецком  
металлургическом  
комбинате

**В**ОТ УЖЕ НЕСКОЛЬКО ВЕКОВ ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ является тем техническим приспособлением, благодаря которому человеческая цивилизация получает свой главный «рабочий материал» – сплавы железа с углеродом. При этом для большинства населения планеты, за исключением, конечно, части жителей регионов с развитой металлургической промышленностью, доменная печь представляется скорее фольклорным персонажем, символом чего-то большого, мощного и горячего и даже отчасти таинственного, своего рода далекой Морией, где куют металл суровые гномы. Хотя правильнее было бы сравнить ее с Мировым деревом, которое, по представлениям древних, лежит в основе мира – ведь именно благодаря доменной печи у нас есть железные дороги, небоскребы, корабли, самолеты, автомобили и все то многое, что сделано из стали и чугуна.

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

Если рассмотреть эволюцию доменного производства на фоне развития цивилизации, нельзя не отметить определяющее влияние, которое оказывало экономическое развитие человечества на конструкцию доменной печи. Доменный процесс за несколько столетий своего существования претерпел столь значительные изменения, что можно легко ошибиться, «примеряя» современные знания о нем к условиям многовековой давности. Вместе с тем, путь развития доменного производства, который привел к появлению агрегата с высочайшим уровнем эффективности, изобилует характерными примерами того, как, по выражению Максима Горького, «конкретный, живой человек преодолевает сопротивление материала и традиций». Таким образом, развитие доменного производства является наглядной иллюстрацией процесса внедрения инноваций в зависимости от их востребованности в сложившихся экономических условиях.

### «ЧЖУ-ГУН» – МЕТАЛЛ ДЛЯ ЛИТЬЯ

Чугун впервые получил широкое распространение в Древнем Китае и на протяжении сотен лет активно использовался для изготовления методом литья сельскохозяйственных орудий, предметов искусства и быта, архитектурных элементов, монет. При этом китайский чугун отнюдь не является уникальным материалом: находки древних чугунных изделий отмечены и на территории Европы, а, Плиний Старший в «Естественной истории» отме-

чает: «Замечательно, что железо при плавлении делается жидким, как вода, и после этого ломается подобно губке».

Образование чугуна и стали наряду с железной крицей имело место уже в сыродутной печи или горне в зависимости от условий: интенсивности дутья, свойств и степени подготовки руд и т.д. Отметим, что сам термин «сыродутный» появился в связи с внедрением в доменном производстве горячего дутья, т.е. «сыродутный процесс» подразумевает использование для вдутья в печь или горн не нагретого воздуха. В этом смысле доменные печи до середины XIX в. тоже можно считать «сыродутными». Тем не менее, термин этот обычно употребляют по отношению к печам и горнам, в которых из руды выплавлялось кричное железо.

Для разделения понятий «горн» и «печь», и предотвращения путаницы в дальнейшем отметим, что под горном понимается своего рода «открытый» металлургический агрегат, рабочее пространство которого ограничено невысокими стенками. Печь же «закрыта» за счет большей высоты стенок, либо за счет уменьшения отверстия для выхода газов. Поэтому горн может выступать в качестве конструктивного элемента печи.

Итак, древние европейские металлурги были знакомы со свойствами чугуна, однако применения ему не находили, поскольку ковке он не поддавался. По мнению некоторых авторитетных исследователей сыродутного процесса, чугун в эпоху Древнего мира получали в значительных количествах, однако, считали производственным браком и снова помещали в плавильное пространство печи, чтобы произвести более удобный продукт.

Довольно часто можно встретить мнение, что «китайцы на тысячу лет опередили европейцев» в производстве чугуна, «изобрели доменную печь» и т.п. Это верно лишь отчасти: китайцы действительно перешли к использованию чугуна гораздо раньше Европы, но доменной печи, в том смысле, в котором ее обычно понимают, они не изобретали.

Действительно, уже в первой половине I-го тыс. до н.э. китайцы научились переделывать кричное железо в чугун, переплавляя его в тигле в присутствии древесного угля. Позднее китайские металлурги освоили и выплавку чугуна непосредственно из руд, что обеспечивалось использованием для подачи дутья высокоэффективных ящичных мехов двойного действия.

Применение чугуна для изготовления сельскохозяйственного инструмента в значи-



Чугунное зеркало, возможно династия Хань (206 до н.э. – 220 н.э.)





Деталь Восточной чугунной пагоды.  
Храм Гуанчао, Гуанчжоу, 967 г.

тельной мере способствовало развитию сельского хозяйства Китая и привело к повышению уровня жизни населения. Литейные технологии позволяли получать идентичные изделия со значительно меньшими трудозатратами, чем при индивидуальной ковке каждого изделия.

Постепенно чугунолитейные технологии распространились за пределы Китая. Находки изделий из чугуна эпохи Раннего Средневековья нередки в Приморье, Средней Азии и Поволжье. Термины, обозначающие чугун у народов Юго-Восточной Азии, Дальнего Востока, восточных славян и латышей восходят к китайскому названию чугуна или литейного производства. Последнее обозначалось иероглифами чжу (чу) – «лить, литье» и гун – «делать, производить». Отсюда происходят обозначения чугуна у татар – чуен, таджиков – чуян, туркменов и киргизов – чоюн.

### ОСМУНДСКАЯ ПЕЧЬ И ХАРКХЮТТОР

Получение чугуна в сыродутных горнах и печах не представляло собой проблемы уже в эпоху Древнего мира –



Разбитый чугунный колокол. Монастырь  
Шао-Линь, Денфен, пров. Хенань, 1204 г.

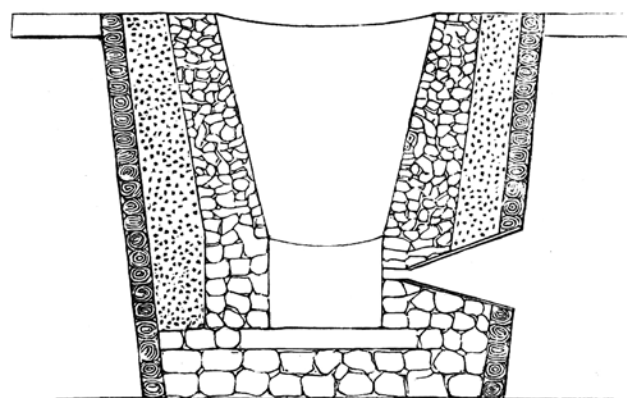
он образовывался в небольших количествах уже при минимальном превышении температуры над уровнем, характерным для сыродутных печей и горнов того времени. При

этом крица, которую мы условно называем железной, представляла собой конгломерат частиц железа с примесью частиц стали и чугуна. Доля высокоуглеродистого металла в крице зависела от длительности процесса, температуры внутри печи (которая определяется интенсивностью подачи воздушного дутья) и свойствами руды (восстановимость, количество и плавкость пустой породы).

В печах с естественной тягой и в небольших горнах с принудительным дутьем с помощью ручных мехов процессы насыщения железа углеродом путем диффузии не получали значительного развития. Температура, достаточная для того, чтобы образовавшиеся частицы чугуна расплавились и сформировали отдельный продукт плавки, имела место только в непосредственной близости от фурменной зоны, где происходило горение топлива



ШВЕДСКАЯ ОСМУНДСКАЯ ПЕЧЬ. 1732 г.



(температура в фурменной зоне составляла 1400-1500 °С, но резко снижалась по мере удаления от нее). Железо преимущественно восстанавливалось газообразным монооксидом углерода без плавления. Науглероживание шло только в местах контакта восстановленного железа с углеродом топлива, число которых невелико.

При увеличении интенсивности дутья, а, следовательно, и температуры, процесс науглероживания шел более интенсивно, о чем свидетельствует следующий пример. До середины XVIII в. в Швеции и Норвегии для выплавки железа из местных озерных и болотных руд использовалась сыродутная печь, называемая осмундской (от местного названия крицы – osmund). Продуктом плавки была железная крица, практически не содержащая шлака, и зашлакованные кусочки железа, упоминаний о присутствии чугуна нет.

Характерной особенностью плавки в осмундской печи было то, что, несмотря на значительное содержание в руде фосфора, в кричном железе он практически отсутствовал. Это свидетельствует о том, что температура была недостаточно высокой для восстановления фосфора (оно начинается с 1000-1200°С). Чугун же, выплавленный из той же руды в доменной печи и затем обезуглероженный в кричном горне, давал фосфористое железо. Благодаря этой особенности, финский вариант осмундской печи – харкхюттор (от фин. harkko – «крица» и hytta – «печь»), до второй половины XIX в. использовался для промышленного производства железа из озерных руд.

Полученный продукт представлял собой конгломерат из железа и чугуна, причем количество чугуна было столь велико, что крицу приходилось переплавлять в кричном горне. Однако полученное в кричном переделе железо, а, следовательно, и исходный чугун, практически не содержали фосфора, что говорит о том, что чугун в харкхютторе получался путем науглероживания уже восстановленного железа (поскольку при образовании чугуна из расплавленной руды фосфор неминуемо перешел бы в него).

Харкхютторы и доменные печи даже входили в состав одного предприятия, при этом в первых производили железо для местного потребления, а фосфористый чугун из вторых отправляли в Санкт-Петербург для использования в литейном производстве.

Помимо осмундской печи, преимущественное восстановление монооксидом углерода имело место в процессах, организованных таким образом, чтобы руда долгое время контактировала с отходящими газами, например, в каталонском горне.

Иная картина наблюдается, если процесс организован так, что руда сначала плавится, а потом восстанавливается – в этом случае расплавленная руда стекает по кускам топлива, взаимодействуя с ним, а восстановленное железо имеет непосредственный контакт с углеродом твердого топлива (древесного или плотного каменного угля, кокса).

## ЖЕЛЕЗО НАЧИНАЕТ ТЕЧЬ

Характерным примером этого варианта является так называемый «немецкий» сыродутный горн, в котором, в зависимости от умения мастера и свойств сырья, могла получиться железная крица, а в случае неудачи – чугун и «сырая» («неспелая») крица, т.е. смесь чугуна и высокоуглеродистой стали. Горн этот представлял собой железный (футерованный), каменный или кирпичный «ящик», заполненный топливом. Внешний вид подобного рода горна приведен, в частности, в сочинении Георгия Агриколы «О горном деле и металлургии в 12 книгах» (1556 г.). Описывая выплавку железной крицы из легковосстановимых богатых железом руд, автор отмечает: «Железо, остающееся в горне после плавки руды, становится твердым и может быть выбито лишь с большим трудом. Из него изготовляют головки пестов и другие весьма твердые изделия». Указание на твердость металла по сравнению с обычным железом свидетельствует о том, что материал этот представлял собой чугун или углеродистую сталь.



Карл-Бернард Карстен в труде «Handbuch der Eisenhüttenkunde» («Руководство по черной металлургии», 1841 г.) описывая «немецкие» сыродутные горны, по конструкции идентичные упомянутым Агриколой, приводит данные о влиянии режимов их работы на свойства получаемых продуктов.

Размеры горнов определялись мощностью дутьевых приспособлений и свойствами используемых шихтовых материалов. Размеры подбирались таким образом, чтобы получить именно железо: при использовании легкоплавких руд, плотного, плохо горящего угля и сильного дутья размер горна увеличивали, в противном же случае – уменьшали.

Горн заполнялся углем, затем, после его поджигания и проведения подготовительных операций сверху клали слой руды. Следующую порцию клали после того, как предыдущая полностью расплавлялась и просачивалась сквозь уголь внутрь горна, при этом уровень угля поддерживался постоянным. Регулируя соотношение шихтовых материалов, скорость плавки и выпуская образующиеся шлаки, мастер добивался формирования в горне железной крицы (что было делом очень непростым).

Из описания хода плавки, приводимого Карстеном, следует, что продуктом восстановления руды был чугу́н, который затем обезуглероживался в токе воздуха из фурмы, формируя железную крицу подобно тому, как это происходило в кричном горне, где переплавляли в железо доменный чугу́н.

### ДИТЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Образование чугуна в сыродутной печи или горне при интенсивной подаче дутья является, скорее, правилом, чем исключением. Причина же того, что до эпохи Ренессанса чугу́н в Европе практически не использовался, заключается в том, что для его образования в значительных количествах необходима температура более высокая, чем могли обеспечить естественная воздушная тяга или ручные мехи. Именно поэтому первые сведения о появлении нового продукта европейской металлургии железа – чугу́не, хронологически совпадают с «энергетической революцией», произошедшей в континентальной Европе в XIII в. Заключалась она в массовом распространении для привода «промышленных агрегатов» того времени водяных колес.

В XI в. в Европе начались коренные изменения социально-экономического ландшафта, приведшие к формированию мануфактурного производства. Еще одним фактором стало развитие сети монастырей, которые стали объединяться в конгрегации и учреждать монашеские ордена. Важную роль в хозяйственном освоении горно-металлургических регионов Европы сыграли основанные в XI в. монашеские ордена цистерцианцев и картезианцев. Именно на этом этапе оказалась востребованной на новом качественном уровне давно освоенная

инновация – водяное колесо. Расширенное применение водяных колес, известных с античных времен, началось в VIII-IX вв., однако резкое, скачкообразное увеличение их количества произошло в XIII в.

Водяное колесо может служить наглядным примером того, что инновации мало быть придуманной – для нее важно быть востребованной. В качестве иллюстрации можно привести Францию: здесь на территории современного департамента Об в XI в. зафиксировано наличие 14 водяных колес, в XII – 60, а в XIII – 200; в Пикардии их количество составляло, соответственно, 40, 80 и 245, а на территории провинции Форез оно увеличилось с одного в XII в. до 80 в XIII.

### ВОДА РАЗДУВАЕТ ГОРНЫ

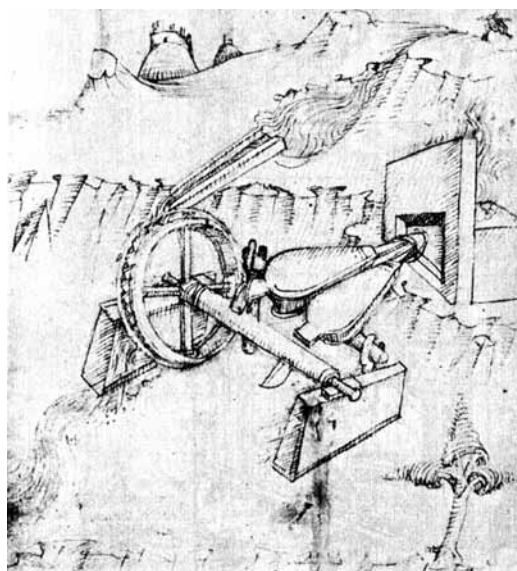
Становление и развитие рыночной экономики базировалось на металлургической индустрии (поставлявшей монеты, инструменты, орудия труда, оружие), что привело к формированию и развитию горно-металлургических регионов, многие из которых имели промышленное значение до середины XX в.

В первую очередь увеличилась добыча металлов, необходимых для чеканки монеты – золота и серебра. Золото добывали на реках

Кузнечный молот с приводом от водяного колеса, XV в.



Подача в горн дутья  
с помощью мехов,  
приводимых от  
водяного колеса.  
Рисунок из трактата  
Мариано Таккола,  
нач. XV в.



Рейне, Роне и По, в Альпах и Пиренеях. Наступили золотые времена для немецких центров добычи серебра – Гослара, Фрайберга и Аннаберга в Гарце и саксонских Рудных горах, а затем и Иоахимсталля на чешском склоне Рудных гор. Полиметаллические серебряно-медные руды добывали и перерабатывали в Тоскане, Сардинии, Калабрии, Арагоне, Дофине, Савойе, Оверни, Вивере, Эльзасе, Дербишире.

Металлургия железа активно развивалась в Гарце, Вестфалии и Штирии, британском Сассексе, нидерландском Намюре, французских Нормандии, Шампани, Дофине, Берри, Пуату и Перигоре, испанской Бискайе, итальянских Бергамо и Калабрии, на островах Сицилия и Эльба.

О важности водяного привода Ваноччо Бирингуччо в своей знаменитой «Пиротехнии» писал: «Однако из всех неудобств более всего следует избегать нехватки воды, потому как подъемная сила водяного колеса гораздо более и притом определеннее, нежели у ста человек». Безусловно, значимость его в горном деле и металлургии позднего средневековья и раннего Нового времени трудно переоценить: это и вентиляция шахт, и дробление руд, выплавка и обработка металлов.

Операцией, в первую очередь требовавшей применения молота с водяным приводом, можно считать расковку крицы в листы и пластины, в т. ч. для изготовления доспехов и котлов. Отметим, что целесообразность механизации операцииковки зависела от трех факторов – массы получаемой крицы, номенклатуры продукции и спроса на нее. Если крица была небольшой, то проще было проковать ее вручную, особенно с учетом того, что «голову» молота было необходимо предварительно сковать из тех же криц, причем так, чтобы она прослужила какое-то время.

Те же соображения относятся к спросу и номенклатуре выпускаемой продукции – если кузница обслуживала крестьян ближайшей округи, особого смысла вводить повышающие производительность инновации для нее не было. Другое дело, если металлургическое производство обслуживало замок, монастырь или город.

Первые достоверные сведения об использовании водяного колеса для привода мехов относятся к 1214 г., когда исторические источники отмечают их применение в металлургическом производстве одного из монастырей епископства Трент на севере современной Италии.

К этому же времени относятся и первые упоминания о производстве чугуна. Немецкий (саксонский) ученый-металлург Адольф Ледебур со ссылкой на геолога Адольфа Гурлта отмечал, что «первые следы ведения выплавки чугуна с промышленной целью находят в начале XIII столетия в Зигенском округе и близ Шмалькальдена». По-видимому, именно тогда некая небольшая шахтная печь для выплавки железа с мехами для принудительной подачи воздуха была совмещена с водяным колесом, что привело к повышению температуры и, как следствие, образованию жидкого чугуна.

### ДУТЬЕВАЯ ВЫСОКАЯ ПЕЧЬ

В трудах по общей истории техники повествование обычно построено таким образом, что у читателя складывается впечатление, что уже вскоре после своего появления доменная печь вытеснила все прочие агрегаты для выплавки железа из руд (причем нередко доменной называется любая печь, в которой образуется чугун). Однако это далеко не так. Отметим, что печи, в которых получали чугун в XIII в., не были доменными печами и не имели характерных признаков этого агрегата. А к таковым признакам относятся: шахтное строение, специфический профиль внутреннего пространства и чугун как единственный железосодержащий продукт. Соответственно, доменными не были и печи, используемые для выплавки чугуна в древнем и средневековом Китае.

Печи, в которых получали чугун (в «дополнение» к крице и шлаку) в XIII в. имели шахтную – круглую или прямоугольную в сечении, конструкцию, такую же, как и обычные сыродутные печи. Причиной же образования чугуна было применение мощных мехов с приводом от водяного колеса. Применение постоянного принудительного дутья, как главная особенность, отличающая эти печи от предшественников, отразилось в названиях агрегатов. В германских языках закрепилось название Blaseöfen, т.е. «дутьевая печь» (позднее термин трансформировался в Blauöfen), по-английски blast furnace, также как и доменная печь (от дмение – «дутье»), означает «печь с дутьем».

Отметим, что в английском и шведском языках в названии доменной печи фигурирует очень мощное дутье,



поскольку blast также означает «взрыв», как и шведское masugn, переводимое и как «взрыв», и как «доменная печь».

Следующим шагом на пути эволюции стал «рост» печи в высоту. В начале XIII в. блауфены имели высоту около 3 м, но уже к концу века в Эльзасе 5-метровые блауфены получили название хохофенов (Hochöfen), т.е. «высоких печей». От этой особенности произошли современные названия доменных печей во французском – haut fourneau, итальянском – altoforno, голландском – hoogoven, немецком – Hochöfen, языках, что означает «высокая печь».

Названия отразили характерные особенности печей, отличающие их от предшественников: сначала – наличие непрерывного принудительного дутья, а затем – значительную высоту. Увеличение высоты печи (при соответствующем увеличении диаметра) было обуслов-

лено стремлением к увеличению производительности, поскольку наличие мощных мехов с водяным приводом позволяло продуть более высокий столб шихты.

Именно увеличение высоты печи при наличии интенсивного принудительного дутья привело в итоге к появлению доменной печи, которую, с учетом этого было бы правильнее называть «высокой дутьевой печью». Одновременное воздействие этих двух факторов привело в итоге к значительному повышению эффективности процесса, поскольку наличие высокой шахты позволяло полнее использовать восстановительную способность газов и, следовательно, снизить расход топлива.

### ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНИКИ И ИСКУССТВО ВОЗРОЖДЕНИЯ

Как в эволюции живых организмов, так и в «технической эволюции» имеют место «развилки», когда одни представители вида эволюционируют, а другие, видоизменяются

Иоахим Патинир.  
Пейзаж с доменной  
печью и кричным  
горном. Ок. 1520 г.







Ян Брейгель старший.  
Получение железа  
вблизи Сельвы (более  
корректный перевод –  
«Производство чугу-  
на...»). 1600 г.

с учетом местных условий. Оригинальный металлургический агрегат изображен на картине начала XVI в. известного фламандского пейзажиста Иоахима Патинира.

Русское название картины неточно. Хорошо видно, что «высокая печь» представляет собой сыродутный горн прямоугольного сечения, немного расширяющийся книзу, высотой примерно 6 м, с мехами, приводимыми от верхнебойного вертикального водяного колеса (самих мехов, расположенных за печью, на картине не видно). Обращает на себя внимание отсутствие массивного каменного кожуха, характерного для доменных печей того времени и используемого до XIX в. – как видно на картине, печь тонкостенная.

Уголь и руда засыпались в конусообразные кули, которые рабочие на спине по специальной наклонной лестнице поднимали на верх печи. Относительно небольшая высота печи и достаточно широкий колошник (верхняя часть печи, через которую загружаются шихтовые материалы) позволяли ре-

шать проблемы с их опусканием (в случае возникновения) с помощью длинной палки или прута.

Выпуск чугуна производился по мере его накопления, с таким расчетом, чтобы уровень шлака не поднялся до уровня фурм и не залил их. Для этого в стенке пробивалось отверстие, которое заделывалось после окончания выпуска. Чугун, отлитый в слитки треугольного сечения, затем перерабатывался в кричном горне с получением железа.

Картина тем более интересна, что конструкция «классической» доменной печи, с присущими ей особенностями, сформировалась еще в XIV-XV вв., и печи такого типа изображены на нескольких картинах второй половины XVI в., в том числе известного фламандского художника Яна Брейгеля Старшего.

Как видно, эта печь по конструкции существенно отличается от изображенной на картине Патинира: имеется массивная каменная кладка в форме усеченной пирамиды и специально организованное выпускное отверстие, а также навес над литейным двором. Доменные печи именно такого вида являются «классическими»;





ЛУКАС ВАН ФАЛЬКЕН-  
БОРХ. ОХОТНИК И ГОР-  
НЯК НА ФОНЕ ПЕЙЗАЖА  
С МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ  
МАСТЕРСКОЙ. 1595 г.  
(Под «МЕТАЛЛУРГИЧЕ-  
СКОЙ МАСТЕРСКОЙ»  
ПОДРАЗУМЕВАЕТСЯ  
КОМПЛЕКС ДОМЕННОЙ  
ПЕЧИ.)

такая конструкция сохранялась до первой половины XIX в. и начала претерпевать изменения только с массовым распространением паровых двигателей.

«Классические» доменные печи можно увидеть на многих картинах XVI-XVIII вв. Отметим, что на картине Брейгеля изображен только навес над литейным двором, в то время как на картинах ван Фалькенборха присутствуют полноценные производственные строения. Не исключено, впрочем, что это местная особенность. Например, шотландские доменщики XVIII-XIX вв. предпочитали работать на открытом воздухе, известны случаи, когда они вынуждали хозяев разломать сооруженные над литейным двором навесы.

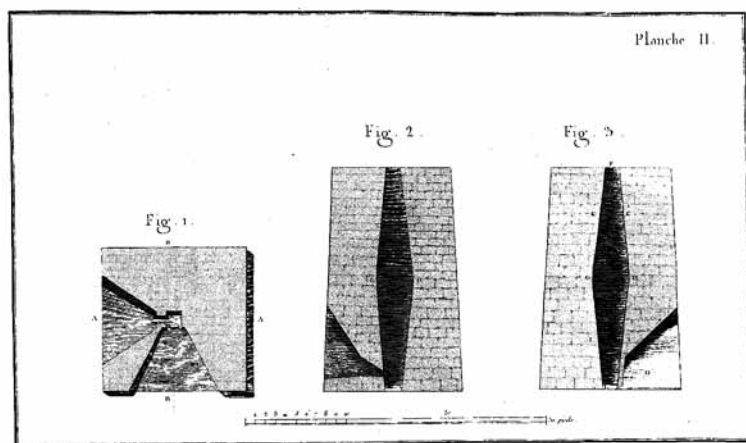
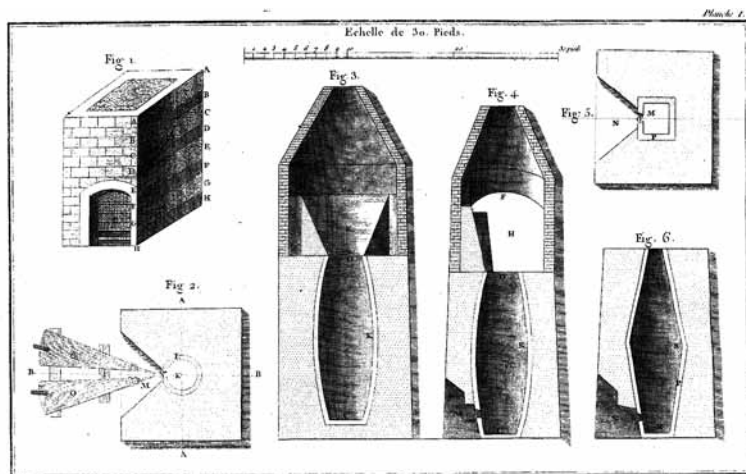
### ДОМНИЦА И ШТЮКОФЕН

Непосредственным предшественником доменной печи принято считать штюкофен или «высокую» кричную печь. По конструкции он схож с классической древес-

ноугольной доменной печью, и в процессе плавки в нем наряду с крицей образовывалось некоторое количество чугуна.

По неизвестной причине в знаменитом «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Ефрона конца XIX в., этот агрегат был назван «домницей». Позднее, «благодаря» принятой в советский период, особенно в послевоенные годы, установке на всемерное превознесение, зачастую в ущерб здравому смыслу, достижений русской науки и техники по сравнению с западной, в отечественной литературе этот агрегат также стали называть домницей, отождествляя таким образом отечественную домницу и «высокую» сыродутную печь, и утверждая, тем самым, что уровень развития металлургической техники Руси был не ниже западноевропейской.

Из описаний домницы или домни (в тех случаях, когда имеется в виду именно печь, поскольку также называли и производственное помещение, где располагалось несколько печей) видно, что это небольшая сыродутная печь, высота которой не превышала полутора метров,



Конструкции штюкофенов, используемых в районе Айзенерца, Штирия (вверху) и Трейбаха, Каринтия (внизу) в середине XVIII в. Гравюры из «Металлургических путешествий» Габриэля Жара

с ручными мехами, и единственной ее продукцией была железная крица.

Название «предшественницы» доменной печи в европейских языках (фр. fourneau a loupe, нем. Stücköfen, англ. high bloomery furnace) означает «кричная печь», за исключением английского языка, где совершенно справедливо добавляется прилагательное «высокая». Печи такой конструкции имели значительное распространение во многих регионах Европы, а особенно в альпийских областях современной Австрии – Штирии и Каринтии.

Эксплуатировались штюкофены до середины XIX в., и в 1841 г. Карстен отмечал, что к этому времени они почти нигде не использовались по причине колоссального расхода топлива. Подробное описание конструкции и работы «высоких кричных печей» приведено в трудах Габриэля Жара и Джона Перси.

Шахта этих печей имела форму двух усеченных конусов или пирамид, сложенных друг с другом основа-

ниями. Второй вариант можно считать более «эволюционно древним», поскольку именно такую, квадратную в сечении, форму имело внутреннее пространство штюкофенов и доменных печей, которые строили из тесаного и дикого камня. С началом производства формованных из огнеупорной глины кирпичей внутреннее пространство стали делать круглыми в сечении.

Высота штюкофенов составляла от 3 до 5 метров. Соотношение между высотой и диаметром зависело от свойств используемых руд. Характерной особенностью штюкофена, благодаря которой его считают ближайшим предком доменной печи, является профиль внутреннего пространства с расширением («распаром») на середине высоты шахты.

Плавка в штюкофене осуществлялась следующим образом. После подготовительных работ и задувки заполненной древесным углем печи ждали, пока горение посредством естественной тяги распространится до колошника, после чего начинали небольшими порциями грузить руду, постепенно доводя соотношение загружаемых руды и угля до одного к четырем (по объему).

Ниже фурмы имелось отверстие для выпуска шлака (летка), которое в начале плавки было постоянно открытым, и шлак вытекал из печи по мере образования. Первые шлаки были бедны железом, однако уже содержали в себе корольки – застывшие капли чугуна. По этой причине эти шлаки измельчали, промывали и выбирали из них металл.

Увеличивавшуюся в размерах крицу старались поддерживать в максимально горячем состоянии, поэтому летку закрывали и накапливали шлак, чтобы крица не могла привариться к поду (лещади) или стенкам печи. Впрочем, при перегреве крица также приваривалась, из-за оплавления.

Для определения размеров крицы через фурму для дутья, в которую вставлялось железное сопло мехов, пропускали железный лом. Когда крица достигала необходимых размеров, дутье останавливали, давали шихте осесть, а затем, освободив место для выгрузки от шлака (его заливали водой и откалывали), разбирали часть кладки и вытаскивали через образовавшееся отверстие крицу.

### «ЧЕРТОВ КАМЕНЬ»

Масса крицы достигала 700 кг. Для ее извлечения использовали огромные клещи, приделанные к толстой цепи. В случае, когда крица приваривалась, за цепь тянули воротом, соединенным с водяным колесом.

Практически всегда крица была окружена чугуном, за которым в некоторых областях закрепилось название Graglach – «чертов камень», поскольку он был нежеланным гостем на празднике огня и железа. Саму же крицу в различных местностях называли Stück, Wolf,



Маас или Guss. Количество чугуна, образующегося при получении 700-килограммовой крицы, составляло около 300 кг.

Таким образом, крупный 5-метровый штюкофен давал за одну плавку примерно тонну металла, из которых треть составлял чугун, а две трети – железо. Для этого требовалось 18 часов, из которых 15 часов длилась сама плавка, а 3 часа уходило на обработку крицы и подготовку печи к следующей плавке. За неделю выплавляли 7 криц, расходуя при этом 16-17 т железной руды.

Полученную крицу покрывали угольной пылью, чтобы не дать ей остыть, разрубали на части и уплотняли ковкой под молотом. При этом большую крицу разрубали пополам в течение примерно часа.

В отдельных регионах существовали разновидности штюкофена, еще более близкие по конструкции к доменной печи за счет конструктивно выделенного, узкого горна. Фактически это была доменная печь, в которой продуктом плавки был чугун, однако небольшая высота позволяла, при необходимости (а такая необходимость возникала – все определялось спросом), получать и железную крицу.

При переходе на плавку железа в капитальной кладке горна пробивали отверстие для извлечения крицы, которое заделывали так, чтобы затем быстро открыть. Железосодержащим сырьем служили отходы металлургического производства: железистые шлаки от кричного передела чугуна в железо и окалина от проковки железа в полосы; руды же добавляли небольшое количество – не более четверти от общего количества сырья.

Формирования крицы добивались двумя технологическими приемами – снижением доли топлива в шихте для уменьшения возможности контакта восстановленного железа с углем и постоянным выпуском шлака из горна, чтобы он не мешал окислению чугуна током дутья из фурмы. Последнее служило источником значительных потерь железа, поскольку шлак содержал около 40% (масс.) железа. Как правило, этот шлак переплавляли в «настоящих» доменных печах.

### АТРИБУТ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

Почему же на протяжении нескольких столетий, едва ли не до начала XX в., производительный и эффективный агрегат, которым уже к XVI в. стала доменная печь, соседствовал с менее эффективными, а иногда и откровенно примитивными способами выплавки железа из руд?

Происходило это по той же причине, по которой в Китае еще совсем недавно использовались металлургические технологии, оставленные в Европе более 100 лет назад. Заключается она в нехватке капитала, достаточного для строительства крупного, сложного, дорогостоящего сооружения, каким являлась и является доменная печь. То есть доменная печь была атрибутом крупных

промышленников и госпредприятий, мелкие же производители довольствовались менее капиталоемкими способами производства.

Кроме того, до развития железнодорожных путей сообщения выплавляемый в больших количества металл (доменная печь подразумевала именно масштабное производство) мог не находить сбыта, поскольку транспортировать его для продажи в отдаленные места не представлялось возможным. В этом случае излишним был и дополнительный передел, поскольку для локального потребления требовалось, как правило, железо.

Необходимо также отметить, что железо, получаемое из руд, из-за особенностей процесса было выше по качеству, чем железо, получаемое переделом чугуна.

Помимо экономических условий в некоторых регионах существовали также причины технологического характера. Поскольку основная часть чугуна использовалась для литья, в доменных печах выплавляли преимущественно серый чугун с высоким содержанием кремния и минимальным содержанием марганца, который ухудшал литейные свойства чугуна. По этой причине в тех регионах, где имелись руды со значительным содержанием марганца, из которых получался белый чугун с низкими литейными свойствами, введение доменного производства было затруднено.

Только в начале XIX в., когда с развитием паровой техники и путей сообщения резко возросла потребность в ковком железе, в доменном производстве стали использовать марганецсодержащие железные руды, поскольку низкокремнистый белый чугун был гораздо удобнее для обезуглероживания в пудлинговых печах, чем серый. Впрочем, потребность в железе во время Промышленной революции была такой, что для его производства не брезговали уже никаким чугуном.

### ПРОФИЛЬ

За прошедшие столетия доменная печь из небольшой печи, дававшей в XVI в. менее тонны чугуна в сутки, превратилась в мощный агрегат высочайшего уровня эффективности, производящий в сутки тысячи тонн металла. Однако ее основные «родовые черты» остались неизменными, что дает основание называть столь непохожие, на первый взгляд, агрегаты одним названием.

Доменная печь является уникальным агрегатом, сформировавшимся в ходе продолжительного эволюционного процесса, на ход которого оказали влияние многие факторы, сопутствующие социально-экономическому развитию цивилизации. Желание удовлетворить растущий спрос на металл неминуемо вело к увеличению размеров сыродутной печи, которая представляла собой своего рода вертикальную трубу круглого, квадратного или прямоугольного сечения. Однако такая форма, как заметил Адольф Ледебур, «тем



Современная реплика средневековой доменной печи XIV в.

(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА НОВАЯ ЛАПХЮТТА (Nya Larnyttan), Швеция)

менее соответствовала потребностям доменной плавки, чем больше были размеры печи».

Увеличение размеров печи вширь сдерживалось эффективностью дутьевых средств – клинчатых кожаных мехов, и мощностью приводящих их в движение водяных колес. Напрашивалось очевидное решение – сделать печь узкой в области горна с целью сконцентрировать в нем тепло, а далее по высоте придать расширение, т.е. форму воронки. Однако при этом возникли бы проблемы на колошнике – его было бы неудобно обслуживать, и трудно рационально распределить материалы по сечению печи. По этой причине штюкофены и ранние доменные печи получили профиль в виде двух усеченных конусов или пирамид, сложенных основаниями. При этом печь расширялась снизу вверх примерно до середины или чуть ниже, а затем сужалась до самого колошника.

Название верхней части доменной печи происходит от способа ее загрузки. Загружаемые в печь материалы учитывали по объему, считая количество загруженных порций. Поскольку материалы грузили послойно: сначала слой угля, на него руду, а на руду – флюс, одна такая полная загрузка из трех слоев носила название «колоша».

Важной характеристикой являлось соотношение между количеством руды и угля, которое характеризовалось «тяжестью» колоши: «легкая» или «облегченная» – руды меньше установленного значения, «тяжелая» – больше, «холостая» – совсем без руды. В настоящее время соотношение (по массе) железорудного материала и топлива, засыпаемых в доменную печь, носит название «рудная нагрузка».

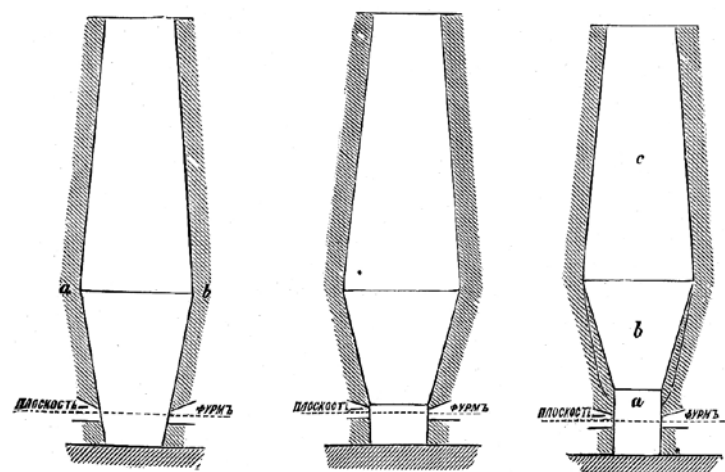
Вероятно, расширение в средней части появилось в ранних доменных печах, так сказать, само по себе, в ходе истирания кладки при опускании расширяющихся



при нагреве материалов. Мастера-доменщики же, руководствуясь наблюдениями над действующими печами, вновь построенным агрегатам стали придавать соответствующий профиль. На самом деле «естественно» возникший профиль, по-видимому, был веретенообразный, но такая конфигурация была менее удобна в постройке, по причине чего ее «аппроксимировали» более линейными фигурами.

### «ЭВОЛЮЦИОННОЕ ДРЕВО»

Расширяющийся кверху (от горна) профиль внутреннего пространства печи позволяет снизить скорость газов, поднимающихся от фурм, и, таким образом, увеличить время взаимодействия их с шихтовыми материалами. Также подобная форма способствует равномерному опусканию материалов, поскольку соответствует изменению



ПЕРВЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОФИЛЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ (по А. Ледебуру)



их объема. Кроме того, обратная конусность (пирамидальность) нижней части печи создает опору для столба шихты, что, в свою очередь, обеспечивает их разрыхление и проникновение горновых газов, а также облегчает работы по очистке (ремонту) горна.

Сужение горна с образованием над ними откосов – заплечиков, могло также иметь целью снижение скорости схода (опускания) материалов и улучшение, благодаря этому, условий восстановления трудновосстановимых руд и науглероживания железа.

По этому поводу известный британский металлург Уильям Ферберн писал: «Степень наклона заплечиков есть дело великой важности; оно должно быть таково, чтобы во время плавки рудная засыпь не слишком быстро проходила в горн, но чтобы в то же время движение ее не замедлялось в такой степени; чтобы руда в полужидком состоянии могла приставать к кирпичной кладке и иметь время остыть; при этом образуются в печи так называемые козлы, отделение которых от стен печи сопряжено с великими неудобствами». Отметим, что употребление при переводе термина «козел» в данном случае не совсем корректно. Имеются в виду настыли. Термином «настыль» в литературе XIX в. называли не только наслоения на стенках печи, но и любые застывшие, а иногда и полужидкие материалы в печи, включая собственно «козла», «сидящего» на лещади.

Таким образом, сформировались основные элементы профиля доменной печи. Самая широкая часть печи, где происходил перегиб, получила название распар. Выше нее до самого колошника шла шахта, область обратной конусности (или пирамидальности) от распара до горна получила название заплечиков.

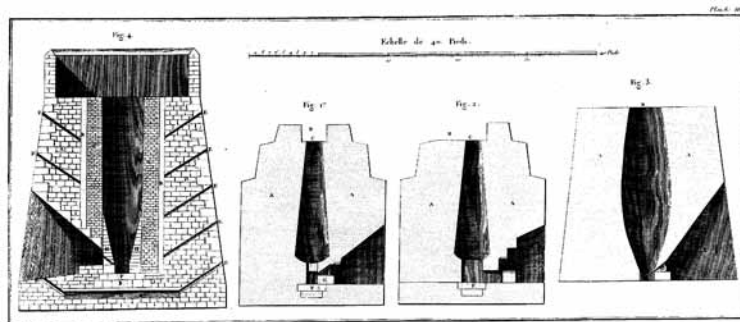
Изначальный профиль с течением времени менялся на основе эмпирического опыта мастеров-доменщиков и в зависимости от условий работы печи. Распар со временем сместился вниз, ближе к фурмам, с тем, чтобы уменьшение диаметра печи приходилось на ту область, где начиналось плавление и, соответственно, уменьшение объема материалов.

Видоизменился горн: область ниже фурм (металлоприемник или нижний горн) получила отвесные стенки, поскольку смысла в их наклоне не было, а отказ от него позволил увеличить объем металлоприемника и упростил его сооружение.

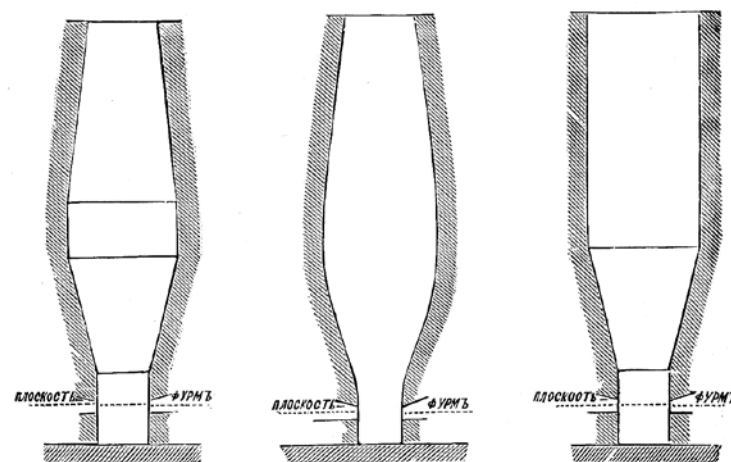
Поскольку основная масса выплавляемого чугуна представляла собой кремнистый серый чугун, то для того, чтобы повысить температуру в горне и создать условия для восстановления кремния, заплечики начали делать не сразу за фурмами, а несколько выше. Область выше фурм сузилась, что способствовало лучшему ее нагреву. Эта область получила название верхнего горна.

Конструкция печи для выплавки кремнистого чугуна, с узким и высоким горном, просуществовала до сере-

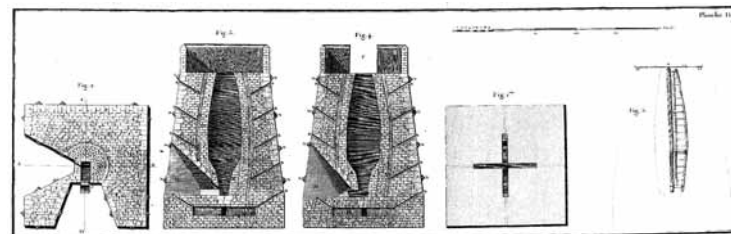
*«Эволюционное дерево» доменной печи оказалось весьма ветвисто, за столетия доменные мастера предлагали, проверяли и отвергали большое количество различных вариантов отдельных элементов профиля доменной печи.*



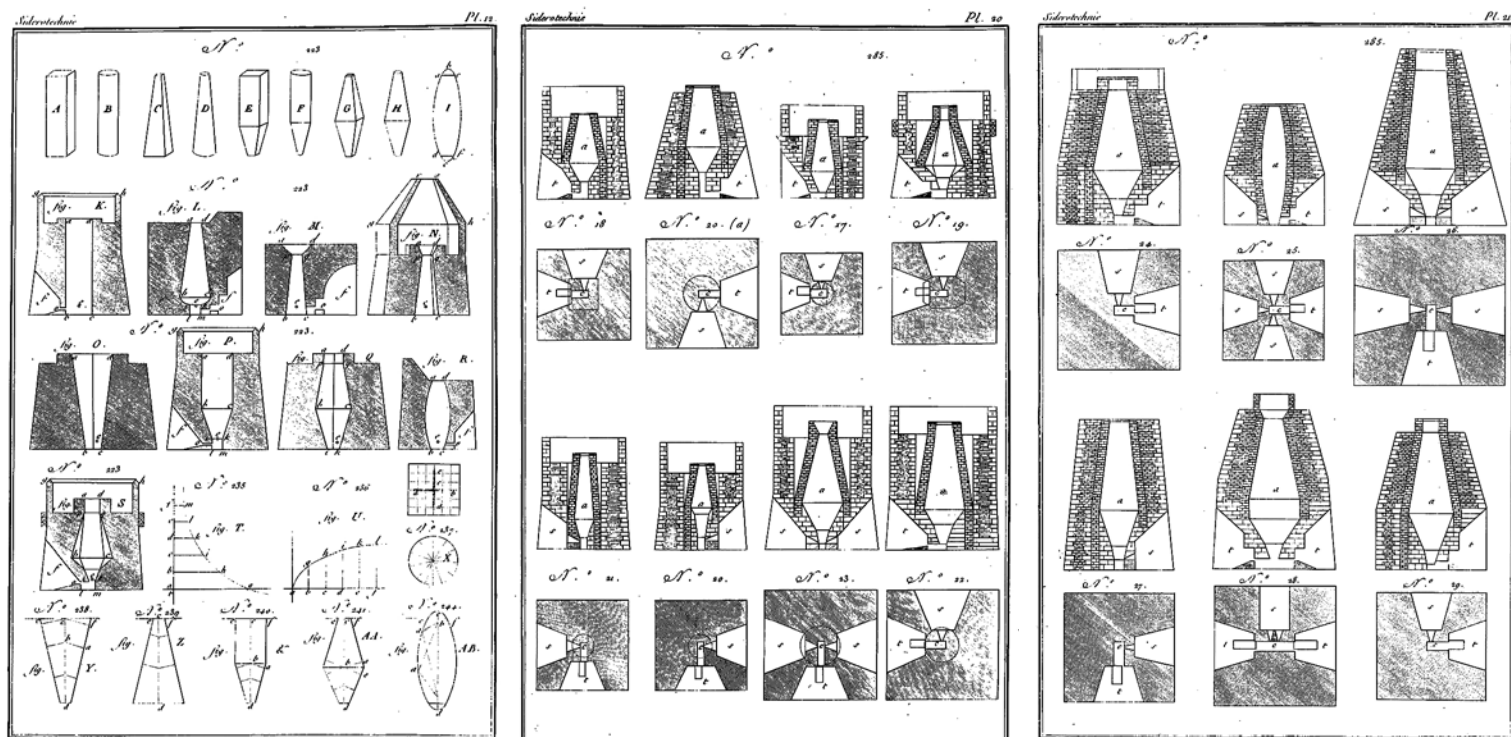
Конструкции доменных печей, используемых в районе Иоганн-Георген-Штадта, Саксония, в середине XVIII в.  
Гравюра из «Металлургических путешествий» Габриэля Жара



Некоторые варианты профиля доменной печи (по А. Ледебуру)



Конструкции доменной печи, используемой в районе Лорвиг, Норвегия, в середине XVIII в. Гравюра из «Металлургических путешествий» Габриэля Жара



ВАРИАНТЫ ПРОФИЛЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ. ГРАВЮРЫ ИЗ РУКОВОДСТВА ЖАНА-АНРИ АССЕНФРАТЦА «ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ» (LA SIDÉROTECHNIE), 1812 г.

дины XIX в., когда стал использоваться нагрев дутья, что позволило решить проблему дефицита тепла в горне и выплавлять в одной печи разные виды чугуна, а также вновь «опустить» заплечики к уровню фурм.

Следующим важным изменением профиля доменной печи стало увеличение протяженности распара, который перестал быть линией перехода шахты в заплечики. Такая конструкция способствовала более равномерному сходу шихты, поскольку исчезал резкий перегиб. Идеальным вариантом было полное отсутствие перегибов, но такие печи были сложнее в постройке, поэтому большого распространения не получили.

Для удобства загрузки конструктивно был выделен колошник – он стал несколько возвышаться над уровнем колошниковой площадки, имея либо отвесные стенки, либо чаше- или воронкообразную форму.

«Эволюционное дерево» доменной печи оказалось весьма ветвисто, за столетия доменные мастера предлагали, проверяли и отвергали большое количество различных вариантов отдельных элементов профиля доменной печи.

## ВОССТАНОВИМОСТЬ РУД И ПЛАВКОСТЬ ШЛАКОВ

Параметры профиля печи, помимо вида выплавляемого чугуна, в значительной степени зависели от свойств используемых материалов. В практике доменного производ-

ства были распространены следующие четыре основных варианта профиля печи (подразумевается, что диаметр распара во всех случаях одинаков):

- легковосстановимые руды и легкоплавкие шлаки – широкий колошник и широкий горн (т.е. профиль ближе к цилиндрической форме);
- трудновосстановимые руды, тугоплавкие шлаки – узкий колошник, узкий горн (сильно «вспученный» в районе распара профиль);
- легковосстановимые руды и тугоплавкие шлаки – широкий колошник (крутые заплечики), узкий горн;
- трудновосстановимые руды и легкоплавкие шлаки – узкий колошник (пологие заплечики) и широкий горн.

Поскольку плавкость шлака можно было изменить путем подбора нужного флюса, а восстановимость руды – путем ее подготовки, например, обжига, при проектировании профиля печи учитывали и этот аспект. Большое значение имел вид (химический состав) чугуна – например, выплавка серого кремнистого чугуна требовала более высоких температур, и, следовательно, более узкого горна, а также более длительного времени пребывания руды в печи.

Важную роль играл вид топлива (его горючесть и реакционная способность): например, при выплавке серого чугуна на древесном угле руда пребывала в печи 16 часов, в коксовой печи она находилась 40 часов, а при работе на неподготовленном каменном угле – 48 часов.



Гравюры из трудов Жара и Ассенфратца наглядно свидетельствуют о том, что профили доменных печей того времени вполне отвечали условиям, в которых они эксплуатировались, а иногда превосходили идею о построении рационального профиля, высказанную теоретиками и практиками доменного дела в XIX в.

Конечно, в этом нет ничего удивительного, поскольку один из тех, на кого принято ссылаться как на первопроходца в этом направлении, высказал мысль настолько очевидную, что было бы странным, если бы она не пришла в голову доменных техников ранее.

Звали этого человека Джон Гиббонс, он был железозаводчиком, а его имя, в отличие от имен его предшественников, вошло в историю, поскольку в 1839 г. он опубликовал свою работу под названием «Практические заметки о конструкции доменных печей Стаффордшира», в которой поведал миру о своей идее «естественного» профиля.

### «ОГНЕННЫЙ» ПЕРСТ

Мысли о «естественном» профиле Гиббонс изложил столь красиво, что их нельзя не процитировать: «Имея полную возможность ближайшим образом следить за работой доменных печей, я пользовался этим для изучения влияния жара на изменение формы рабочего пространства печи, начиная от момента задувки до того времени, когда приходится выдуть печь для ремонта.

...Обращая свое внимание на состояние огнеупорных стен рабочего пространства после выдувки, я говорил себе: «Огненный перст пишет на этих стенах, постараюсь же разобрать, что он пишет, и тогда многое мне станет ясным».

...Мне казалось, что если я построю печь таким образом, что внутреннее очертание рабочего пространства заранее уже будет иметь ту форму, какая получается вследствие разгара, то я ограничу разрушительное действие огня и предохраню значительную часть стен горна

Доменная печь  
завода West Point  
Foundry в Cold  
Spring, New York,  
1827-1844 гг.



и заплечиков от разгара. Опыт не представлял никакого риска, и я произвел его».

Следуя своей идее, Гиббонс построил печь объемом 141 м<sup>3</sup> с «естественным» профилем. За 4,5 года эксплуатации ее производство в два раза превысило производство печей (суточная производительность составляла 15 т чугуна) с традиционным профилем с более пологими заплечиками, а выдувка (через 7 лет) показала хорошее состояние кладки.

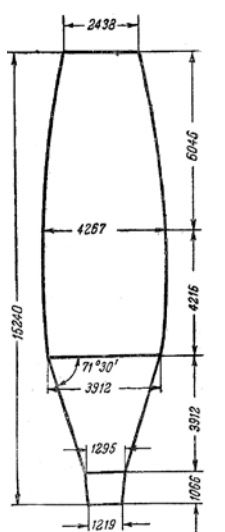
Тем не менее, здравая идея Гиббонса не стала «мэйнстримом», и увеличение крутизны заплечиков и диаметра горна шло весьма медленно, несмотря на то, что мощность дутьевых средств непрерывно росла. Знаменитый теоретик и практик доменного дела сэр Айзак Лоутиан Белл потратил 56 лет на постепенное увеличение диаметра горна и угла наклона заплечиков на печах своего завода «Кларенс», пока диаметр горна не достиг 3,66 м, а угол наклона заплечиков превысил 72 град. (отметим, что при этом росла и высота печей).

Проблема дальнейшей эволюции профиля европейских печей заключалась в том, что высота их ограничивалась уровнем 24-27 м при качественном коксе или немного более при коксе «премиального» качества. Диаметр же горна остановился на уровне около 3,5 м, при котором имеющиеся дутьевые средства обеспечивали его равномерный прогрев.

Металла требовалось все больше, поэтому объем печи наращивали за счет объема шахты, увеличивая диаметр распара, что приводило к уменьшению угла наклона заплечиков. Однако при этом упускали из вида то обстоятельство, что неизменный диаметр горна и неизменный расход воздуха приводит к тому, что количество восстановительного газа, образующегося в единицу времени, также остается неизменным. При этом то же количество газа должно было восстановить значительно большее количество руды, что приводило к снижению производительности и ухудшению удельных (на единицу объема) показателей работы крупных печей. В результате распространилось суждение о том, что печи большого объема менее эффективны, и несколько десятилетий преимущество отдавали печам объемом в несколько сот кубометров, пока на рубеже XIX и XX вв. ситуацию не исправили американские инженеры-доменщики.

## СПРОС РОЖДАЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Рождение доменных печей было обусловлено увеличением спроса на металл. Он же привел доменную печь к тому виду, который она имеет в настоящее время. Развитие доменных печей с многократным увеличением их размеров



«Естественный»  
ПРОФИЛЬ ПЕЧИ ГИББОНСА

и производительности началось с переходом от использования древесного угля и мехов с приводом от водяного колеса к использованию каменноугольного кокса и воздуходувок, приводимых в движение паровой машиной. Эти две инновации, появившись с интервалом в несколько десятков лет в Великобритании, удачно дополнили друг друга, обеспечив возможность увеличения размеров доменной печи и, следовательно, ее производительности.

Хотя первая плавка на коксе, как известно, была проведена в 1735 г., даже на родине изобретения коксовые печи получили более-менее широкое распространение лишь во второй половине XVIII в. В континентальной Европе их распространение началось лишь в XIX в.

Объем древесноугольных печей с кожаными клинчатыми мехами, приводимыми в движение водяным колесом, составлял до 10 м<sup>3</sup>. Несколько больший объем имели печи, в которых водяное колесо приводило в движение более эффективные цилиндрические (поршневые) мехи. Максимальный же объем древесноугольных печей, достигнутый во второй половине XIX в., составил около 100 м<sup>3</sup>, что было обусловлено низкой механической прочностью и высокой реакционной способностью древесного угля.

Прочный кокс, выдерживающий давление столба шихты высотой до 30 м, и при этом менее реакционно-способный, чем древесный уголь, позволял, при наличии достаточно мощных дутьевых средств, строить печи объемом в нескольких тысяч кубических метров, как это имеет место в наше время. Однако достигнуты такие результаты были, конечно, далеко не сразу.

Выросшая из древесноугольной печи, коксовая доменная печь при появлении на континенте в начале XIX в. имела объем уже около 50 м<sup>3</sup>. Такой объем удовлетворял имеющемуся спросу на металл и сохранялся до 1830-х гг., когда началось массовое железнодорожное строительство, ставшее катализатором промышленного развития, требующего все большего количества металла. Это дало толчок началу нового этапа развития доменных печей. Если средний объем доменной печи в первой половине XIX в. составлял 70-80 м<sup>3</sup> при высоте 12-13 м, то в середине столетия доменные печи имели объем уже 130-150 м<sup>3</sup>. В 1860 г. была задута 15-метровая печь объемом 175 м<sup>3</sup>, а четыре года спустя – 25-метровая объемом 330 м<sup>3</sup>. Увеличение высоты коксовых доменных печей имело приятные последствия: производительность увеличилась на треть, а потребление кокса снизилось с 1450 до 1125 кг на тонну чугуна (при нагреве дутья до 450 °C).

Поскольку увеличение высоты и объема доменных печей не только снижало расход топлива из-за более со-



вершенного хода процесса, но и увеличивало производительность, что еще повышало экономическую эффективность выплавки чугуна, железозаводчики, тут же стали двигаться в этом направлении, тем более, что, начиная с 1860-х гг., рост выплавки металла, благодаря изобретениям Бессемера, Томаса, Сименсов и Мартенов, уже не сдерживался несовершенством процесса пудлингового передела чугуна. В этот же период была достигнута и фактически максимальная высота доменных печей, работавших на высококачественном коксе – 31,5 м.

На протяжении 1860-х гг. рекорды увеличения полезного объема печей ставились каждый год-два: 326, 450, 566, 736, 815 м<sup>3</sup>, а в 1870 г. была построена печь объемом 1165 м<sup>3</sup>. К началу XX в. производительность доменной печи достигла 350 т чугуна в сутки.

### КЛИВЛЕНДСКИЙ ПСИХОЗ

Как и многие экономические бумы, граничащие с психозами, и часто оставляющие ни с чем чрезмерно увлекшихся игроков, бум на строительство доменных печей большого объема не был исключением. Печи-монстры заводов Ormesby и Ferry Hill в Кливленде (США) объемом более 1000 м<sup>3</sup> не оправдали возложенных на них надежд, показывая рекордно низкую удельную производительность и отсутствие снижения расхода кокса.

Небольшая древесноугольная печь даже на холодном дутье позволяла выплавлять до 0,5 т чугуна в сутки на кубический метр объема. Для кливлендских монстров этот показатель едва превышал 0,12 т/м<sup>3</sup>×сут. В итоге, в последней четверти XIX в. рост объема печей остановился. Основная масса печей имела объем 250-350 м<sup>3</sup> при высоте около 24 м.

Первая коксовая доменная печь Германии на заводе в Гляйвице.  
Модель. Экспонат Немецкого Музея (Deutsches Museum)





Проблема заключалась в нерациональном профиле кливлендских печей. Рекордсмены 1870-х гг. имели высоту 27 м при диаметре распара более 9 м. При этом диаметры печей в других частях были существенно меньше этого значения. Диаметр колошника составлял 5 м, а горна – 3,5 м (в настоящее время печи такого объема строятся с диаметром горна примерно 7 м). Это предопределяло «тарелкообразную» форму заплечиков с небольшим углом наклона. На таких заплечиках из кокса и полурасплавленной руды образовывался так называемый «мертвый кожух», т.е. фактически печь приобрела новый, «естественный», профиль.

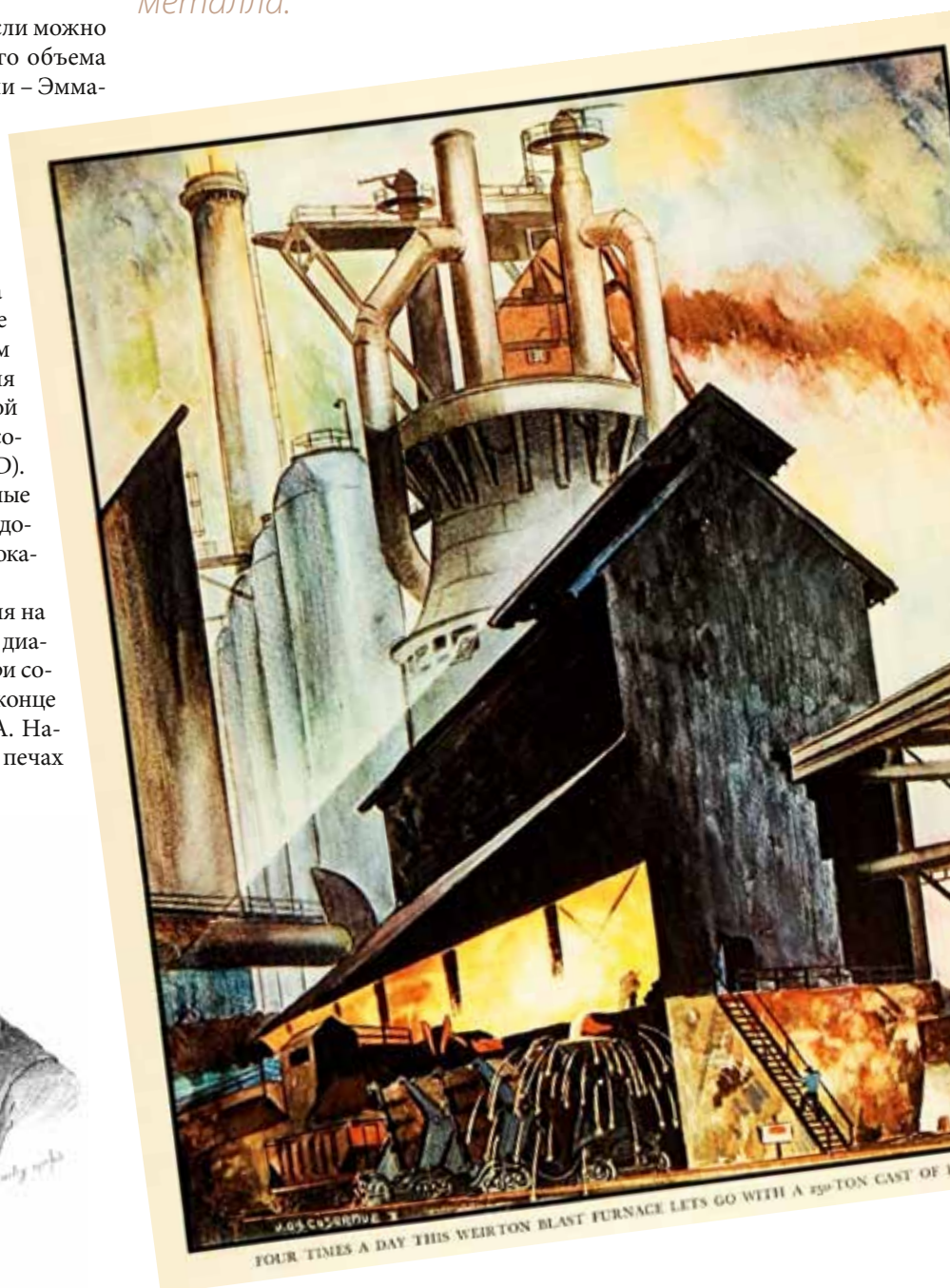
Такой конструктивный промах приводил, если можно так выразиться, к бесполезной трате полезного объема печи. Ведущие ученые-металлурги того времени – Эммануэль-Луи Грюнер, Рихард Окерман и другие, активно высказывались в пользу более вытянутого профиля с крутыми заплечиками.

### РАЦИОНАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ГРЮНЕРА

В 1870-х гг. Грюнер опубликовал в виде цикла статей свое исследование, в котором на основе анализа работы печей с различным профилем обосновал наиболее рациональные соотношения между размерами основных элементов доменной печи. Он подразделил доменные печи на основе соотношения высоты печи (H) и диаметра распара (D). Грюнер выделил широкие ( $H:D < 3$ ), обыкновенные ( $3 < H:D < 4$ ) и узкие или вытянутые ( $H:D > 4$ ) доменные печи. Первые имели худшие удельные показатели работы, а последние – лучшие.

Способом реализации «вытянутого» профиля на крупных (около 1000 м<sup>3</sup>) печах было увеличение диаметра горна (с некоторым сужением распара) при соответствующем увеличении мощности дутья. В конце XIX в. по этому пути пошли металлурги США. Начиная с 1880-х гг. на американских доменных печах

*Свой нынешний вид доменное производство приобрело в 1950-70-е гг., когда в полную силу проявил себя новый феномен развития производительных сил, получивший название «Научно-техническая революция» и сопровождаемый, как некогда Промышленная революция, непрерывным ростом производства металла.*



ОБРАЗОВАНИЕ «ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗАПЛЕЧИКОВ».

СПРАВА — ЭММАНУЭЛЬ-ЛУИ ГРЮНЕР





постепенно увеличивали диаметр горна и интенсивность дутья, подбирая оптимальное соотношение между элементами профиля. К началу нового века были получены прекрасные результаты, и Европе оставалось лишь следовать по проторенному американцами пути.

Наилучшим соотношением между диаметрами горна и распара в этот период было признано соотношение 1:2. Построенная в конце XIX в. в США доменная печь объемом 580 м<sup>3</sup> имела высоту 27 м при диаметре горна 3,3 м, распара 6,9 м, колошника 4,8 м. Ее производительность составляла 350 т чугуна в сутки, расход кокса – 840 кг на тонну чугуна при температуре дутья 600 °С и содержании железа в руде 62% (масс.).

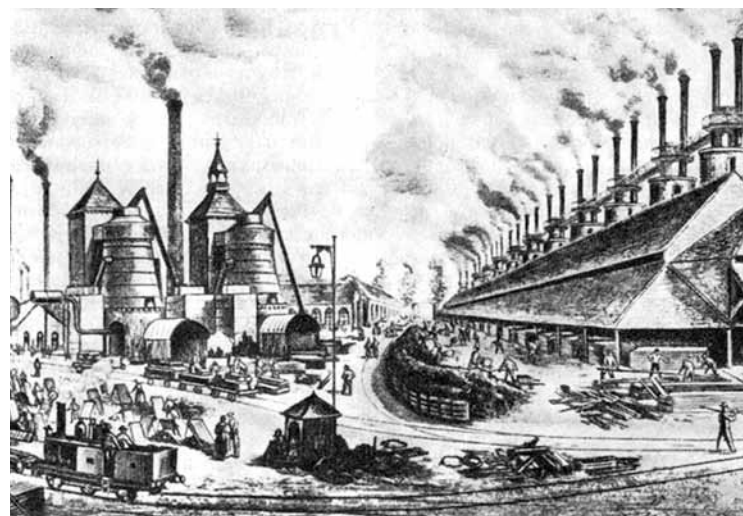
### БОЛЬШИЕ И МАЛЫЕ

С накоплением опыта эксплуатации и результатов научных исследований выросла и удельная эффективность использования печей. В период с 1923 по 1927 г. средняя удельная производительность доменных печей в США увеличилась с 0,75 до 0,81 т/м<sup>3</sup>×сут, в Германии этот показатель с 1925 по 1932 г. вырос с 0,83 до 0,93 т/м<sup>3</sup>×сут. В настоящее время он в среднем составляет 2 т/м<sup>3</sup>×сут, а в отдельных случаях доходит до 3 т/м<sup>3</sup>×сут.

Тем не менее, крупные доменные печи все еще имели худшие удельные показатели по сравнению с печами меньшего объема. Различие в эффективности эксплуатации доменных печей различного объема наложило отпечаток на распространение их по миру в первой половине XX в., что особенно хорошо видно на примере лидеров доменного производства этого времени – Германии и США.

В период после Первой мировой войны доля доменных печей объемом более 600 м<sup>3</sup> в США выросла с нуля в 1914 г. до 48% в 1929 г., что было обусловлено стремительным ростом спроса на металл. Поскольку крупные агрегаты обеспечивали валовую выплавку требуемого количества металла, никого особо не беспокоило, что он был дороже того, что выплавлялся в более эффективных печах небольшого объема – ведь чугун покупали по той цене, по которой он предлагался на рынок.

В то же время экономика послевоенной Германия, задвленная военными расходами и последующей контрибуцией, не требовала большого количества металла. Вместе с тем, располагая необходимыми ресурсами, Германия значительное количество металла производила на экспорт. Для успешной конкуренции на мировом рынке требовалось снижать издержки, по причине чего германские металлургические компании предпочитали строить и эксплуатировать эффективные доменные печи небольшого объема, причем всячески рационализируя процесс их эксплуатации.



Преимущественному использованию в Германии доменных печей небольшого объема (в 1935 г. почти две трети доменных печей Германии имели объем менее 500 м<sup>3</sup>) также способствовал недостаток капитала, не позволявший делать значительные инвестиции.

Общий вид металлургического завода с доменной печью в 1860-х гг. Маршен, Бельгия

### ПОСЛЕДНИЙ РЕЗЕРВ

Рост объема доменных печей временно приостановился, но начал расти диаметр горна. Если на рубеже веков Адольф Ледебур отмечал, что «редко, даже в самых больших печах, диаметр горна бывает больше трех метров», то в 1919 г. на заводе South Works была задута печь с диаметром горна 6,32 м производившая в сутки 600 т чугуна.

Рост производительности был достигнут благодаря уменьшению высоты и конусности заплечиков. Поскольку опыт South Works показал возможность и перспективность эксплуатации печей с широким горном, началась массовая перестройка американских печей с целью увеличения их производительности.

Перестройка горна и заплечиков требовала минимальных инвестиций, поскольку металлоконструкции и шахта практически не подвергались изменениям, а главное – вся инфраструктура, которая стоила больше, чем сама печь, оставалась без изменений (требовалось установить более мощную воздухоудвную технику, увеличить ковшевое хозяйство и доработать систему подачи шихты).

Все последующее десятилетие, вплоть до начала Великой депрессии, в США регулярно вводились в строй все более мощные печи. В 1926 г. пять доменных печей были реконструированы с увеличением диаметра горна до 6,54 м, что позволило им выплачивать ежесуточно 750-800 т чугуна.

В следующем году на питтсбургском заводе Aliquippa Works компании Jones & Laughlin доменная печь №5 получила горн диаметром 7,47 м, что позволяло ей при по-

Доменная печь компании WEIRTON STEEL CORP. (надпись: «ЧЕТЫРЕЖДЫ В СУТКИ ЭТА ПЕЧЬ КОМПАНИИ WEIRTON ВЫДАЕТ ПО 250 Т ЧУГУНА»).



Доменные печи завода JONES & LAUGHLIN'S в ПИТТСБУРГЕ, США в 1950-х гг.

лезном объеме 943 м<sup>3</sup> выплавлять ежедневно в среднем 997 т чугуна. Рекордсменом стала печь компании Weirton Steel Corp., суточную производительность которой благодаря реконструкции горна удалось увеличить с 600 до 1100 т, т.е. почти в два раза.

Начавшийся экономический кризис прервал соревнование, и не дал возможности ввести в эксплуатацию реконструированную в 1930 г. доменную печь №3 компании Jones & Laughlin, которая при диаметре горна 8,62 м должна была иметь суточную производительность 1500 т чугуна. Печь стала своеобразным монументом на могиле промышленного производства, объем которого вернулся к показателям начала века (в США загрузка до-

менных мощностей составляла 17 % в 1932 г. против 83 % в 1929 г.).

### ДОМЕННОЕ МНОГОЦВЕТИЕ

Без малого столетие, с 1870-х гг. до второй половины XX в., объем доменных печей редко превышал 1000 м<sup>3</sup>. Свой нынешний вид доменное производство приобрело в 1950-70-е гг., когда в полную силу проявил себя новый феномен развития производительных сил, получивший название «Научно-техническая революция» и сопровождаемый, как некогда Промышленная революция, непрерывным ростом производства металла.

Ежегодное мировое производство чугуна в третьей четверти столетия выросло со 100 до 530 млн. т в год. На этом уровне оно находилось, приблизительно, с 1975 по 2000 гг., после чего, за счет развития промышленности Китая, годовое производство выросло в наши дни почти до 1,5 млрд. т в год.

В ходе Научно-технической революции доменные печи достигли своего нынешнего максимального объема на уровне 5000-6000 м<sup>3</sup> – такие гиганты, выплавляющие по несколько миллионов тонн чугуна в год, эксплуатируются в настоящее время в Южной Корее, Китае, России, Японии и Украине. Эти печи имеют диаметр горна более 15 м и производят в сутки 10-15 тыс. т чугуна. Самая большая в мире в настоящее время доменная печь №1 завода фирмы Posco в южнокорейском городе Кванъян имеет объем 6000 м<sup>3</sup>, при годовой производительности 5,7 млн. т чугуна.

Объемы же большей части доменных печей составляют от 1000 до 4000 м<sup>3</sup>. Наряду с ними эксплуатируются и печи меньшего объема, в несколько сот кубометров, а в отдельных регионах, где на то имеются известные причины – нехватка капитала и ограниченные рынки сбыта, и более мелкие, вплоть до древесноугольных. \*

Доменные печи в Пенсильвании, США, 1986 г.







Либус Липарова «Выпуск на доменной печи», 1958 г.,  
Музей Грохмана, Милуоки, Висконсин, США

## Глава 4

# Фундамент инженерных наук

То не море топить корабли, но ветри; не огонь творить ражежение железу, но надымание мешное; тако же и князь не сам впадаетъ въ вещь, но думци вводитьъ.

**Даниил Заточник, Моление.**

**В** НАЧАЛЕ XIII в. НЕКИЙ ДАНИИЛ ЗАТОЧНИК ПИСАЛ князю Ярославу Владимировичу «Моление», в котором, помимо прочего, имелись такие слова: «То не море топить корабли, но ветри; не огонь творить ражежение железу, но надымание мешное; тако же и князь не сам впадаетъ въ вещь, но думци вводитьъ».

Стараясь убедить князя проявить милость посредством красочных сравнений, сам того не ведая, древнерусский автор очень точно охарактеризовал процесс, происходящий за тысячи километров от него – именно благодаря увеличению интенсивности «мешного надымания» древняя сыродутная печь превращалась в новый металлургический агрегат.

Интенсивность подачи дутья играла ключевую роль и для дальнейшего развития конструкции доменной печи. От нее, в первую очередь, зависела производительность агрегата, а также развиваемая в нем температура, которая, в свою очередь, определяла ход протекающих процессов и эффективность работы в целом.

Сформировавшись в XIV-XV вв., «классическая» доменная печь просуществовала с минимальными изменениями до начала XIX в. Даже переход от использования древесного угля к коксу привел лишь к локальным изменениям в конструкции печи. Непрерывный процесс изменений, преобразивший внешний вид и инфраструктуру доменной печи начался в эпоху индустриализации после внедрения революционной инновации – нагрева доменного дутья.

Уже вскоре после внедрения современники по достоинству оценили значение этого нововведения. Например, Уильям Ферберн в 1864 г., разбивая историю производства железа на «эпохи», вполне обоснованно выделял доменное производство с нагревом дутья в отдельную «эпоху»: «Пятая и последняя, хотя не менее важная эпоха в истории этой промышленности, отмечена применением

горячего дутья – изобретение, которое учетверило производство железа и доставило заводчикам возможность плавить руды, которые иначе не могли бы принести никакой пользы и были бы негодны к плавке; оно сделало излишним коксование угля и обжигание руд и облегчило большое и быстрое производство, которое далеко превзошло самая блестящая из заявленных его изобретателем ожиданий. Заводчики, пользуясь таким могучим двигателем, не затруднились извлечь железо из дурных материалов; например, отвалы каменноугольной золы и нечистыя, с вредными примесями, руды были употреблены ими в дело».

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

Нуждается ли современный инженер для успешной профессиональной деятельности в философском осмыслении своей профессии и понимании процессов, происходящих в металлургическом агрегате? Или ему достаточно знаний общих фундаментальных наук и навыков «online» - диагностики и управления? Судя по изменениям в программах обучения российских технических университетов, «философия техники» не входит в перечень приоритетных учебных дисциплин. Вместе с тем, история металлургии вообще и доменного производства в частности наглядно демонстрирует, что создание отечественных прорывных технологий невозможно в условиях отсутствия «мировоззренческого фундамента инженерных наук».

### ЭПИСТЕМЕ И ЭМПИРИЯ

В начале XX в. доменный мастер имел на вооружении не только достижения аналитической химии, но и множество приборов, непрерывно регистрирующих показатели доменной плавки. Несмотря на это, в своей работе он, как и его предшественники на протяжении веков, во мно-







гом полагался на собственную наблюдательность и опыт, поскольку одни лишь показания приборов и результаты анализа далеко не всегда могли рассказать о происходящих в печи процессах.

В этот период работу доменщика можно охарактеризовать древнегреческим философским термином «технэ», под которым понимался особый род знания, занимающий среднее положение между опытом (эмпирия) и теоретическим знанием (эпистеме). В широком смысле технэ можно понимать как «ремесло-искусство», в котором формальные знания, доступные любому, дополняются индивидуальным опытом.

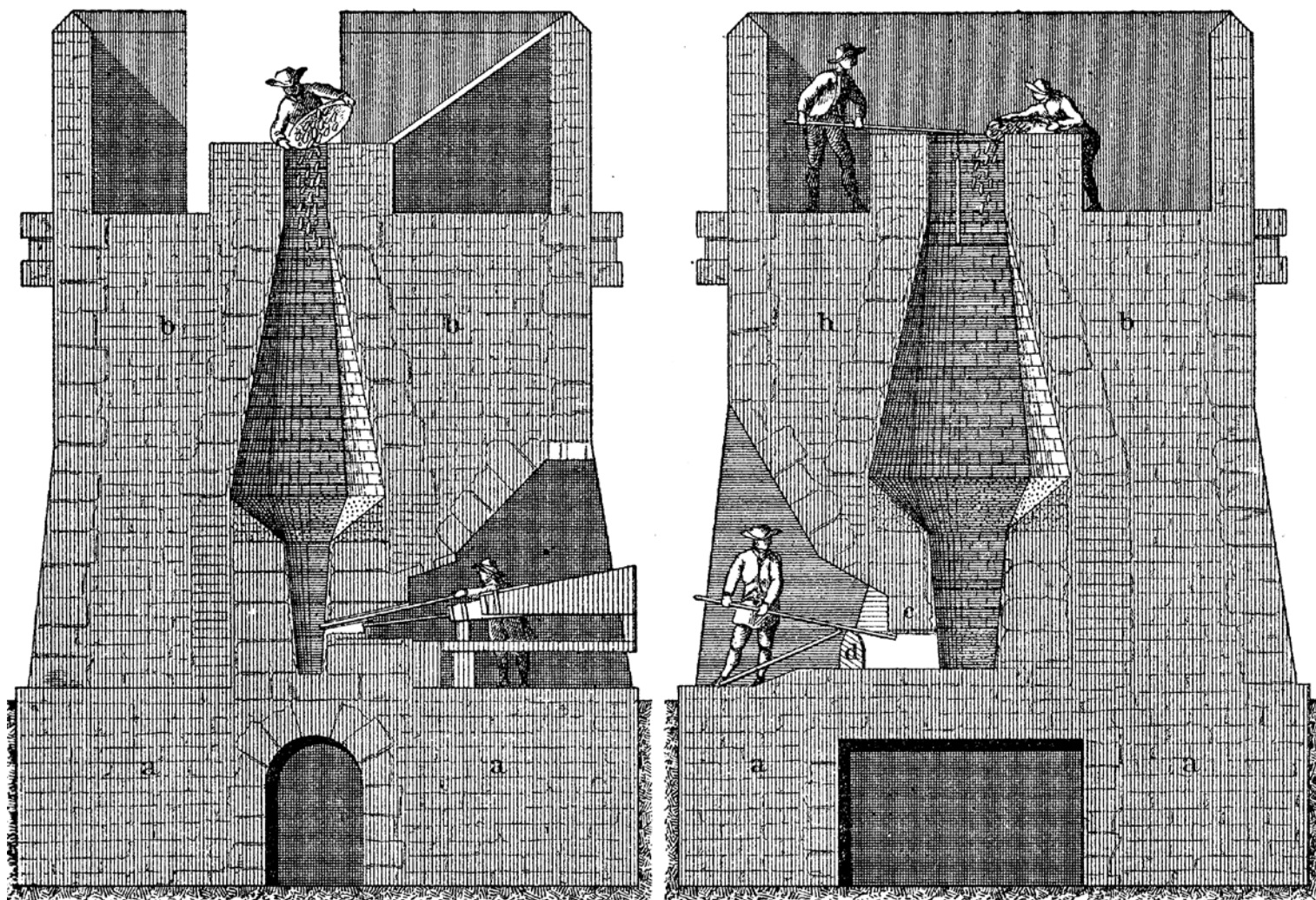
В этом смысле работу доменщика уместно сравнить с работой врача-терапевта: в обоих случаях имеется

«закрытый» объект, о внутреннем состоянии которого можно судить по внешним признакам, и правильный диагноз во многом зависит от знаний и опыта конкретного специалиста. В ходе эволюции на протяжении XX в., а особенно в результате Научно-технической революции, доменная профессия претерпела те же изменения, что и профессия врачебная. Достижения науки, причем самых различных ее областей, позволили заглядывать все глубже в печь и в человека, а, кроме того, накапливать практические и теоретические знания, формализуя их в виде стандартов (в медицине) и технологических инструкций (в доменном деле).

Рассмотрим основные этапы превращения «классической» доменной печи в «современную».

«Классическая» доменная печь с «открытой грудью» XVI – первой половины XIX вв. на примере французской доменной печи 1716 г.

(Гравюра из труда РЕНЕ-АНТУАНА ДЕ РЕОМЮРА «ART DES FORGES ET FOURNEAUX A FER, SECTION III»)





«Классический» доменный цех XVI – первой половины XIX вв.  
(Гравюра из труда Рене-Антуана де Реомюра «ART DES FORGES ET  
FOURNEAUX A FER, SECTION III»)



### ДОМЕННАЯ КЛАССИКА

«Классическая» доменная печь представляла собой массивную башнеподобную конструкцию в форме усеченной пирамиды, которая почти полностью, за исключением колошниковой площадки, была скрыта под примыкающим к ней навесом или крышей. Высота печей составляла, в разное время и в различных регионах, от 3 до 8 м и несколько увеличилась (до 10-12 м) при использовании кокса и цилиндрических мехов с водяным или паровым приводом. Печи классической конструкции, увеличенные до максимально возможных размеров и снабженные нововведениями (воздухонагревателями для дутья и цилиндрической поршневой воздуходувкой) эксплуатировались в Европе и США до начала XX в. Часто печи располагали попарно или по три в одном здании и снабжали общей инфраструктурой.

В Великобритании в начале XIX в., когда Промышленная революция требовала от британских промышленников все больше и больше металла, доменные печи стали объединять в подобные крепостным стенам батареи (или банки – bank), строя плотную друг к другу, с общей колошниковой площадкой и литейным двором.

Основную часть объема печей составлял массивный каменный кожух, скрывающий внутри небольшое плавленное пространство: до 10 м<sup>3</sup> у древесноугольных печей и до 50 м<sup>3</sup> у коксовых. Наличие толстого кожуха представлялось необходимым для снижения потерь тепла. Строили его первоначально из дикого (необработанного) камня, а позднее – из кирпича. Внутри кожуха располагалась шахта, или, как ее называли в отечественной практике, «труба», выстроенная из огнеупорного камня или кирпича. Для доступа к горну в кожухе были предусмотрены две «амбразуры»: для подвода дутья и выпуска металла и шлака. Остальные две стены были глухие, одна из них могла стоять вплотную к земляной насыпи, по которой поднимали на колошник шихтовые материалы. Позднее в этих стенах также стали делать сводчатые отверстия для подачи дутья через несколько фурм.

Внутри кожуха часто делали сквозные вентиляционные отверстия, которые также служили для компенсации теплового расширения. Кладку кожуха обычно скрепляли железными связями, что, по мнению Адольфа Ледебура, было излишним: при расширении кладки они нередко лопались, в то время как кладка не разрушалась. Шахту обычно строили не вплотную к кожуху, а оставляли некоторый зазор (пазуху), который заполняли кусками шлака. Пазуха играла роль теплоизолятора и компенсатора теплового расширения шахты.

Для постройки лещади, горна и заплечиков использовался огнеупорный песчаник, называемый «горновым камнем». Позднее заплечики стали делать из фасонного



Доменная печь  
с навесом над  
литейным дво-  
ром и загрузоч-  
ным мостом.  
SAUGUS IRON  
WORKS, США.  
ФОТО D. ELKINS

кирпича. В качестве связующего и для заделки стыков использовались огнеупорные глины, например, каолиновые (белая глина).

С переходом к использованию кокса от кремнистого песчаника пришлось отказаться. Дело в том, что для работы на коксе, содержащем, в отличие от древесного угля, значительное количество серы, требовалось добавлять в шихту известняк, который образовывал поглощающий серу шлак. Однако этот шлак с высоким содержанием оксида кальция взаимодействовал с кремнистым песчаником и разъедал его. По этой причине при постройке горнов и заплечиков в коксовых доменных печах песчаник заменили шамотным кирпичом.

### ПЕЧЬ ОТКРЫВАЕТ ГРУДЬ

На гравюрах из руководства известного французского ученого Жана-Анри Ассенфратца можно увидеть интересную особенность устройства горнов изображенных доменных печей. Горны в нижней части имеют отверстие, напротив которого располагается порог. Печи такой конструкции получили названия «печь с открытой грудью» или «печь с зумпфом». Откуда же взялась такая, на первый взгляд странная, конструкция и зачем она нужна?



Отметим, что ранние доменные печи имели «закрытую грудь». Поскольку доступ к горну у печей «классической» конструкции имелся только с двух сторон, причем одна из них использовалась для подачи дутья, отверстия для выпуска чугуна и шлака при «закрытой груди» располагали рядом – для чугуна в самом низу горна, а для шлака несколько выше, но ниже уровня фурм. Позднее, когда конструкция печей изменилась, и горн стал доступен со всех сторон, выпуск чугуна и шлака стали осуществлять на противоположных сторонах печи через водоохлаждаемые отверстия.

Широкое распространение печей с «открытой грудью» началось в конце XIII в., и было обусловлено тем, что шлак не всегда обладал необходимой жидкоподвижностью и самостоятельно вытекал из горна. В этом случае густые, легко твердеющие (так называемые «короткие») шлаки загромождали горн, и их требовалось выгребать вручную. Более всего эта проблема сопровождала выплавку кремнистого серого чугуна, который составлял основную массу производимого металла.



Доменная печь завода в Энгельсберге (Швеция) с нагревом дутья и «закрытой грудью», отверстия для чугуна (левее) и шлака (правее) расположены рядом.



Доменная печь в Энгельсберге, Швеция. Задута в 1779 г., реконструирована в 1850 г., выведена из эксплуатации в 1919 г. Включена в список объектов мирового наследия ЮНЕСКО в 1993 г.





ТАК ЗАСТЫВАЕТ ВЯЗКИЙ ТУГОПЛАВКИЙ ШЛАК

Очищать горн через небольшие выпускные отверстия или фурму не представлялось возможным, поэтому было найдено оригинальное решение проблемы. Часть металлоприемника, представляющая собой один крупный камень (порог), как бы выдвигалась на некоторое расстояние от горна. Благодаря этому создавалось открытое пространство, достаточно большое для того, чтобы вводить в него инструменты для удаления застывших материалов. По-новому был организован выпуск чугуна и шлака. Ключевую роль в этом процессе играл камень горна, ограничивающий «открытую грудь» сверху, и называемый темпелем.

Для того чтобы жидкие продукты плавки образовывали гидравлический затвор, препятствующий выходу газов из горна, но не заливали при этом фурмы, нижняя кромка темпеля располагалась ниже верхней кромки порога. При этом темпель был немного погружен в шлак, покрывающий поверхность чугуна, а верхняя кромка порога располагалась ниже уровня фурм.

По мере накопления чугуна его периодически выпускали через отверстие в пороге; шлак же постоянно перетекал через порог под давлением газов, либо выгребался вручную. Контакт с чугуном и шлаком приводил к быстрому износу порога и темпеля и необходимости их регулярной замены.

Поскольку при выпуске чугуна уровень жидких продуктов понижался, обнажая нижнюю кромку темпеля, на время выпуска прекращали подачу дутья – иначе из-под темпеля выбивалось бы мощное пламя от сгорающих горновых газов, что делало бы невозможной работу на горне. Это приводило к снижению производительности, а

«Открытая грудь» без порога (А) и с порогом (Б). Реплика доменной печи XIV в. (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА НУА ЛАРННУТТАН, ШВЕЦИЯ)

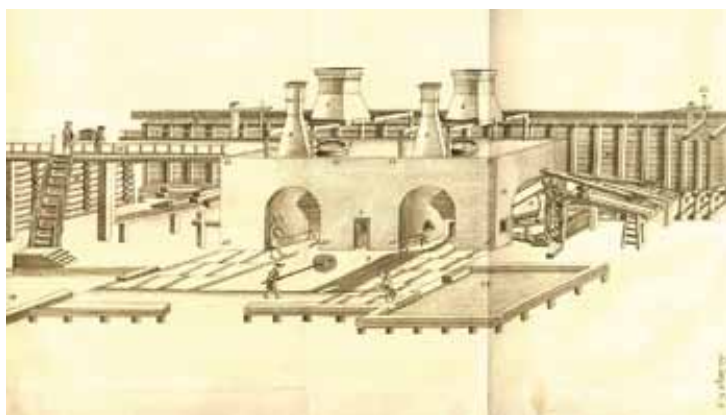
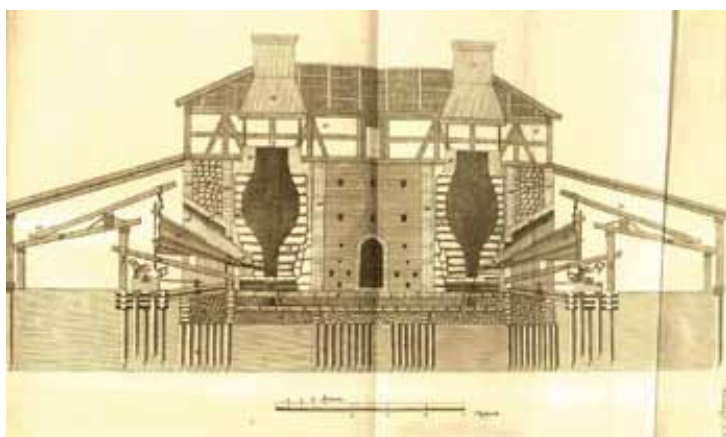


А



Б





ВНЕШНИЙ ВИД И РАЗРЕЗ ДОМЕННОЙ ФАБРИКИ ИЗ РУКОВОДСТВА ИВАНА ШЛАТТЕРА  
«Обстоятельное описание рудного плавильного дела». 1765 г.

от колошника до лещади и шло в интервале температур 400-900 °С. В зависимости от того, была руда предварительно обожжена или нет, этот процесс смещался к верхнему или нижнему краю интервала. Заканчивалось восстановление в районе распара (при правильном ходе процесса), ниже, в заплечиках, восстановленное железо науглероживалось, превращаясь в чугун.

Процессы плавения начинались в верхней части горна, где температура достигала 1200 °С. В интервале температур от 1200 до 1500 °С плавился образовавшийся в заплечиках чугун, проходило образование и плавление шлака. Максимальная температура в печи достигала 2200 °С в небольшой по объему зоне горения, расположенной примерно в 20 см выше уровня фурмы.

Успех плавки зависел от множества факторов. Предварительными опытами подбирали соотношение руд различных месторождений и флюса, обеспечивающее хорошую плавкость и необходимое количество шлака. Особое внимание обращали на то, чтобы крупность угля и руды создавала условия для движения газов и не допускала просачивания руды сквозь уголь.

Имелись природные факторы, повлиять на которые было невозможно, например, уровень воды в заводском пруду, который достигал максимума весной и осенью, и в этот период мастер имел наибольшие возможности по управлению ходом плавки. Сильное влияние на процесс оказывала влажность воздуха – зимой плавка шла успешнее, чем в сырую погоду.

### «ТОВАР И СОК» ОГНЕВИЦЫ

Контроль хода плавки осуществлялся через фурменное отверстие. Мастер смотрел через фурму в горн, следя за

*Нуждается ли современный инженер для успешной профессиональной деятельности в философском осмыслении своей профессии и понимании процессов, происходящих в металлургическом агрегате? Или ему достаточно знаний общих фундаментальных наук и навыков «on-line» - диагностики и управления?*

иногда и к расстройкам хода печи, вызванным охлаждением горна. Проблемы, обусловившие использование доменных печей с «открытой грудью» – недостаток тепла в горне и загустевание шлака, были решены в первой половине XIX в. с введением важнейших инноваций – нагрева дутья и водоохлаждаемой «шлаковой фурмы».

### ФАКТОРЫ УСПЕХА

Ход физико-химических процессов в «классической» доменной печи отличался от поздних вариантов доменной плавки (с интенсивным и нагретым дутьем), что было связано с недостатком тепла. Восстановление руды начиналось после опускания ее примерно на треть высоты

стекающими в него каплями чугуна («товаром») и шлаком («соком»). О правильном ходе говорило присутствие в равном количестве светлых и темных капель чугуна. Преобладание какого-либо оттенка свидетельствовало о чрезмерной «спелости», либо «сырости» хода и требовало вмешательства в ход плавки.

Количество шлака должно было быть оптимальным – при чрезмерном количестве снижался нагрев и, текучесть чугуна, а при недостаточном количестве шлака чугун окислялся кислородом дутья, и значительное количество железа терялось со шлаком. Поэтому при потемнении за фурмой (что говорило о большом количестве шлака) ма-





Доменная фабрика завода компании Jackson Iron Co. (в настоящее время часть Государственного парка Файет (Fayette) близ Манистика (Manistique), Мичиган, США)

стер перемешивал содержимое горна через отверстие между темпелем и порогом железным ломом, а затем выгребал шлак железной кочергой и засыпал отверстие увлажненным «мусором» (угольной пылью).

Среди уральских мастеровых «огненных профессий» – углежогов, смолокуров и металлургов, ходила легенда об Огневице – девушке с яркими «огненными» одеждами и сверкающими бусами. Этот образ олицетворял прекрасную и опасную огненную стихию – «немало доменщиков, вглядевшихся в очертания девушки, показавшейся в горниле домны, сошло с ума, либо погибло в ее объятьях».

### «СПЕЛЫЙ И СЫРОЙ» ХОД

Наилучшим считался так называемый «спелый» ход, который способствовал максимально эффективному извлечению железа из руд и обеспечивал длительную эксплуатацию («кампанию») печи до капитального ремонта. Позднее «спелый» ход стали делить на «горячий спелый» и «холодный спелый». Первый получался посредством использования нагретого дутья, а второй – при помощи увеличения расхода угля, т.е. «облегчения» колоши. Пред-

почтение, за редким исключением (при выплавке чугуна специальных сортов), отдавалось первому, поскольку при нем повышалось содержание в чугуне кремния и экономилось топливо.

Признаками «спелого» хода являлись: длинное, легкое, красноватое, с белым дымком пламя на колошнике, ярко-белый цвет за фурмой, жидкий светло-серого цвета чугун, шлак, тянущийся в нити, прозрачный и стекло-видный в небольших кусках и вспучивающийся в белую пузырчатую массу при обливании водой.

Если по какой-то причине (нехватка дутья, неправильный подбор шихты в колоше, высокая влажность материалов) печь холодила, ход становился «сырым». При этом руда не успевала полностью восстановиться до плавления и проникала в горн, смешиваясь со шлаком и повышая содержание в нем оксида железа.

При «сыром» ходе ярко-белый цвет за фурмой сменялся красным. На стенках горна образовывались настыли и «жуки» («жуковины») – губчатые массы науглероженного («чугуноватого») железа. Чугун становился густым и белым, а шлак – зеленым и не дающим нитей, а при увеличении содержания в нем оксида железа – черным. Пламя на колошнике укорачивалось и становилось красно-бурым и дымным.



БАТАРЕЯ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ ЗАВОДА В САЙФАРТЕ (СУҒАРТНҒА) – САМОГО БОЛЬШОГО В МИРЕ ДО 1806 Г. (НА НИЖНЕЙ ФОТОГРАФИИ НА ЗАДНЕМ ПЛАНЕ ВИДЕН КОЛОШНИКОВЫЙ ПОДЪЕМ)

Иногда «сырой» ход организовывали путем уменьшения расхода угля намеренно, например, при выплавке чугуна для изготовления закаленных отливок или при переходе от выплавки серого чугуна к выплавке белого.

### ИЗ ПУШКИ ПО «КОЗЛУ»

При похолодании печи «сырой» ход переходил в «стылый». Через фурмы становились видны длинные «сосульки» и остывающий красный уголь. Шихтовые материалы не опускались равномерно, а долго держались без осадки, после чего резко оседали – «ухали». Нижний горн загромождался настылями, «жуками» и «заскулинами», а вытекающий

малоуглеродистый чугун, называемый «кавардак», застывал в виде пористой массы сразу после выпуска.

Довести печь до такого серьезного расстройтва называлось «посадить козла» – под «козлом» подразумевалась попавшая в горн невосстановленной рудой. Для устранения этого расстройтва требовался постепенный нагрев печи до полного расплавления всех застывших конгломератов и нормализации хода.

Если же печь уже совсем «не принимала дутья», приходилось ее частично разбирать, извлекать все материалы, ремонтировать или перестраивать заново. При этом наибольшую проблему составляло извлечение «козла». В конце XIX в., когда печи значительно увеличились в размерах, «козел» иногда даже взрывали динамитом и есть сведения, что на одном из заводов в США даже расстреливали прямой наводкой из пушки.

Не только похолодание, но и перегрев представлял значительную проблему. При узком и высоком горне повышение расхода и давления дутья сверх оптимального значения создавало условия для восстановления кремния и образования темно-серого чугуна. Такой режим работы приводил к повышенному расходу топлива (позднее таким образом стали выплавлять чугун для бессемеровских конвертеров). При еще более значительном увеличении температуры начинался «переспелый» ход, при котором не только непроизводительно расходовалось топливо, но и возникала опасность повреждения кладки горна.

### ЛИТЕЙНЫЙ ДВОР

При накоплении в горне чугуна, несколько человек большим железным ломом перемешивали содержимое горна. Необходимость этой операции была вызвана недостатком тепла в горне, из-за чего чугун иногда приваривался («примерзал») к лещади. Кроме того, со стен горна специальной кочергой сбивались железные наросты – «жуки».

Затем с помощью обмазанного глиной железного ковша отбиралась проба, которая отливалась в песок. При этом оценивались литейные свойства, а также вид излома (цвет и зернистость). Если чугун признавался «добрым» для тех целей, для которых он предназначался, минут на 10 пускалось дутье, а затем начинался его выпуск, в противном же случае чугун доводился до нужной кондиции соответствующими приемами.

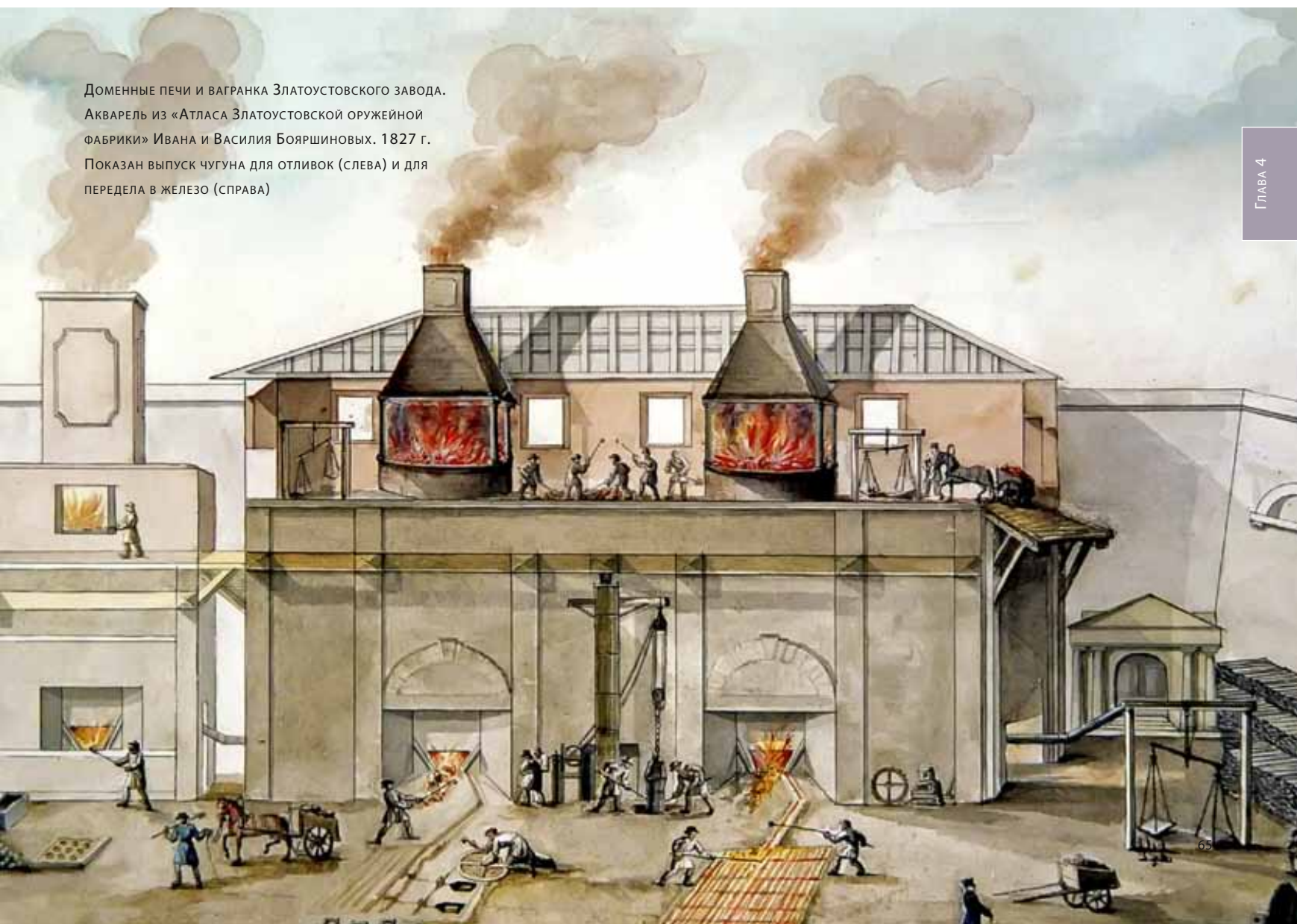
Перед выпуском на литейном дворе поправляли песчаные борозды-желоба для транспортировки и отливки чугуна. После этого прекращали подачу дутья для предотвращения выбивания из горна пламени, фурму закрывали железной доской, чтобы предотвратить выход из горна взрывоопасного газа; в пороге пробивали забитое до этого песком отверстие, а с началом выпуска фурму опять отпирали.





Чугунные заготовки для передела в железо в «валлонских» кричных горнах

Доменные печи и вагранка Златоустовского завода.  
Акварель из «Атласа Златоустовской оружейной  
фабрики» Ивана и Василия Бояршиновых. 1827 г.  
Показан выпуск чугуна для отливок (слева) и для  
передела в железо (справа)





ФОРМА ДЛЯ ОТЛИВКИ  
И ПОЛУЧАЕМЫЕ В НЕЙ  
ЧУГУННЫЕ ЗАГОТОВКИ  
ДЛЯ ПЕРЕДЕЛА В ЖЕЛЕ-  
ЗО В «ЛАНКАШИРСКИХ»  
КРИЧНЫХ ГОРНАХ



Поскольку вместе с чугуном неминуемо вытекало какое-то количество шлака, для его отделения поверх главного желоба клали большой кусок застывшего шлака: чугун проходил по желобу ниже него, а шлак задерживался и отводился в сторону. Чугун заполнял борозды, застывая в виде отливок («штыков»).

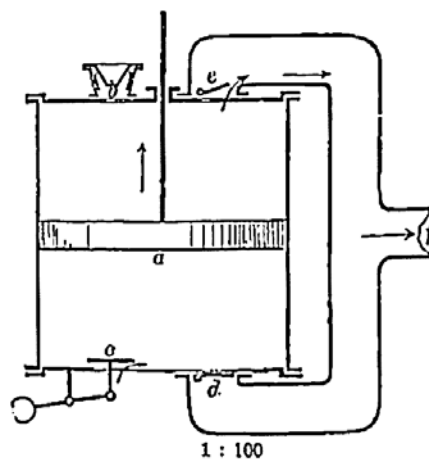
После окончания выпуска фурму опять закрывали, отверстие в пороге забивали песком, отбивали застывший у порога и на стенках горна шлак, затем чистили горн, заполняли его углем и запирали передовое отверстие влажным «мусором». В сутки выпуск производился обычно три раза; один выпуск давал до 3 т чугуна.

Чугун в виде «штыков» использовался для передела в железо. В случае выплавки чугуна для литейных нужд, бо-

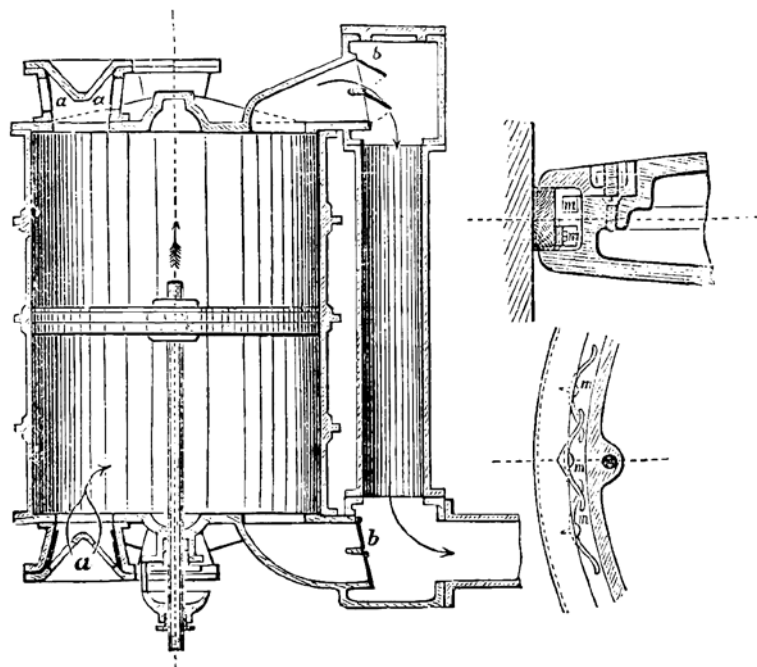
розды, по которым тек чугун, сообщались с литейными формами. Модели небольших отливок (наковален, молотов и т.п.) отпечатывали в песке, и к полученным выемкам подводили небольшой канал, запираемый чугунной доской. Для отливки мелких вещей в опоках чугун в них заливали из желоба железными ковшами, обмазанными глиной.

### ДМЕНИЕ ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

До середины XVIII в. для подачи в печь дутья использовались исключительно клинчатые мехи, представляющие собой две широкие доски клинообразной формы, соединенные кожей. В нижней доске имелся клапан, через который в мехи при их расширении поступал воздух. При обратном ходе клапан запирался, и воздух выходил из мехов через сопло. Мехи использовались по-



Принцип действия  
«двудвухных»  
цилиндрических мехов







Водяное колесо для привода доменных мехов.

Современная реплика средневековой доменной печи XIV века (экспериментально-археологическая площадка Nya Lärnhyttan, Швеция)

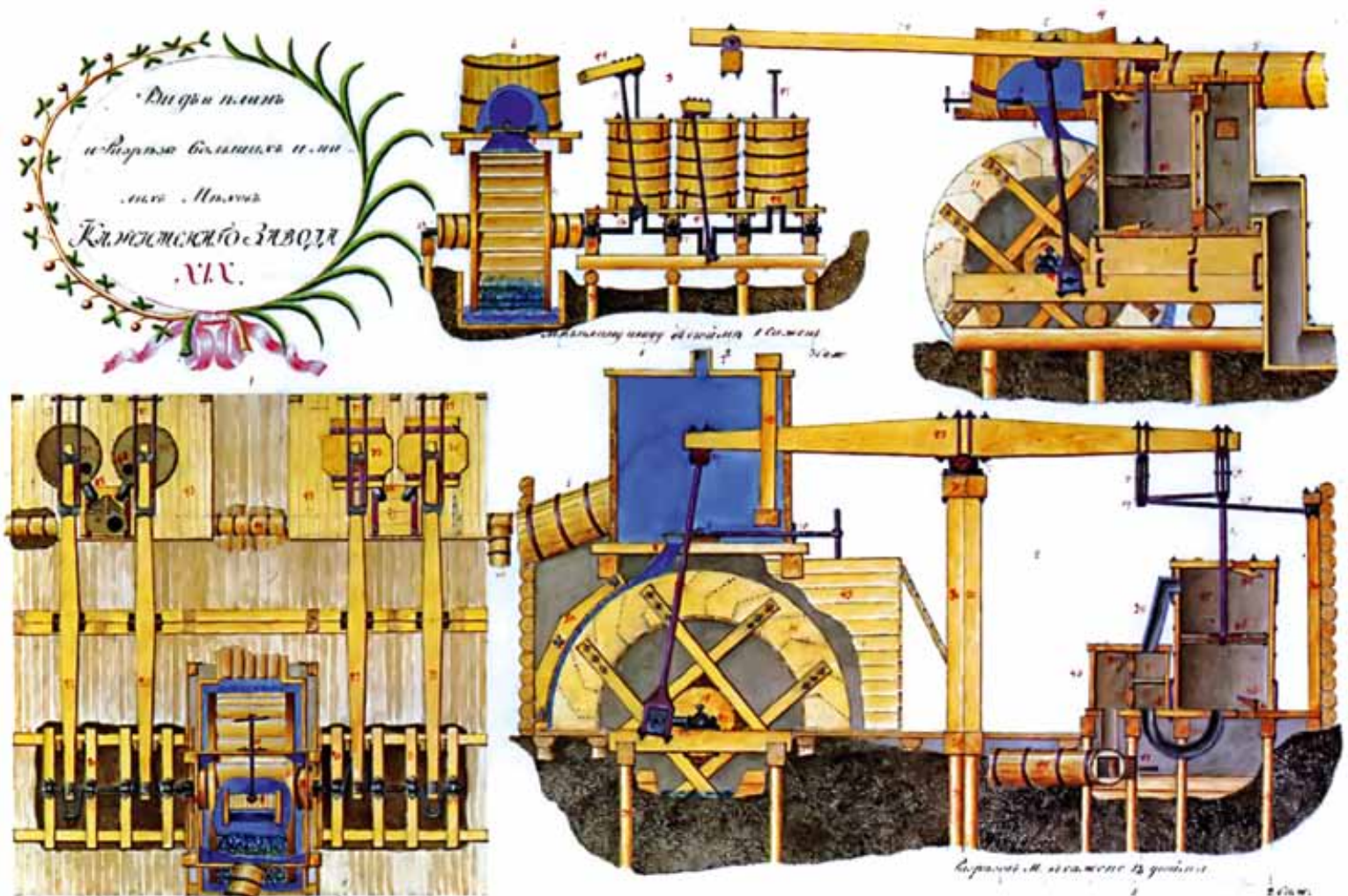




Вал, приводимый  
от водяного  
колеса, и кожа-  
ные меха для  
подачи дутья в  
доменную печь.  
SAUGUS IRON  
WORKS, США.  
Фото D. ELKINS



Цилиндрические двудвухные мехи («кади»). Кажимский завод,  
Вологодская губерния. 1820-е гг. (из сборника документов и материалов  
«Металлургическая промышленность России первой половины XIX в.»  
под ред. Н.М. Арсентьева. – Саранск, 2006)





Цилиндрические мехи с приводом от водяного колеса (доменная печь в Энгельсберге (Ängelsberg), Швеция)



парно и работали в противофазе для обеспечения непрерывности подачи дутья.

На смену клинчатым мехам пришли деревянные поршневые (ящичные или цилиндрические) мехи сначала одинарного, а затем и двойного действия («однодувные» и «двудувные», как называли их в России). Однодувные мехи представляли собой емкость с поршнем, вытесняющим воздух, и клапаном, препятствующим обратному ходу засасываемого в емкость воздуха.

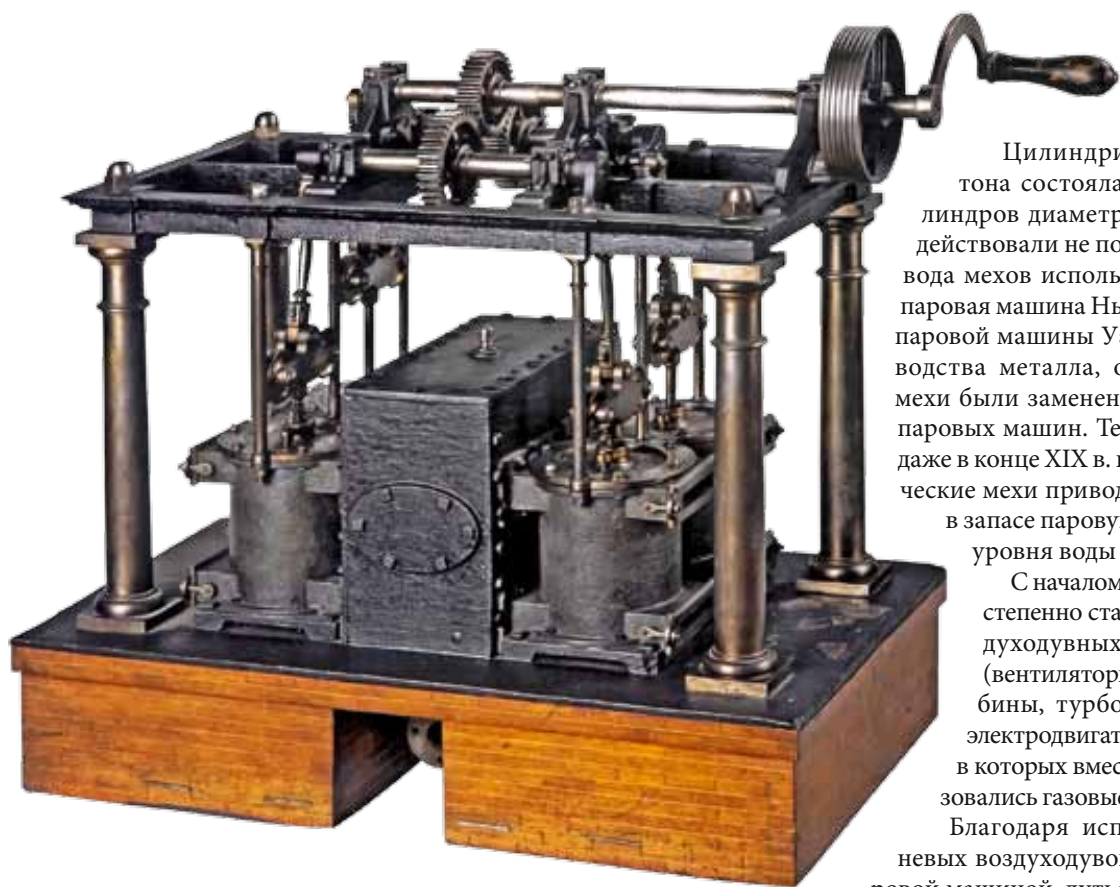
Принцип действия двудувных мехов был таким же, но конструкция их была более совершенна (аналогична конструкции китайских мехов): внутри емкости перемещался поршень, который одновременно вытеснял воздух из одной ее части и засасывал в другую, соответственно, использовались два клапана. Такая конструкция существенно повышала эффективность работы мехов и увеличивала количество подаваемого в печь воздуха.

Появление и распространение ящичных или цилиндрических мехов было связано с переходом к использованию кокса (из-за его меньшей горючести) и лишь затем их стали применять для подачи воздуха в древесноугольные доменные печи.

Цилиндрические мехи с водяным приводом и доменная печь, построенная по шотландскому образцу. Александровский завод, Петрозаводск, 1787 г. Модель. Экспонат Горного музея СПбГИ







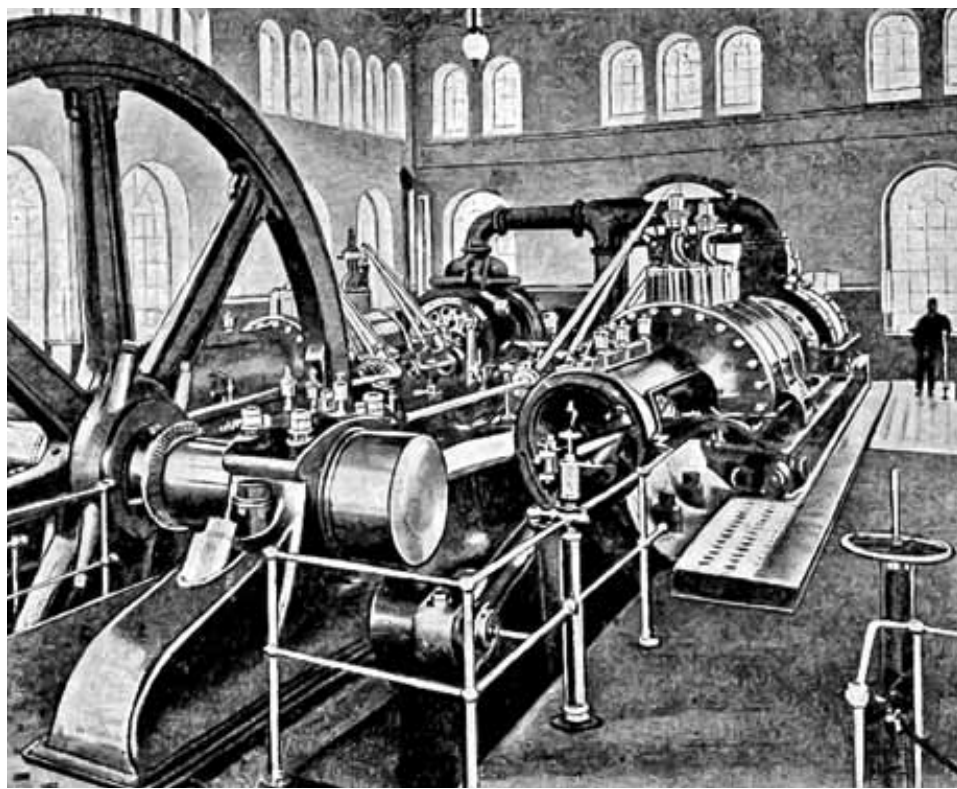
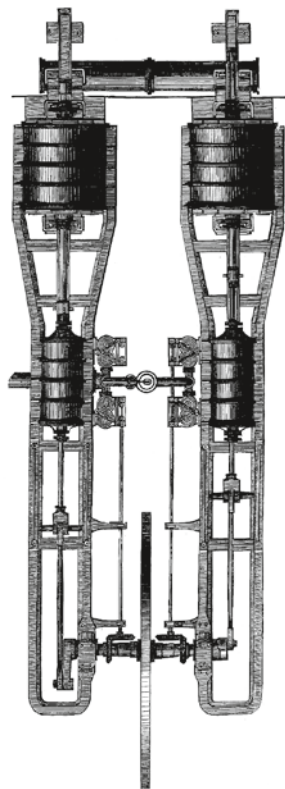
Цилиндрическая воздуходувка Смитона состояла из четырех однодвухных цилиндров диаметром 1,37 м, причем цилиндры действовали не попарно, а поочередно. Для привода мехов использовалось водяное колесо или паровая машина Ньюкомена. С распространением паровой машины Уатта и ростом объемов производства металла, однодвухные цилиндрические мехи были заменены двудвухными с приводом от паровых машин. Тем не менее, в целях экономии даже в конце XIX в. на небольших печах цилиндрические мехи приводили от водяного колеса, имея в запасе паровую машину на случай снижения уровня воды в заводском пруду.

С началом XX в. в заводской практике постепенно стали появляться новые типы воздуходувных машин: турбовоздуходувки (вентиляторы) с приводом от паровой турбины, турбовоздуходувки с приводом от электродвигателя и поршневые воздуходувки, в которых вместо паровых цилиндров использовались газовые (внутреннего сгорания).

Благодаря использованию мощных поршневых воздуходувок, приводимых в действие паровой машиной, дутье в доменные печи стали подавать через несколько фурм.

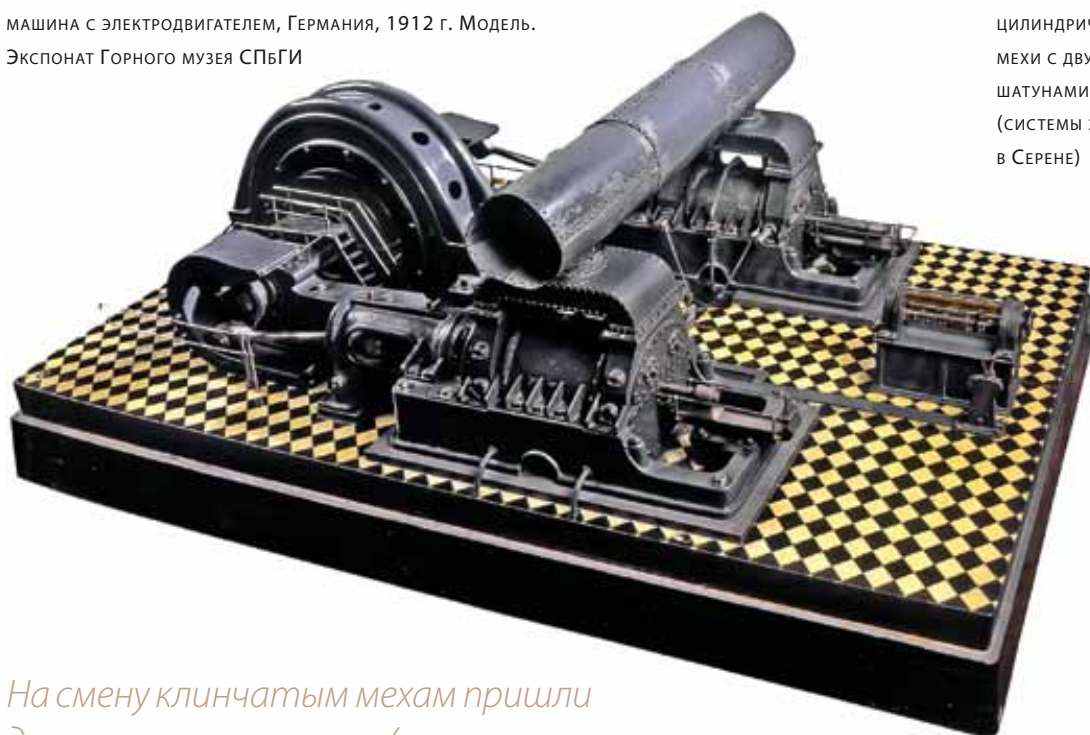
Цилиндрические «двудвухные» мехи, 1838 г.  
Модель. Экспонат Горного музея СПбГИ

«Лежачие» цилиндрические мехи (располагаются горизонтально, каждый воздушный цилиндр приводится штоком от собственного парового цилиндра, для повышения плавности движения используется маховик)

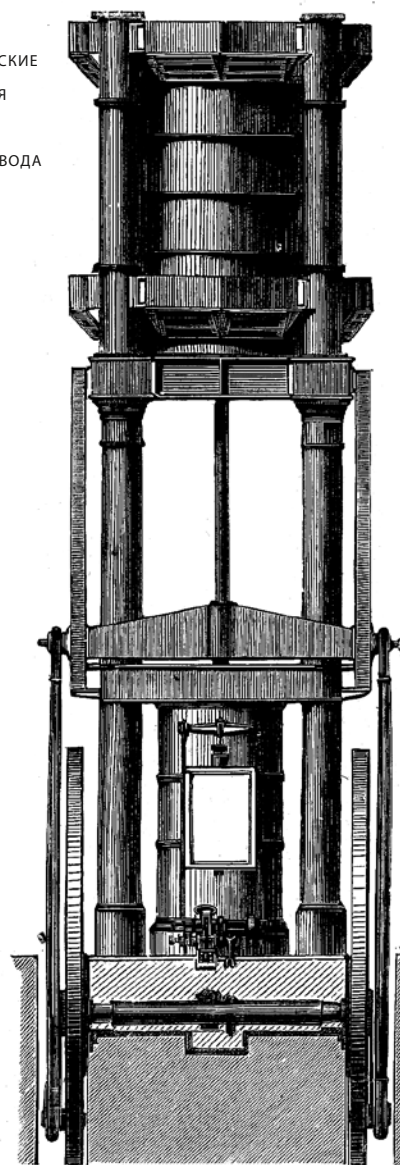




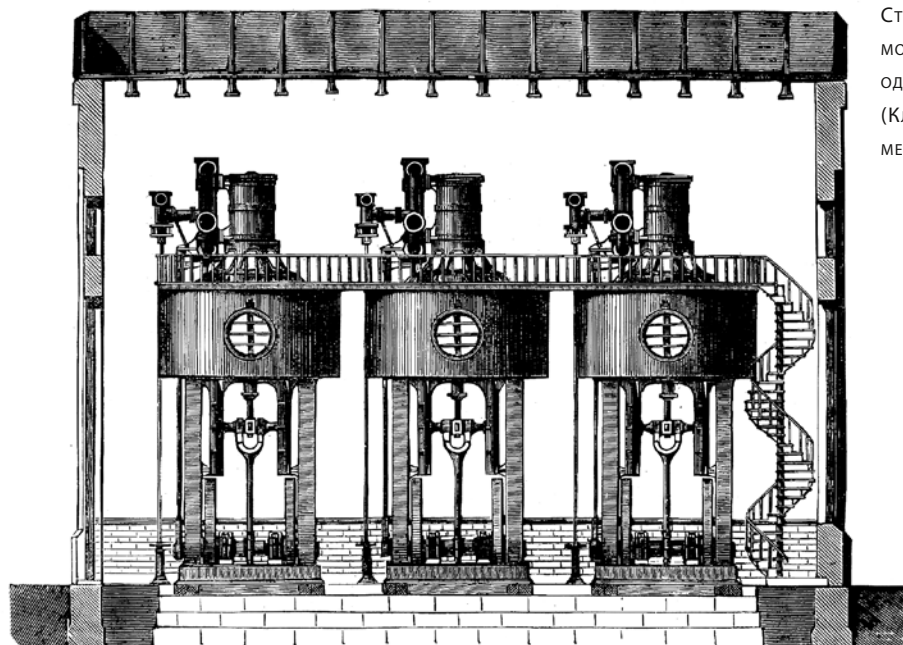
Сдвоенная доменная цилиндрическая воздуходушная машина с электродвигателем, Германия, 1912 г. Модель. Экспонат Горного музея СПбГИ



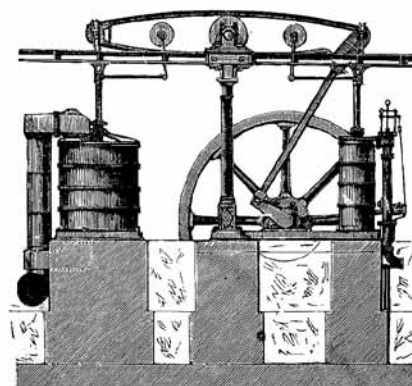
«Стоячие» цилиндрические мехи с двумя шатунами (системы завода в СЕРЕНЕ)



На смену клинчатым мехам пришли деревянные поршневые (ящичные или цилиндрические) мехи сначала одинарного, а затем и двойного действия («однодувные» и «двудувные», как называли их в России).



Стоячие мехи прямого действия с одним шатуном (Кливлендские мехи)



Цилиндрические мехи с балансирующим коромыслом

## ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫЙ ШОТЛАНДЕЦ

Инновацией кардинально изменившей доменный процесс стал нагрев подаваемого в печь дутья. Первое предложение о нагреве дутья было сделано в 1822 г. Е.Ф. Леюксом, однако честь называться основоположником этого направления принадлежит Джеймсу Бомонту Нилсону.

Родился Нилсон в шотландской деревне Шеттлстон, в трех милях восточнее Глазго (сейчас это район Глазго), 22 июня 1792 г. Он получил «классическое» для небогатого шотландца того времени образование, окончив приходскую школу и отработав механиком на различных горных машинах.

В 1819 г. Нилсону удалось выиграть конкурс у 18 других соискателей и получить место смотрителя работ по сооружению газового завода в Глазго на пять лет с приличным жалованием. По-видимому, работодатели были удовлетворены результатами его работы, поскольку еще до окончания срока договор был перезаключен еще на шесть лет, а жалование со временем увеличилось более



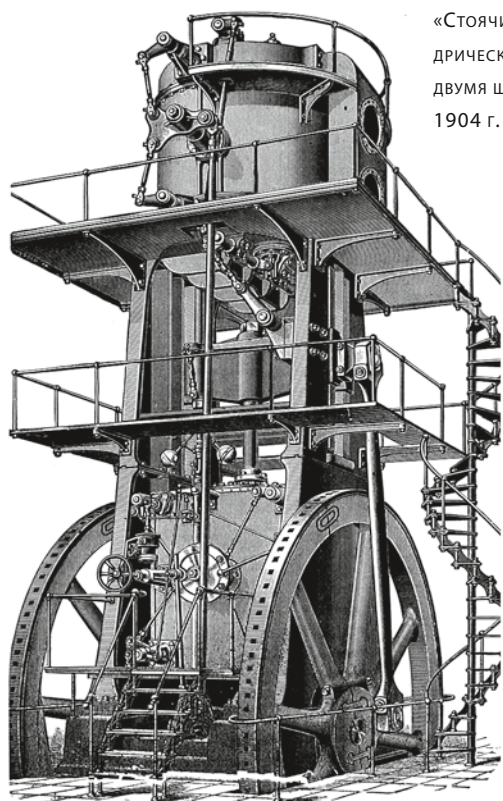
Джеймс Бомонт Нилсон и монумент в его честь (воздвигнут его сыном, Уолтером Монтгомери Нилсоном, в 1883 г.)

чем в четыре раза. На должности управляющего Нилсон оставался почти три десятка лет, до 1847 г., за это время значительно расширив завод, и построив еще два.

Нилсон непрерывно повышал свое образование, слушая курсы химии, высшей математики и естественной философии в Университете Андерсона в Глазго.

## КАВЕРЗНЫЙ ВОПРОС

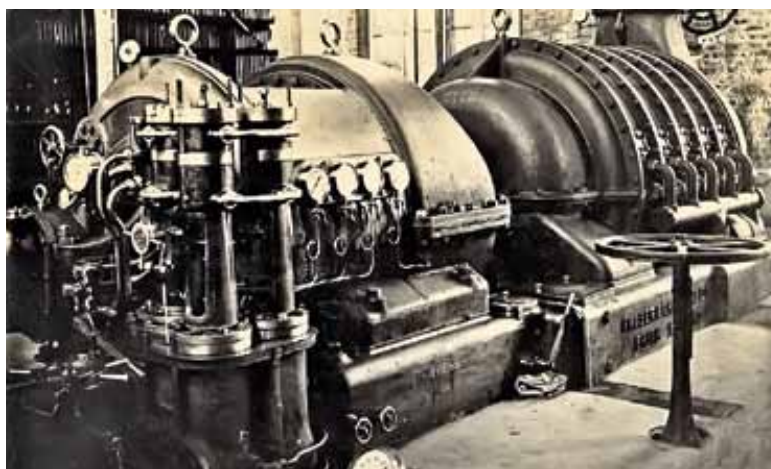
Путь Джеймса Нилсона в историю начался с практического вопроса, заданного ему неким железозаводчиком, которого интересовало, не является ли причиной частых расстройств хода доменных печей в сырую погоду присутствие в воздухе серы (на которую металлурги списывали едва ли не все неудачи, причем под серой понимался самый широкий спектр веществ)?



«Стоячие» цилиндрические мехи с двумя шатунами, 1904 г.



Газовая воздуходушная машина



Турбовоздуходувка. Завод компании ВНР, Нью-касл, Австралия (передняя часть – паровая турбина, задняя – рабочие колеса)



По мнению Нилсона, корень проблемы был не в алхимической «сере», а в кислороде и влаге: зимой, когда печи работали стабильно, концентрация первого была выше, а второй – ниже. Для улучшения хода доменных печей Нилсон предложил повысить концентрацию во вдвухаемом воздухе кислорода и осушать его, пропуская через резервуар с известью. Через несколько лет ту же идею высказал (и даже запатентовал) Генри Бессемер, однако на практике повышение концентрации кислорода в дутье было осуществлено только в 1950-х гг., когда научились получать кислород в промышленных масштабах.

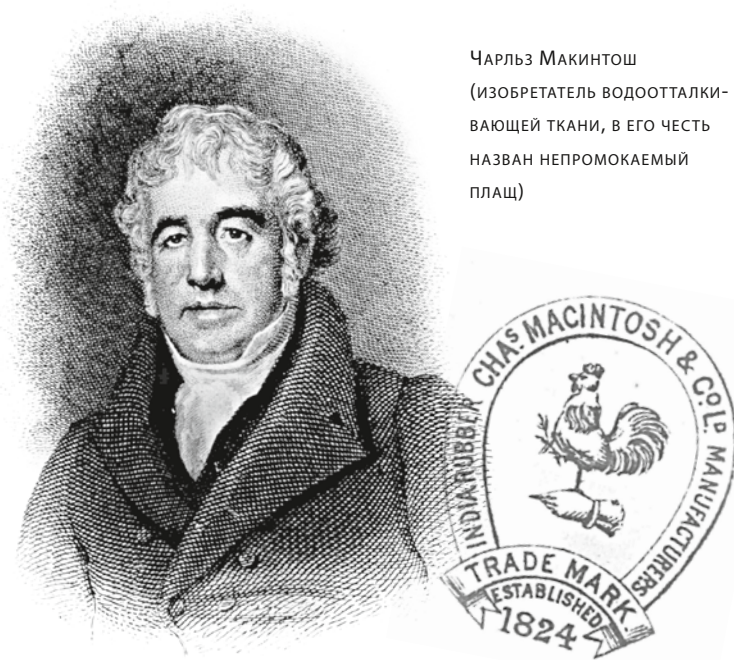
Однако это были лишь первые теоретические рассуждения. Поводом к началу практических изысканий послужило обращение к Нилсону другого предпринимателя, Джеймса Эуина. По какой-то причине одна из воздуходувных машин Эуина находилась в полумиле от доменной печи, что, по понятным причинам, приводило к низкой эффективности ее работы. Для решения проблемы Нилсон предложил пропускать воздух через раскаленный сосуд, в результате чего его давление должно было возрасти, а интенсивность дутья, соответственно, повыситься.

Проведя опыт, Нилсон обнаружил, что горение газа, смешиваемого с нагретым воздухом, происходит значительно интенсивнее. Аналогичный опыт с раздуванием кузнечного горна нагретым воздухом также показал, что степень жара значительно возросла. Получив выдающиеся результаты при помощи простейших опытов, Нилсон стремился как можно скорее проверить их на промышленной доменной печи, однако «убедить железодельцев в необходимости вдвухать в печь нагретый воздух было еще сложнее, чем убедить крестьян из дальних шотландских деревень в пользе образования».

В самом деле, зачем делать то, во вреде чего убеждает повседневная практика? Ведь зимой печи работают лучше, чем летом – большинство были уверены, что сам холод положительно влияет на ход плавки. Поэтому регуляторы, аккумулирующие сжатый воздух от цилиндров, красили в белый цвет, а воздухопроводы проводили через резервуары с холодной водой или обкладывали льдом. Через некоторое время владельцы завода Клайд все же разрешили Нилсону провести несложный опыт на одной из печей. Нагрев дутья всего до 25 °C показал значительное снижение содержания железа в шлаке.

### ГЛОБАЛЬНОЕ ДОМЕННОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

Поскольку направление было явно перспективным, Нилсону было необходимо утвердить свой приоритет и продолжать работу, для чего в 1828 г. он взял на свой способ патент на 14 лет. Однако проблема заключалась в том, что изобретатель не имел капитала ни для внедрения своего изобретения, ни для защиты патента в суде в случае его оспаривания. Требовались «венчурные инвесторы», ко-



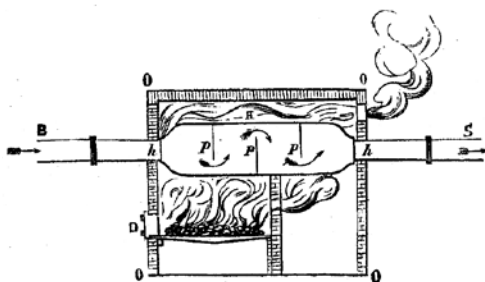
Чарльз Макинтош  
(изобретатель водоотталки-  
вающей ткани, в его честь  
назван непромокаемый  
плащ)

торыми стали Чарльз Макинтош (изобретатель водоотталкивающей ткани, в его честь назван непромокаемый плащ), Колин Данлоп, Джон Уилсон. В качестве стратегии было выбрано максимальное распространение инновации. С этой целью роялти с тонны выплавленного с применением нагретого дутья металла составляла не более шиллинга.

Были продолжены, уже в промышленных масштабах, опыты по использованию нагретого дутья на заводах Клайд и Калдер, которые показали, что при нагреве дутья до 150 °C удельный расход топлива снижается на треть, а, кроме того, вместо кокса можно использовать неподготовленный каменный уголь.

Буквально за несколько лет нововведение распространилось по всей Шотландии, а затем было применено на большинстве заводов Англии и Уэльса. К 1840 г. лицензию на использование нагретого дутья приобрели десятки британских промышленников, а роялти составило 30 тыс. фунтов стерлингов. Однако до обеспечения старости с собственным имением, большой семьей, благотворительностью и признанием научных и инженерных обществ Нилсону было еще далеко. Уже в 1832 г. последовало первое патентное разбирательство, а в 1839 г. патент Нилсона оспаривали едва ли не все железопромышленники Шотландии разом. Это было связано с тем, что только с использованием нагретого дутья можно было перерабатывать местную руду – так называемый углистый железняк.

Дело длилось в течение пяти лет, трижды рассматривалось судом присяжных, трижды подавалась апелляция в Палату Лордов, а затрачено на него было, по самым скромным оценкам, 40 тыс. фунтов стерлингов. Впрочем,



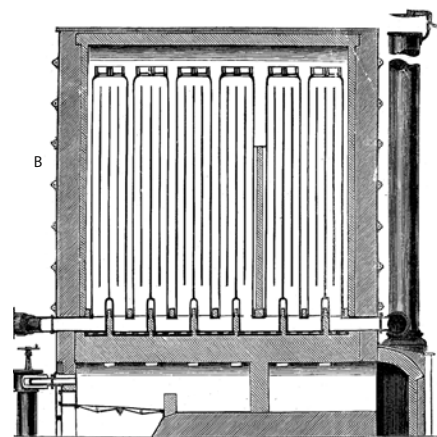
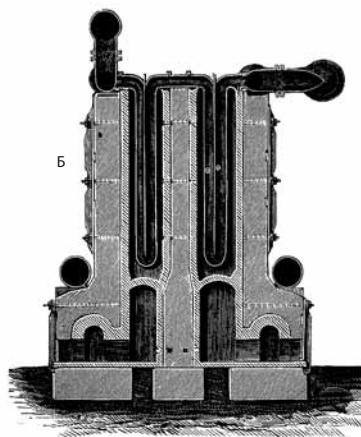
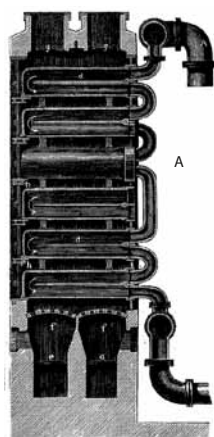
Воздухонагреватель Нилсона

бренда Нилсон инвестировал примерно две трети прибыли, которую оно ему принесло, оставшаяся треть составила вполне приличный капитал. В 1851 г. Нилсон купил имение Квинсхилл, в нем он и скончался 18 января 1865 г.

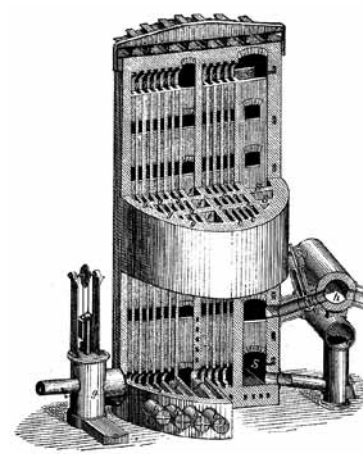
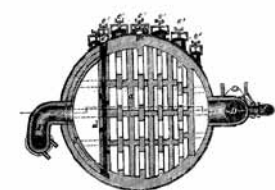
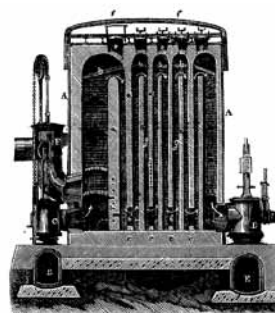
### ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ

Первоначальная конструкция воздухонагревательной печи, разработанная Нилсоном, представляла собой небольшую железную камеру, установленную на кирпичной кладке. Впоследствии камера была заменена чугунной ретортой, внутри которой были установлены перегородки, изменявшие направление движения воздуха с целью увеличения пути его движения и улучшения нагрева. Затем на смену конструкции Нилсона пришли воздухонагреватели с чугунными трубами, помещенными внутри кирпичной камеры, в которой происходило горение. Трубчатые воздухонагреватели подразделялись на аппараты с «лежачими», «висячими» и «стоячими» трубами. Для отопления стали применять колошниковые газы. Впервые это было осуществлено вюртембергским металлургом Фабер-дю-Фором.

Воздухонагреватели с чугунными трубами имели два существенных недостатка, которые обусловили их уход с «исторической арены». Во-первых, они позволяли нагреть дутье самое большее до 550 °С, в то время как уже к концу XIX в. зачастую требовался нагрев до 700-800 °С (особенно при выплавке ферросплавов). Во-вторых, чугун довольно быстро окислялся, в результате чего трубы становились ломкими, а их теплопроводность в значительной мере снижалась. Из-за этого даже нагрев в 500 °С невозможно было обеспечивать в течение продолжительного времени. Поэтому воздухонагреватели с чугунными трубами были постепенно вытеснены регенеративными или, как их тогда называли, каменными



Воздухонагреватели с чугунными трубами (А – с «лежачими» трубами; Б – с «висячими» трубами; В – со «стоячими» трубами)



Начальная конструкция воздухонагревателя Уитвела

воздухонагревателями. Их работа основывалась на принципе регенерации тепла, который был разработан братьями Сименс и практически сразу же применен в конструкции воздухонагревателя Эдуардом Каупером.

В регенеративных воздухонагревателях дутье пропускается через камеру, заполненную решетчатой кладкой из огнеупорных кирпичей, которая предварительно нагревается потоком газообразных продуктов сгорания топлива. Периодически потоки движения газов и воздуха меняются, при этом дутье направляется через другую предварительно нагретую камеру, а поток горячих газов вновь направляется в первую камеру. Для улучшения условий теплообмена кирпичам стали придавать специальную форму, при которой их удельная поверхность максимальна. Европейские доменные печи, как правило, снабжались тремя кауперами, а американские – четырьмя.









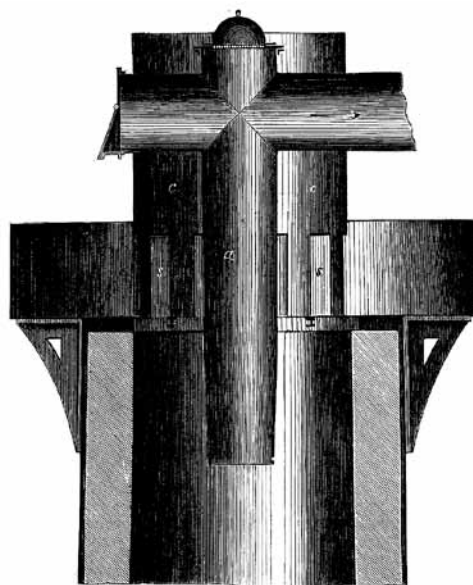
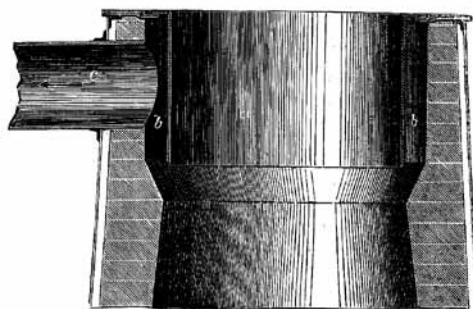
Загрузка шихты и плавка в печи с открытым колошником. Реплика средневековой доменной печи XIV века  
(Экспериментально-археологическая площадка Nya Lapphyttan, Швеция)

## УЛАВЛИВАТЬ И РАСПРЕДЕЛЯТЬ

На протяжении многих веков доменная печь была открыта сверху, и доменные (колошниковые) газы выбрасывались в атмосферу, сгорая при соприкосновении с воздухом и озаряя округу живописными сполохами.

Первые попытки использования теплового потенциала доменных газов заключались в том, что на колошнике сооружались приспособления, позволявшие использовать их тепло для обжига руды или литейных форм. Так, доменные печи построенного в самом начале XIX в. Златоустовского завода имели на колошнике устройства для обжига руды, а на французском заводе в департаменте Шер его владелец Оберто соорудил на колошнике доменной печи устройства для обжига известняка и кирпичей, а также цементации железа. В Великобритании пионером в области использования доменного газа был Джеймс Палмер Будд, владелец завода Исталифера в Сванси.

Серьезный толчок использованию колошниковых газов дало развитие химии, благодаря успехам которой и, в



Газоуловитель Дарби или  
«ЦЕНТРАЛЬНАЯ ГАЗОВАЯ ТРУБА»

частности, работам Роберта Вильгельма Бунзена во второй четверти XIX в. было установлено, что он примерно на четверть состоит из монооксида углерода, т.е. является не только теплоносителем, но и калорийным топливом.

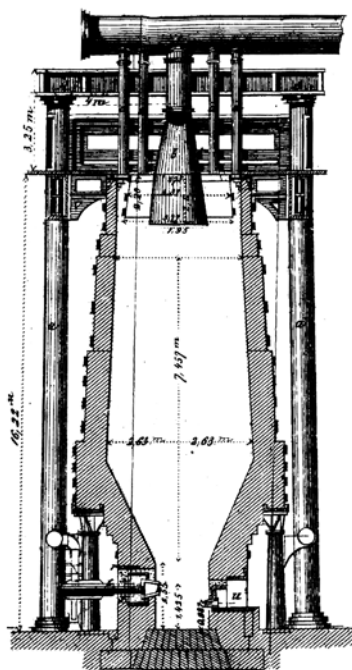
Первенство в использовании химического потенциала колошниковых газов принадлежит Фабер-дю-Форю, который в 1837 г. провел первые успешные опыты по отводу несгоревшего колошниковых газов из доменной печи. Способ Фабер-дю-Фора заключался в отводе газа ниже уровня засыпи шихтовых материалов, где он еще не вступал в реакцию с кислородом воздуха. Для этого в кладке шахты предусматривались расположенные равномерно по окружности отверстия, по которым газ попадал в кольцевой канал и далее отводился к месту использования. Среди такого рода газоотводящих устройств наибольшее распространение получили конструкции Пфорта и Дарби, разработанные в 1842 г.

Для организации отвода газов колошник закрыли крышкой, которая герметизировалась с помощью водяного затвора и поднималась и опускалась



посредством цепи, соединенной с системой противовесов и рычагов. Однако вариант, когда колошник просто закрывался крышкой, не обеспечивал равномерности отвода газа, который во время загрузки уходил в атмосферу. Поэтому в дальнейшем распространение получили газоуловители, комбинированные с засыпными аппаратами конструкции «воронка-конус». Они обеспечивали быстрое поступление материалов в печь и, следовательно, минимальные потери газа в ходе операции загрузки. Первым аппаратом такого типа была «воронка Парри», примененная в 1850 г. на заводе в Эббв-Вэйл.

У газоуловителя Парри имелась неподвижная воронка, в которую засыпались шихтовые материалы, и подвижный конус, больший ее в диаметре, который мог опускаться внутрь



Отвод колошниковых газов центральной и боковыми трубами (печь завода ILSIEDER-HUTTE, 1870-е гг.)

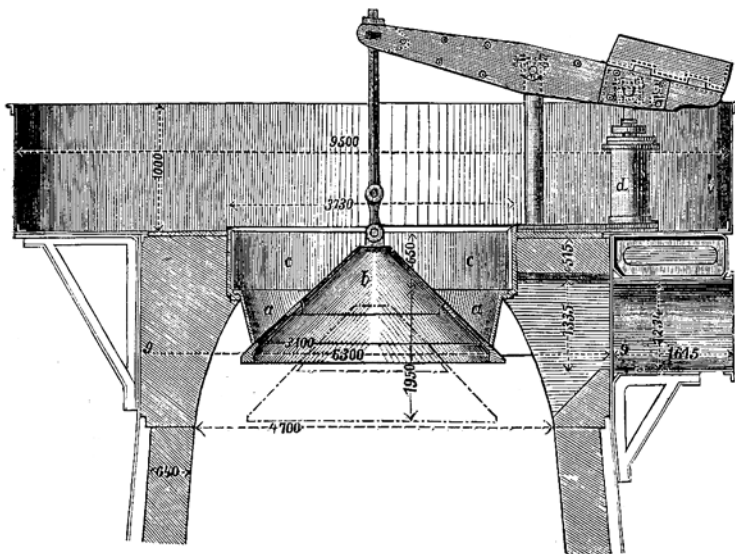
печи, пропуская материалы, а затем возвращаться в исходное положение, запирая колошник.

С переходом к постоянно закрытому колошнику возникла проблема распределения материалов при их засыпании. Если раньше, на печах с открытым колошником, рабочие ссыпали (лотком на небольших печах и тележкой на крупных) руду и флюс ближе к стенкам, а топливо преимущественно в центр, то при опускании конуса все материалы скользили по нему в сторону стенок.

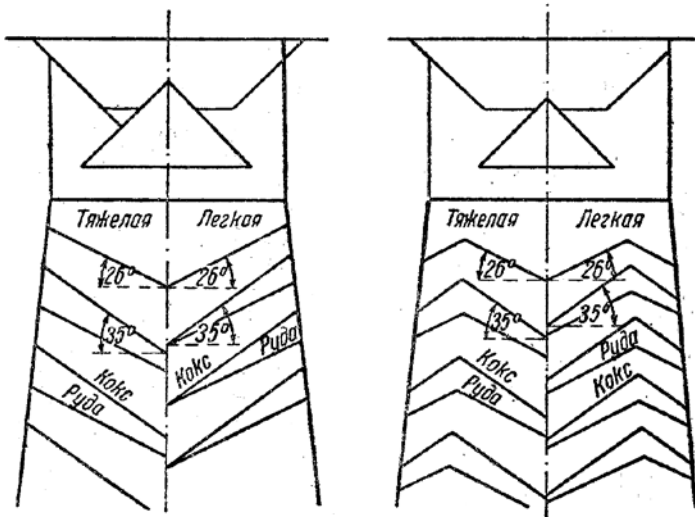
Поскольку правильное распределение материалов было необходимо для организации ровного хода печи, с «закрытием» колошника для распределения стали использовать



Пер Хиллестрем.  
Колошниковая площадка доменной  
печи на заводе в Беркинге  
близ Форсмарк-Брюка. 1792 г.



Газоуловитель конструкции Парри и распределитель материалов в зависимости от диаметра его конуса



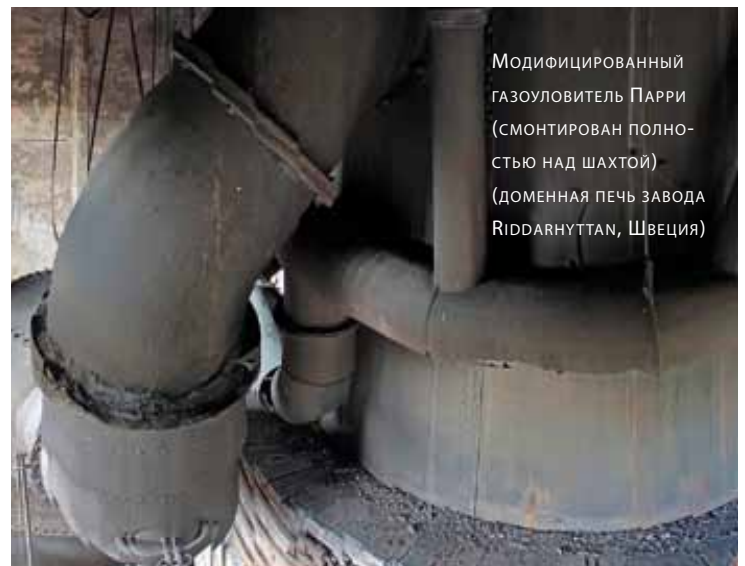
стены шахты. Вначале, когда уровень засыпи был еще низким, в печь загружали кокс, который, имея пространство для падения, отскакивал от стенок и попадал, в значительной степени, в центр печи. После этого засыпали руду и флюс, которые скатывались с конуса к стенкам и, так как уровень засыпи повышался во время загрузки кокса, оставались там. На характер распределения материалов также влияли угол наклона образующих конуса, его диаметр и величина порции материалов.

Такой простой, даже несколько примитивный способ распределения шихты применялся более ста лет, пока во второй половине XX в. не были разработаны и внедрены гибкие способы распределения. К ним относятся:



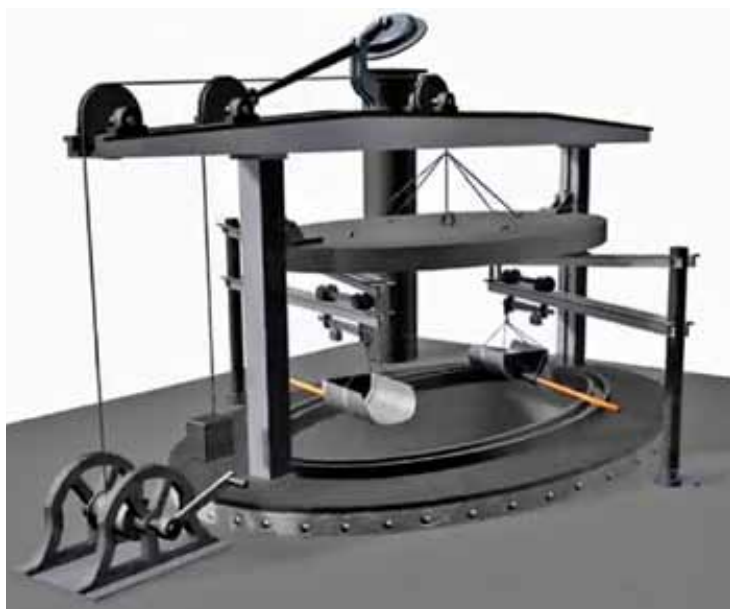
Колошниковая площадка с устройствами для взвешивания и засыпки шихтовых материалов и воронкой Парри (доменная печь завода RIDDARHYTTAN, Швеция)

- распределение при помощи подвижной защиты колошника (когда стенки верхней части шахты защищаются металлическими пластинами, наклон которых можно регулировать),
- распределение с помощью ротора (когда материалы сыплются на вращающийся по оси печи ротор, на котором закреплены лепестки, меняющие угол наклона),
- распределение с помощью лотка (наиболее эффективный способ, при котором материал сыпается по вращающемуся вокруг оси печи лотку, при этом угол наклона и скорость движения лотка можно регулировать).

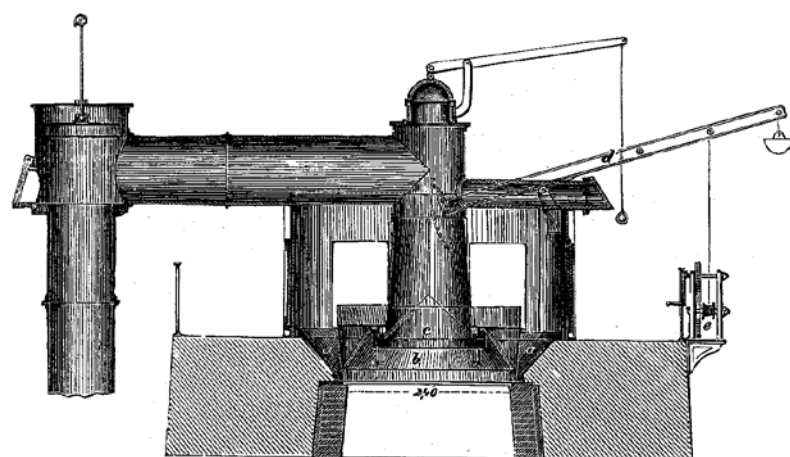


Модифицированный газоуловитель Парри (смонтирован полностью над шахтой) (доменная печь завода RIDDARHYTTAN, Швеция)



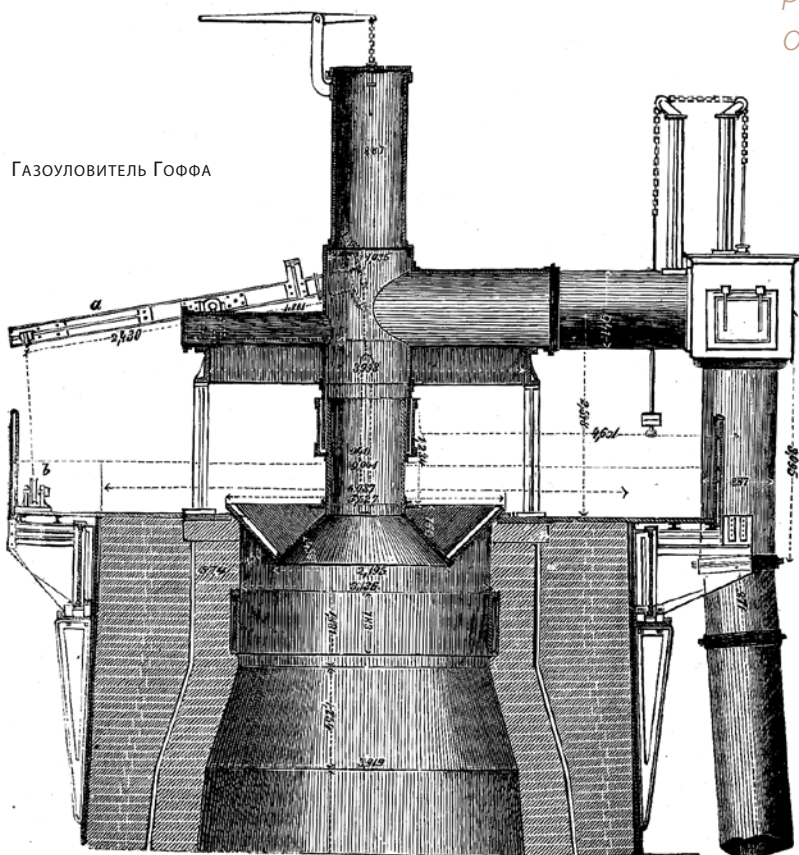


Загрузочная система на эллиптической печи. Нижний Тагил, 1870-е гг.  
3-мерная модель. Нижнетагильский музей-заповедник «Горнозаводской  
Урал»



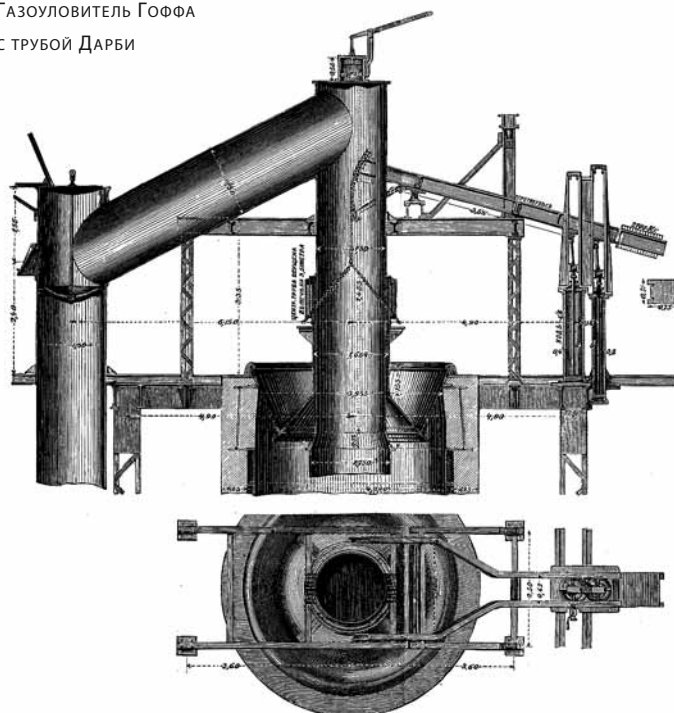
Газоуловитель (и засыпной аппарат) Лангена

*На протяжении многих веков доменная печь была открыта сверху, и доменные (колошниковые) газы выбрасывались в атмосферу, сгорая при соприкосновении с воздухом и озаряя округу живописными сполохами.*

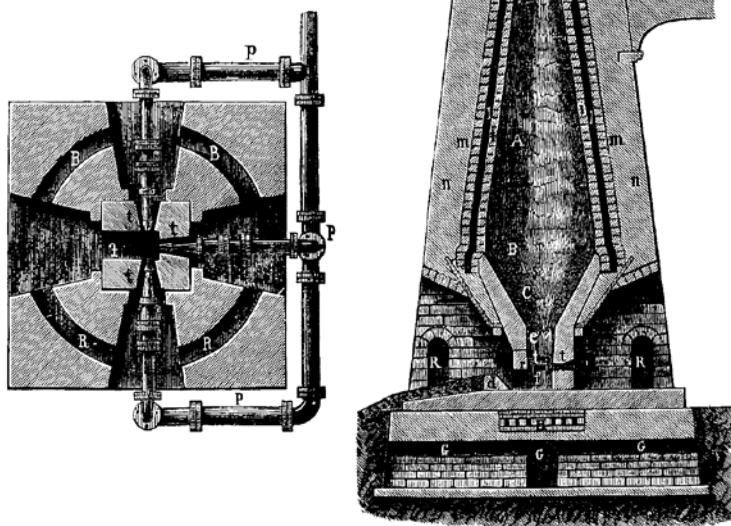


Газоуловитель Гоффа

Газоуловитель Гоффа  
с трубой Дарби



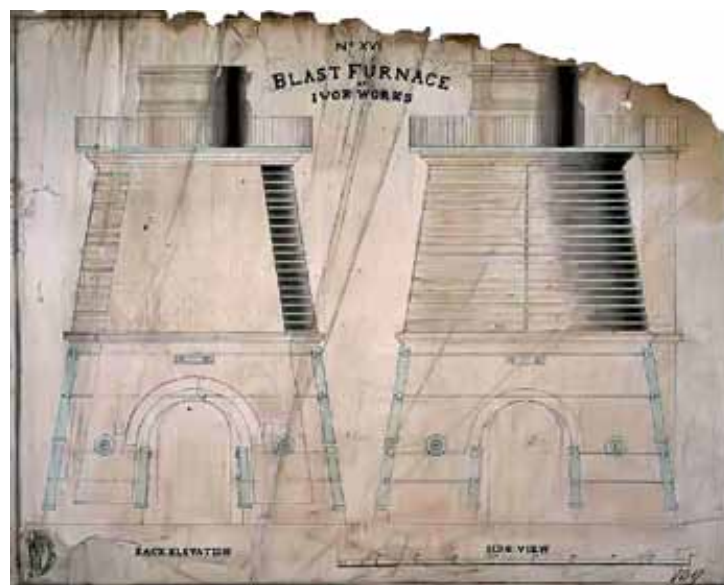
Мощная доменная печь с двойной шахтой и тремя фурмами, первая пол. XIX в.



### «ШОТЛАНДСКАЯ» ПЕЧЬ И «СВОБОДНАЯ» ШАХТА

С увеличением спроса на чугун размеры доменных печей быстро росли, строить массивный кожух становилось все менее удобно и все более затратно. В результате появились печи новой конструкции, у которых кирпичный кожух уменьшенной толщины опирался на угловые пилоны, отодвинутые от горна. В качестве вспомогательного усиливающего элемента использовались чугунные кольца и балки, передающие вес шахты и кожуха на угловые пилоны. Вскоре эти конструкции стали играть ключевую роль. Произошло это в середине XIX в. когда доменщики Шотландии, по выражению Ледебура, «впервые отказались от обычаев старины и стали сначала ограничивать по возможности размеры наружного кожуха, а затем вполне отбросили его, шахту поместили на чугунном кольце, опирающемся на колоннах, и окружив ее лишь железным кожухом».

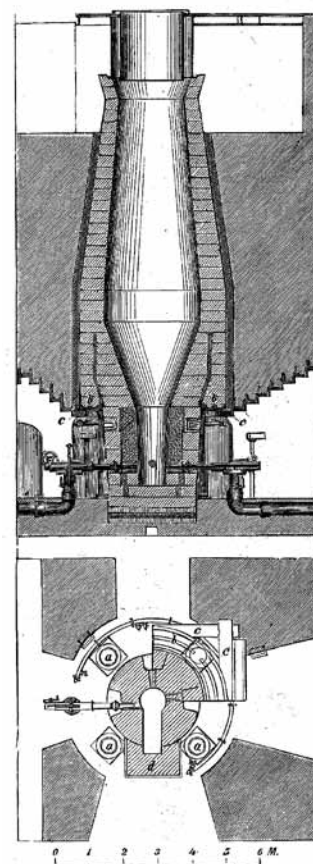
Новая конструкция печи, получившая название шотландской, стала настоящим прорывом в индустриальный



Конструкция доменной печи с опорой шахты на пилоны (доменная печь завода Ivor Works, Даулейс, Великобритания, 1843 г.)

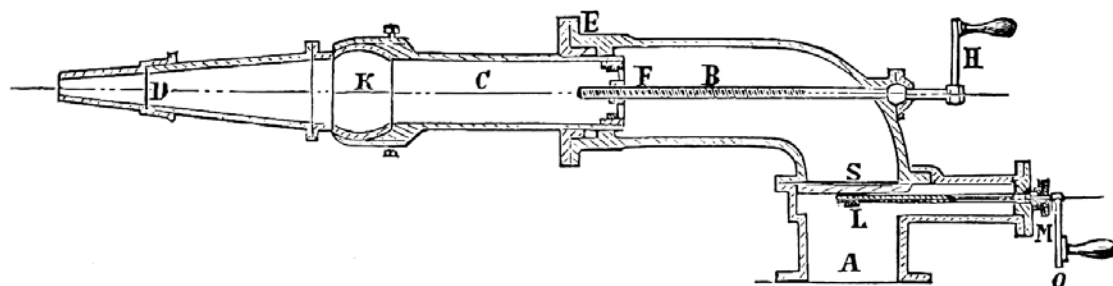
мир. Шотландские печи были дешевле в постройке и долговечнее в эксплуатации, чем печи традиционной конструкции, при этом ожидаемых большинством доменных техников увеличения расхода топлива и расстройств хода, связанных с потерей тепла, не происходило.

Шахта «шотландской» доменной печи опиралась на мощное чугунное кольцо («маратор»), которое собиралось из отдельных сегментов, соединяющихся между собой и крепящихся к опорным

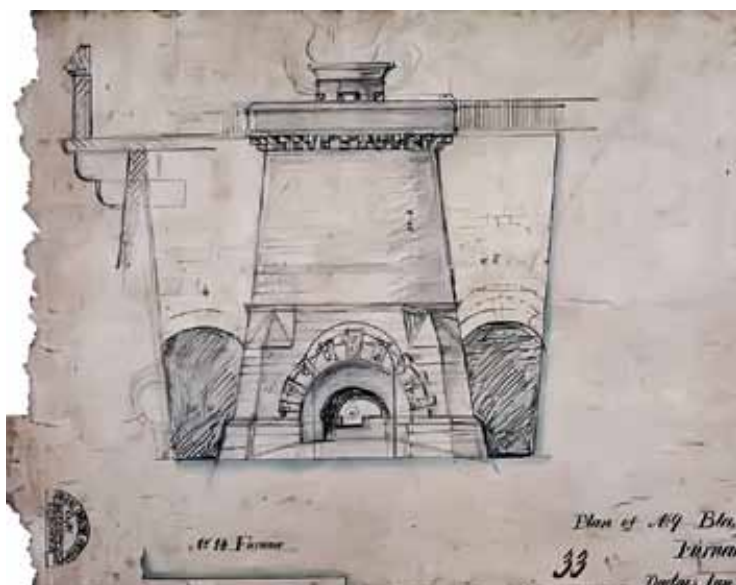


Конструкция доменной печи со свободно стоящим горном и толстым кирпичным кожухом (Ротехютн, Гарц, Германия, 1867 г.)

Воздухонудный «ФОНТАН» и сопло





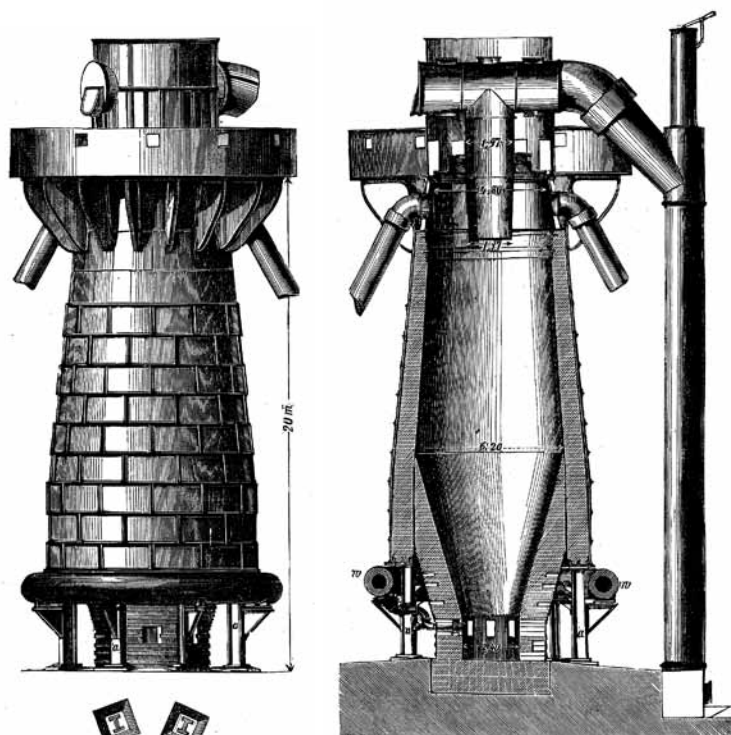


Переходная конструкция доменной печи с опорой шахты на пилоны и уменьшенной толщиной кожуха (завод Iron Works, Даулейс, Великобритания, ок. 1870 г.)



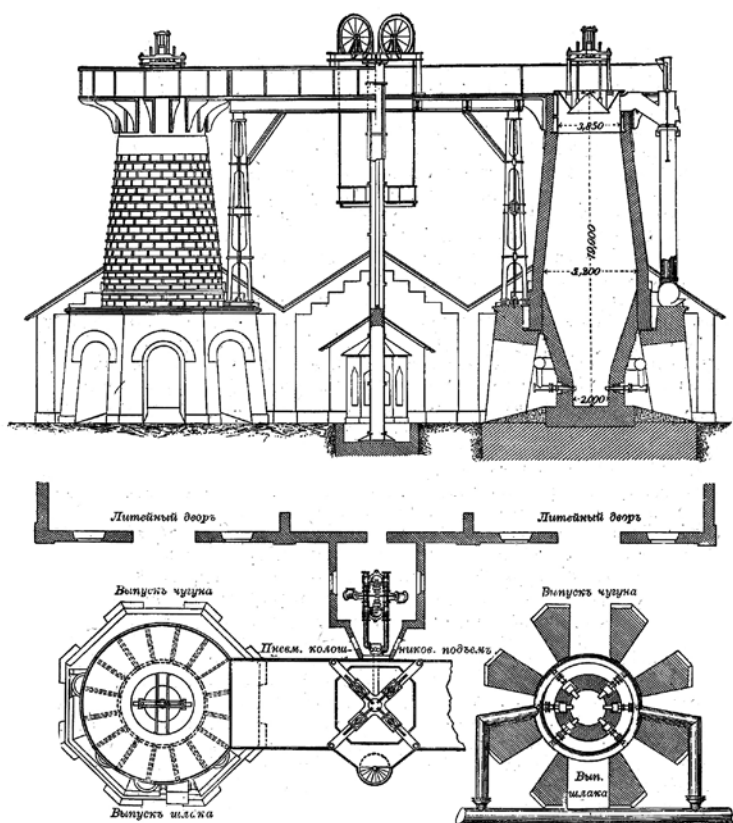
колоннам. На колоннах имелись кронштейны для крепления кольцевого воздухопровода, по которому к фурмам поступало дутье. На маратор опирался и кожух, монтируемый из железных сегментов толщиной 10-20 мм, которые склепывались или свинчивались между собой.

Кожух, опорные кольцо и колонны служили опорой для колошниковой площадки. В верхней части кожуха устанавливались поперечные кронштейны, к которым крепилась колошниковая площадка. Благодаря кронштейнам и колошниковой площадке «шотландская» печь получила характерный, легко узнаваемый вид. После монтажа кожуха внутри него выкладывалась шахта. Поскольку нагрев шахты, а, следовательно, и ее тепловое расширение было довольно значительным, между

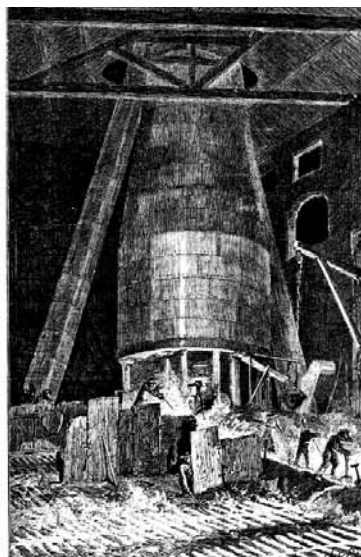


«Шотландская» доменная печь с опорой шахты и кожуха на колонны (завод Фридрих-Вильгельм, Мюльгайм (Рур), Германия. Середина 1870-х гг.)





«Шотландская» доменная печь ранней конструкции с опорой шахты и кожуха на пилоны (завод в Швегате, Германия)



«Шотландские»  
доменные печи  
в Питтсбурге, США



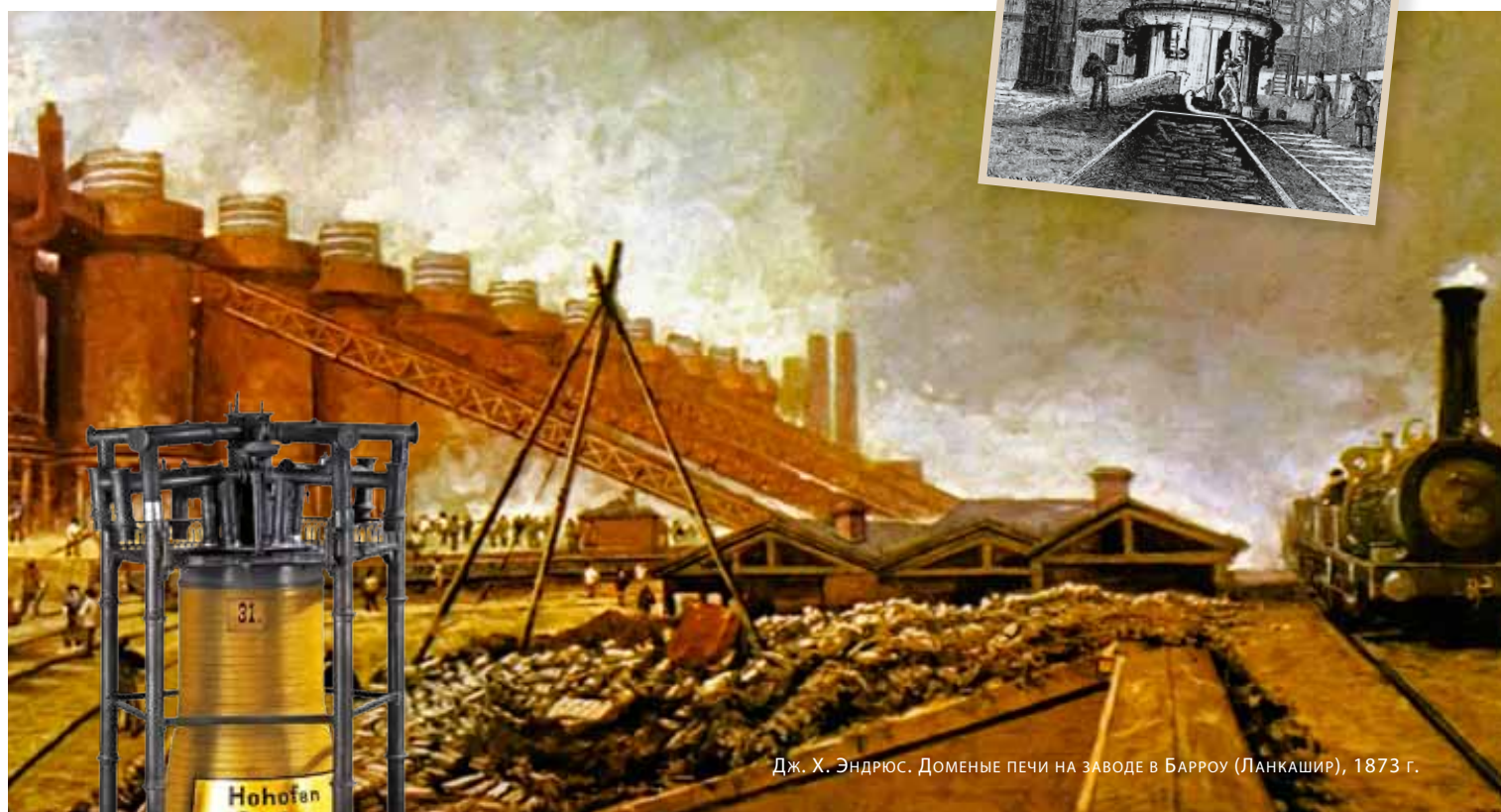
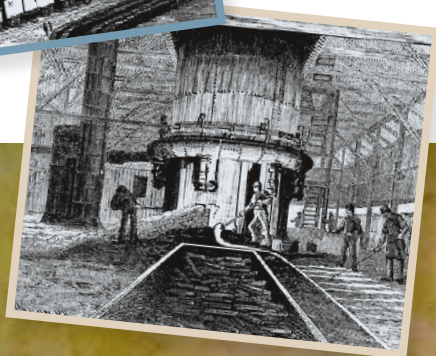


шахтой и кожухом оставляли пазуху шириной 10-20 см. Затем выкладывали горн и заплечики.

Так как изготовление железного кожуха составляло значительную часть затрат на сооружение печи, а сам он, даже в том случае, когда делался частично разборным, создавал затруднения при ремонтах, следующим шагом стала замена его скрепляющими кладку связями. Печи такой конструкции впервые появились в Германии в 1864 г. и получили название печей со свободно стоящей шахтой. Отсутствие кожуха позволяло наблюдать за состоянием кладки и оперативно ремонтировать ее в случае прогара.



«Шотландские» доменные печи Североамериканских Соединенных Штатов (иллюстрация к статье «Georgia Iron & Steel Workers» в журнале Scientific American от 31 мая 1890 г.)



Дж. Х. Эндрюс. Доменные печи на заводе в Барроу (Ланкашир), 1873 г.



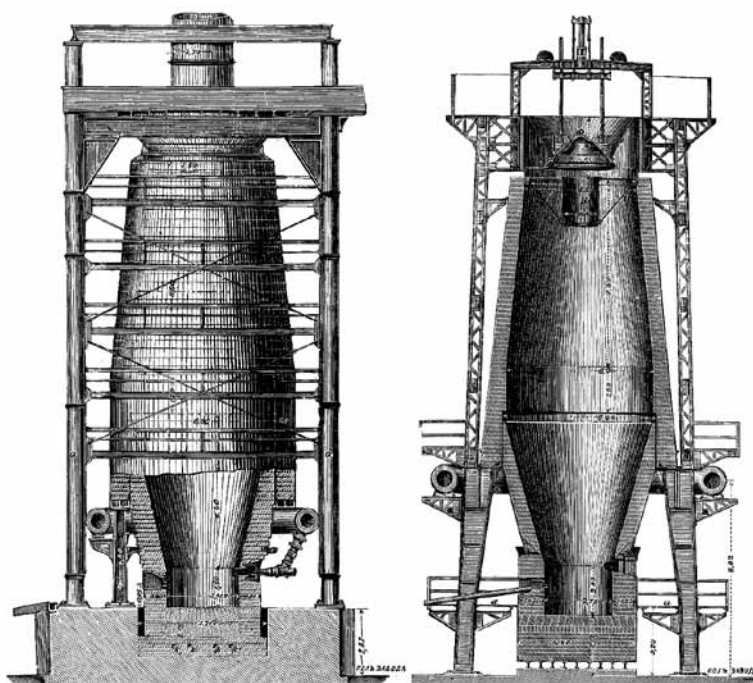
Доменная печь конструкции Бютгенбаха, завод Neusser-Hütte, 1870-е гг. (трубы, поддерживающие колошниковую площадку, одновременно служат для отвода газов)

Опоры для колошниковой площадки, находящегося на ней загрузочного устройства и прочей инфраструктуры конструировали, используя два способа: либо вокруг печи сооружали четыре мощные колонны, на которых затем устанавливалась колошниковая площадка, либо опоры шахты делали более мощными, а на них, помимо шахты, опирали также легкие металлоконструкции, поддерживающие колошниковую площадку. Для печей со свободно стоящей шахтой, имеющих небольшую производительность, которым не требовалась серьезная инфраструктура для выпуска чугуна и шлака, колошниковую площадку опирали на стены здания, внутри которого находилась сама печь.





Шведские древесноугольные доменные печи XIX в. с теплоизолированным горном и заплечиками и открытой шахтой (а – доменная печь Тжърнърс, 1815-1881 гг.; б – доменная печь завода Едскен, середина XIX в.; в – доменная печь близ Вансбро (Vansbro), 1830-е гг.)



Варианты конструкции доменных печей со свободно стоящей шахтой

*С увеличением спроса на чугун размеры доменных печей быстро росли, строить массивный кожух становилось все менее удобно и все более затратно. В результате появились печи новой конструкции, у которых кирпичный кожух уменьшенной толщины опирался на угловые пилоны, отодвинутые от горна.*

Древесноугольная доменная печь со свободно стоящей шахтой (завод Кленсхyttан, Швеция)







Древесноугольная доменная печь внутри здания, поддерживающего колошниковую площадку. Завод RYDDARSHYTAN, Швеция



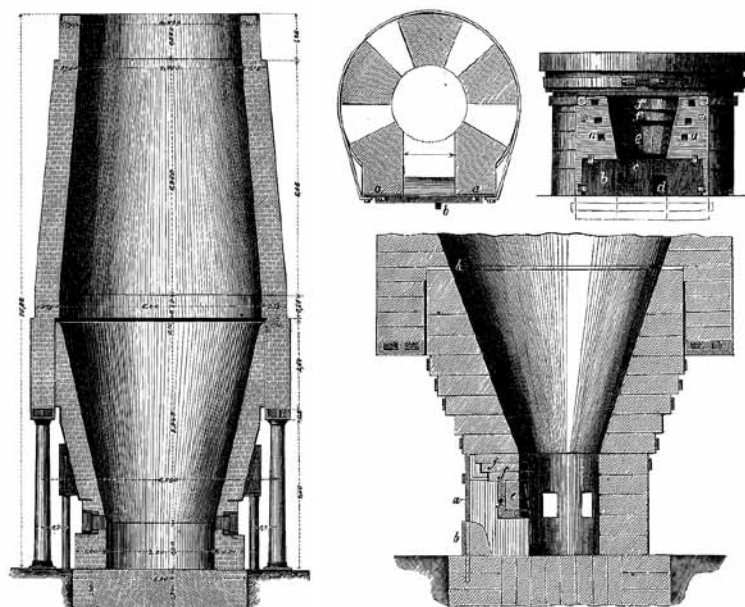
Древесноугольные доменные печи со свободно стоящей шахтой (завод HOGFÖRS, Швеция)

### ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ ПЕЧИ

Опробовались и иные конструкции доменных печей. Среди них необходимо отметить печи с вытянутым горном прямоугольного или эллиптического сечения. Такая конструкция была предложена в 1850-х гг. в Силезии (Абтом) и США (Альгером). В 1860-х гг. эллиптические печи с прямоугольным горном применялись в России на заводах Урала и Райволовском заводе в Финляндии. Конструкцию разработал Владимир Карлович Рашет – известный организатор горнозаводского дела в Российской империи, управляющий Нижнетагильским горным округом Демидова, а позднее директор Департамента горных и соляных дел Министерства финансов.

Первоначально Рашетом была предложена конструкция медеплавильной печи, представлявшая собой невысокую длинную и узкую четырехугольную камеру, в длинных стенах которой располагалось большое количество фурм (6-12), а в коротких – выпускные отверстия для продуктов плавки. Печь зарекомендовала себя с лучшей стороны при плавке медных руд и при переработке купферштейна на черновую медь.

Конструкция рашетовской доменной печи мало отличалась от медеплавильного варианта. Стенки



Доменные печи со свободно стоящим горном и закрытой (а) и открытой (б) «грудью»

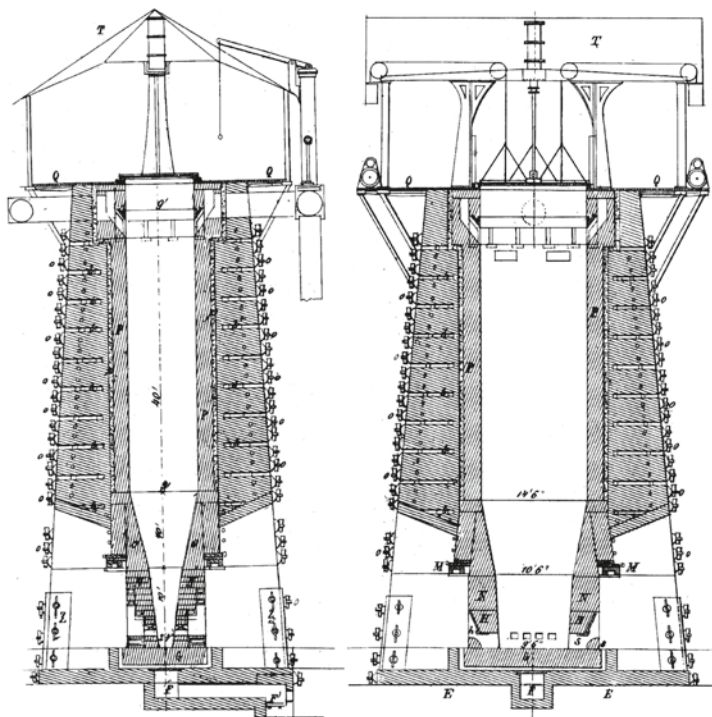


Владимир Карлович Рашет

четырёхугольной камеры постепенно расходились кверху, так что такие привычные элементы доменной печи, как горн, заплечики и шахта не были обособлены, а как бы переходили один в другой. Предполагалось, что такое устройство будет способствовать правильному распределению тепла, газов и материалов, снижению капитальных и эксплуатационных затрат, увеличению производительности.

Однако опыт эксплуатации опроверг эти ожидания. Газы шли по пути наименьшего сопротивления, т.е. по углам и вдоль коротких стен, шихтовые же материалы, напротив, застаивались именно в этих зонах. Кладка выше фурм часто прогорала, а имеющейся высоты было недостаточно для восстановления руды до ее плавления. В результате доработок рашетовская печь приобрела форму как бы «сплюсненной» доменной печи, с длинным узким горном прямоугольного сечения, с выпускными отверстиями на коротких сторонах и фурмами на длинных.

Помимо заводов Нижнетагильского горного округа, рашетовские печи строились также на заводах Горобла-

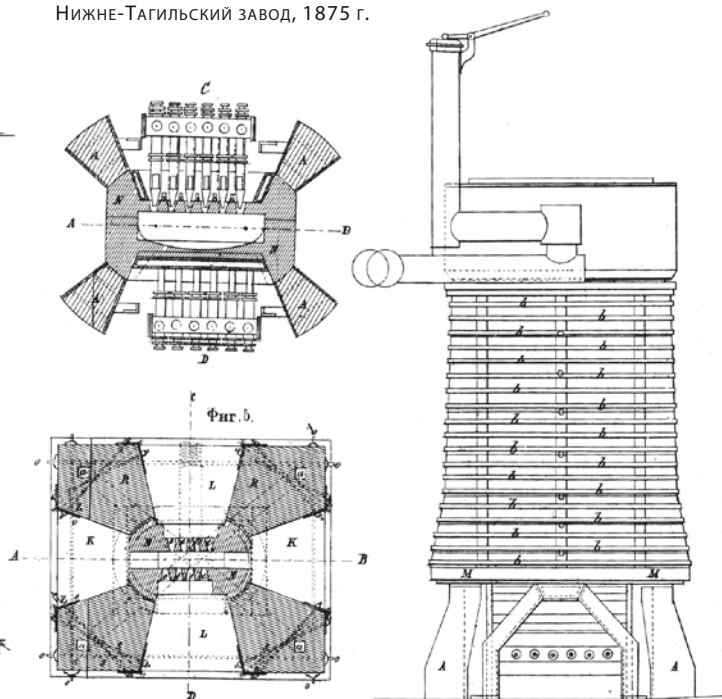
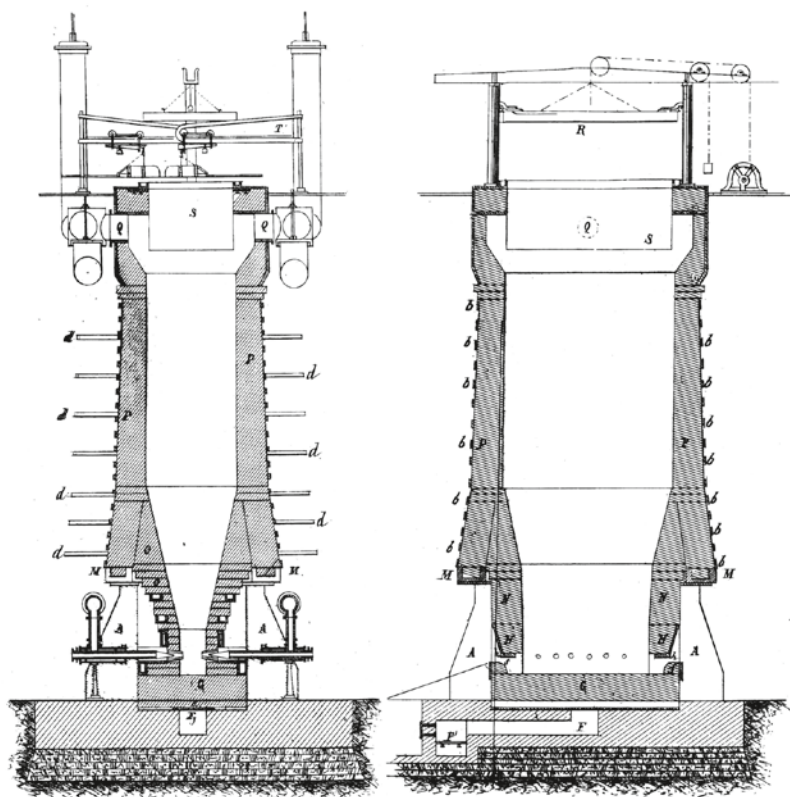


Доменная печь Рашета с толстым кожухом.

Нижне-Салдинский завод, 1871 г.

Доменная печь Рашета со свободно стоящей шахтой.

Нижне-Тагильский завод, 1875 г.







Доменная печь Рашета. Верхне-Туринский завод, 1870 г. Модель. Экспонат Горного музея СПбГИ

*В 1860-х гг. эллиптические печи с прямоугольным горном применялись в России на заводах Урала и Райволовском заводе в Финляндии. Конструкцию разработал Владимир Карлович Рашет – известный организатор горнозаводского дела в Российской империи, управляющий Нижнетагильским горным округом Демидова, а позднее директор Департамента горных и соляных дел Министерства финансов.*

годатского и Лысьвенского горных округов. Последней эллиптической печью на Урале была печь №1 Саткинского завода.

Главное достоинство эллиптической печи – горн большой площади, но небольшого «диаметра», оказалось востребованным в конце 1930-х гг., когда с проектом эллиптической печи, которая, благодаря конфигурации горна, должна была достичь невероятного по тем временам объема в 5000 м<sup>3</sup>, выступил профессор В.А. Сорокин. Однако главный недостаток эллиптической печи – сложность распределения материалов на колошнике большого диаметра, сделал этот проект неосуществимым.

### ПЕЧИ НУЖНА ВОДА

Повышение интенсивности дутья при увеличении размеров печей и мощности дутьевых средств, привели к необходимости организации охлаждения отдельных частей доменной печи. В первую очередь это коснулось воздушных фурм. При работе без нагрева дутья использовались литые медные фурмы в форме усеченного конуса со сквозным отверстием, в которое вставлялся наконечник (сопло) воздухопровода. Такие фурмы вмуровывались в соответствующие отверстия в горне и имели достаточную стойкость.

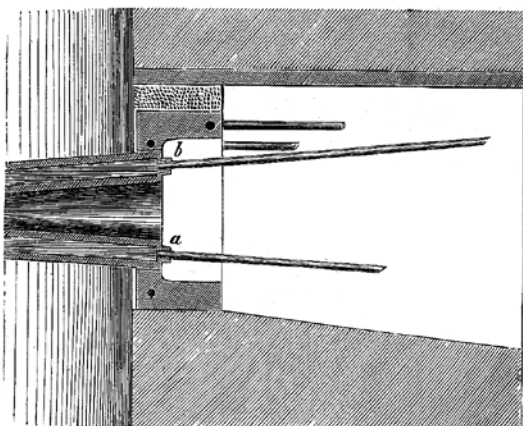
При нагреве дутья фурма уже не охлаждалась им, а напротив – дополнительно нагревалась, кроме того, высокотемпературная зона сместилась ближе к фурме, поскольку из-за увеличенного прихода тепла горение начиналось раньше. Водоохлаждаемые фурмы стали изготавливать пустотелыми, с заделанными в них трубками для подвода и отвода воды. Чаще всего для изготовления фурм использовали фосфористую бронзу или красную медь, реже их делали из чугуна, заливая в него спиральную железную трубку.

Для удобства обслуживания фурмы монтировались в заделанные в кладку водоохлаждаемые амбразуры.

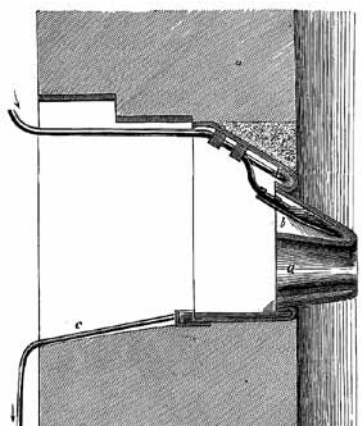


Остатки емкости для воды (слева) и трубопровода (справа) для охлаждения фурменных амбразур. Завод Кленсхюттан (Klenshyttan, Швеция)





Водоохлаждаемые ФУРМА  
и АМБРАЗУРА («фурменный ящик»)



Фурма с открытой охлаждающей  
полостью конструкции Хильгенштока

НЕОХЛАЖДАЕМЫЕ АМБРАЗУРА  
и ФУРМА НА ДРЕВЕСНОУГОЛЬНОЙ  
печи (завод HOGFÖRS, Швеция)



Водоохлаждае-  
мая АМБРАЗУРА и  
ФУРМЕННЫЙ ПРИ-  
БОР для подачи  
дутья (ФУРМА  
ОТСУТСТВУЕТ)  
(ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ  
ЗАВОДА  
RIDDARHYTTAN,  
ШВЕЦИЯ)



Амбразуры, как и сами фурмы, делали либо пустотелыми из бронзы, либо чугунными, с залитыми трубками, либо склепанными из железа и охлаждаемые внешним поливом. Вода подавалась самотеком, причем для предотвращения скопления воздушных и паровых пузырьков подвод осуществлялся через нижнюю трубку, а отвод – через верхнюю.

Опыт использования водоохлаждаемых фурм натолкнул на мысль об использовании аналогичной конструкции для шлакового выпуска. К тому времени «открытая грудь» уже потеряла свою актуальность, поскольку при отсутствии в горне печи дефицита тепла шлаки были достаточно подвижны, и выгребать их вручную уже не было необходимости. Шлаковая фурма



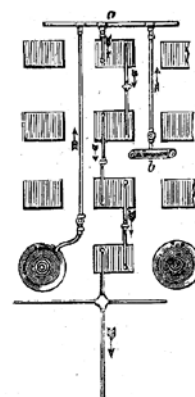
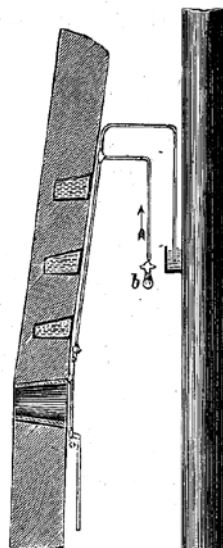




Неохлаждаемое выпускное отверстие  
(завод Högfors, Швеция)

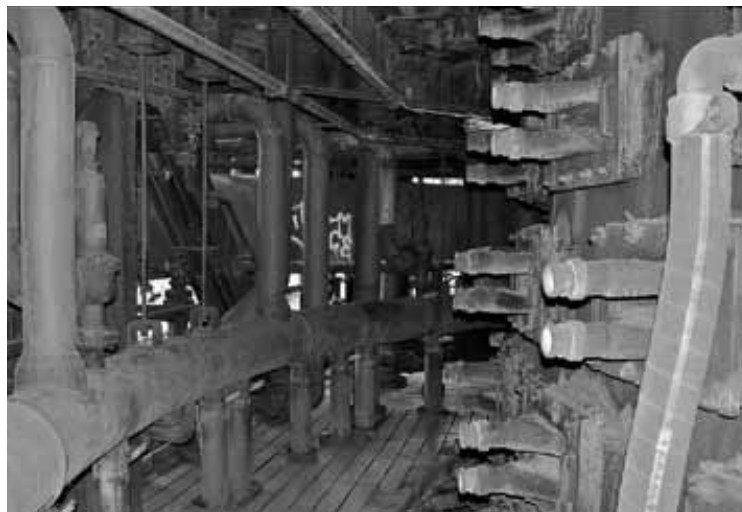
в горн, в результате чего стало возможным эффективно применять различные виды сырья и топлива, которые ранее не могли быть использованы по технологическим или экономическим причинам. Благодаря нововведению горно-металлургическая промышленность Шотландии обрела новую жизнь. Если в 1829 г., вскоре после того, как Нилсон получил патент, там было произведено 29 тыс. т чугуна, то к 1845 г. его производство увеличилось до 475 тыс. т, а к началу 1870-х гг. – уже до миллиона тонн. Причем 95 % чугуна выплавлялось из углистого железняка, который без применения нагретого дутья использовать было невозможно.

Разумеется, такое увеличение производства благотворно сказалось на экономике региона (чего нельзя сказать про экологию), обеспечив работой его жителей. В 1862 г. здесь работало 125 доменных печей, каждая из которых производила по 200 т чугуна в неделю и обеспечивала работой до 400 человек. Наиболее предприимчивые шотландские фермеры стали со временем крупными промышленниками.



Система водяного  
охлаждения горна и  
заплевиков с помощью  
холодильникова

Холодильники на кожухе  
доменной печи





## АНТРАЦИТОВЫЕ ДОМНЫ

Применение в доменной плавке нагретого дутья дало возможность использовать различные виды топлива, которые обладали плохой горючестью и не могли обеспечить необходимую температуру в горне. В первую очередь к таким видам топлива относится некоксующийся уголь, с которого, собственно, и началось массовое использование нагретого дутья (в Шотландии). Шотландские угли были подходящими для доменной плавки – малозольнистыми и крупнокусковыми.

Схожая ситуация сложилась и в Уэльсе, где имелись значительные запасы еще одного вида минерального топлива – антрацита, которые до изобретения Нилсона не могли быть использованы ввиду его чрезвычайно высокой (по сравнению с коксом и древесным углем) плотности и низкой горючести.

На использование антрацита или, как его называли в Великобритании, уэльского угля, были взяты патенты в 1836 г. Джорджем Крэйном и в 1842 г. Джеймсом Палмером Буддом. Как и некоксующиеся угли, антрацит склонен к разрушению и замусориванию горна, что требует повышенного расхода дутья. Кроме того, необходим значительный нагрев дутья для интенсификации горения этого низкореакционного топлива.

Для плавки использовался антрацит с размером кусков около 100 мм. По мере опускания куски сильно разрушались, часто до порошкообразного или пластинчатого состояния. Антрацитовый порошок смешивался с мелкой рудой и шлаком, провоцируя зависания шихты и создавая серьезные загромождения в заплечиках и горне. По этой причине плавка на антраците предъявляла очень строгие требования к крупности и фракционному составу руды, а также к свойствам самого антрацита.

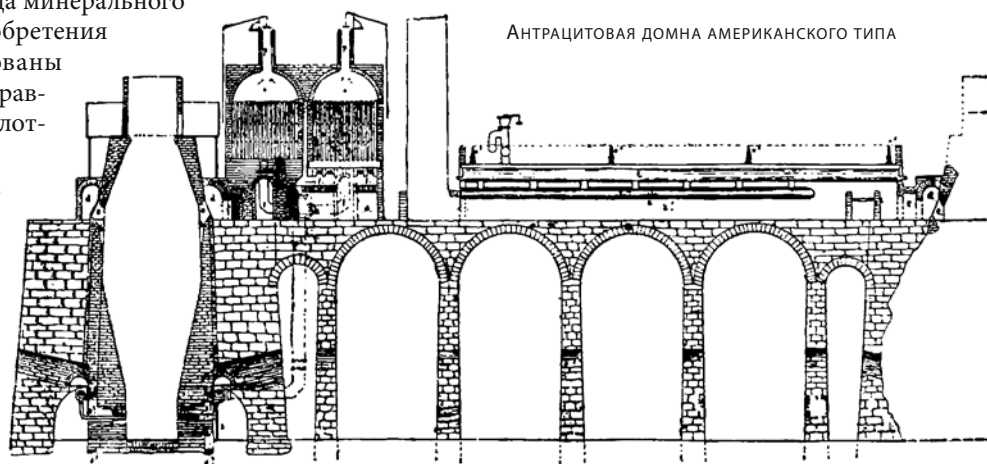
Для решения проблемы зависаний и загромождений применялась продувка путем значительного увеличения давления и температуры дутья. В сложных случаях приходилось даже разбирать горн для удаления загромождения путем его разбивания и даже взрывания. С целью некоторого «разбавления» антрацита для предотвращения загромождений часть его (от трети до половины) заменяли коксом.

Высокая теплотворная способность антрацита и значительные запасы этого топлива обусловили его масштабное использование в XIX в., помимо Южного Уэльса, также в США, на заводах Пенсильвании (с 1840-х гг.), и на Юге России, на Сулинском заводе Пастуховых (с 1890-х гг.).

В начале XX в. существенное повышение цены на антрацит сделало невыгодным его использование в до-

менной плавке, поскольку чугун при этом получался даже дороже коксового. По этой причине использование антрацита в качестве доменного топлива было прекращено. Тем не менее, и в наше время периодически рассматриваются проекты выплавки чугуна с помощью антрацита, что, при определенном соотношении цен на антрацит и коксующиеся угли, может быть актуально.

Профиль антрацитовый доменной печи должен был обеспечивать достаточно быстрый сход шихты для предотвращения ее слеживания с образованием настывлей,



т.е. заплечики должны были быть достаточно крутыми, а горн – широким.

Первые антрацитовые печи имели высоту 13,5 м; постепенно их высота увеличилась до 21,3 м (дальнейшее увеличение высоты не привело к повышению эффективности работы), а объем – до 240-260 м<sup>3</sup>. Наиболее эффективно работали пенсильванские антрацитовые печи: их производительность достигала 150 т в сутки, а удельная производительность – 0,55-0,63 т в сутки на кубический метр объема.

## НА ПОДНОЖНОМ КОРМУ

В условиях неразвитых путей сообщения, когда доставка кокса требовала существенных затрат, а древесный уголь был дорог, неоднократно проводились промышленные плавки на местном топливе – буром угле, торфе, торфяном коксе.

Плавки, проведенные в XIX в. в альпийских районах Австрии (Штирия и Каринтия) и в Венгрии, показали, что даже при низкой стоимости бурого угля его использование целесообразно только для замены части основного топлива с целью его экономии и только после предварительной термической подготовки – сушки и прокаливания. В отдельных случаях им заменяли до 40 % топлива на крупных коксовых печах.

Доменная печь  
Верхне-Выксунско-  
го завода



*С началом Великих реформ 1860-х гг., инициированных поражением в Крымской войне, в России началась первая волна индустриализации, которая сделала актуальной массовое внедрение доменных (и многих других) инноваций, уже несколько десятилетий используемых в заводской практике стран Западной Европы и Северной Америки.*

Торф с переходом к использованию нагретого дутья применяли в качестве добавки на небольших доменных печах в континентальной Европе и в Ирландии. Его использовали в прокаленном виде для замены части основного топлива. Торф прессовался в брикеты шарообразной формы, которые сушили на воздухе или прокачивали в печи с получением «торфяного кокса». Плавку можно было вести, пока количество брикетов не превышало двух третей от общего количества горючего.

Опыты по использованию торфяного кокса проводились в начале XX в. и в России. Поскольку наиболее актуально это было в лишенной угля, но богатой торфом Центральной России, соответствующие работы велись на Косогорском и Верхне-Выксунском заводах. В первом случае плавка велась на смеси торфяного кокса с обычным, а во втором – на одном торфяном коксе.

На доменной печи Косогорского завода объемом 348 м<sup>3</sup>, высотой 20,5 м и диаметром горна 3,4 м изучалась возможность использования торфяного кокса на крупных доменных печах. Использовалась тульская руда с содержанием железа 60 %. Кокс выжигался в печах, однако обладал невысокой прочностью и давал много мелочи. Результаты опытов показали, во-первых, что из-за его измельчения по мере опускания нередко осадки шихты, а во-вторых, что замусоривания горна измельченным торфококсом не происходит ввиду его высокой горючести, обеспечивающей полное сгорание материала в горне.

#### **ЛИДЕР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИННОВАЦИЙ**

В России наиболее успешно внедрение нагретого дутья

было осуществлено на доменных печах и вагранках За-московного горного округа. Первый опыт был проведен на Выксунском заводе в 1836 г. Первоначально нагретое дутье было применено в вагранке, а потом и в доменной печи. Результаты восьмимесячной работы были положительными (в отличие от опыта доменных печей казенных Александровских литейного и пушечного заводов в Петербурге и Петрозаводске в 1829 и 1835 г. соответственно). О чем можно судить из статьи Г. Шерера «Замечания об употреблении нагретого воздуха на Выксунском железном заводе» опубликованной в «Горном журнале» (№ 4 за 1837 г.). Автор отмечает «увеличение, по крайней мере, на треть количества полученного чугуна (шлаки почти не содержали железа); уменьшение на треть количества потребного древесного угля; при этом качество чугуна нисколько не пострадало».

В 1847 г. воздухонагревателями была оборудована доменная печь Гусевского чугуноплавильного завода наследников И.Р. Баташова, а в 1854 г. на горячем дутье стала работать домна Верхнеунженского чугуноплавильного завода Владимирской губернии.

Заводы наследников Баташовых оставались лидерами отечественных доменных инноваций в течение второй половины XIX в. Первый опыт доменной плавки на торфе был осуществлен в доменной печи Верхне-Выксунского завода. Она имела полезный объем 86,4 м<sup>3</sup>, высоту 16,3 м и работала на древесном угле. Дутье нагревалось с помощью кауперов до 400-600 °С. Руда (бурый железняк с отсеянной мелочью и содержанием железа 52 %) была привезена из района Липецка.



Торф коксовали кучным способом. Торфяной кокс перед загрузкой в печь рассыпали с использованием вил с расстоянием между рожками 25 мм. Выход мелочи был значительным, но она не рассыпалась в порошок, а была достаточно крепкой. Печь четыре дня выплавляла литейный чугун (63 т в сутки) с расходом торфяного кокса 936 кг на т чугуна и еще четыре дня передельный чугун (75 т в сутки) с расходом 867 кг на т.

## НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ

К началу XX вв. с введением принципиальных инноваций изменилось ведение доменной плавки. «Новые» доменные печи имели закрытый колошник, работали на коксе, с известняком в качестве флюса и основными шлаками, использовали нагретое дутье. Мастер «новой» доменной печи, благодаря успехам химии и других наук, был гораздо более осведомлен о процессах, происходящих в печи, чем его коллега за сто, и даже за пятьдесят лет до него.

В этой связи уместно процитировать знаменитого шведского химика Йонса Берцелиуса, который в первой половине XIX в. писал в своем «Трактате о химии»: «Составление рудной шихты имеет часто большую важность, в отношении к количеству получаемого железа или к его качеству. Чтобы правильно составить шихту из железных руд, нужно иметь точные данные об их составе и о веществах, образующих в них породу. Но до сих пор предмет этот мало обращал на себя внимание ученых. Однако же железное производство весьма много бы выиграло, еслиб железные руды были подвергнуты столь же точным анализам, какие делаются, часто из простого любопытства, большей части других минералов. Так как экономические расчеты редко управляют изысканиями настоящего ученого, потому что он в них почти никогда не участвует, то от него в этом отношении нельзя ожидать многого; но мы должны надеяться, что искусные металлурги найдут полезным для своих собственных выгод посвятить часть своего времени изысканиям такого рода».

«Искусные металлурги» нашли полезным посвятить время «изысканиям такого рода» уже через несколько десятилетий, и во второй половине XIX в. химический анализ вошел в повседневную заводскую практику, значительно упростив ведение металлургических процессов. При этом ужесточились требования к химическому составу

выплавляемого чугуна, а также расширилась его номенклатура.

Первоначально чугуны делили по виду излома на белые и серые, а также по зернистости. Долгое время выплавляли преимущественно серые чугуны с повышенным содержанием кремния для производства литья. Белые чугуны использовали для передела в железо, поскольку удаление в ходе передела кремния (в серых чугунах) требовало дополнительных затрат топлива (а также повышенного расхода топлива в доменной плавке). По этой причине с распространением в конце XVIII в. пудлингового способа передела чугуна в железо, а также с резким увеличением спроса на железо в первой половине XIX в. баланс сместился в сторону белого чугуна.

Во второй половине XIX в., с возникновением и распространением сталеплавильных технологий требования к чугунам стали более формализованными – они подразделялись на передельные и литейные, при этом для каждого вида сталеплавильного передела были установлены четкие требования, в том числе и по химическому составу.

Содержание кремния в литейных чугунах было установлено на уровне 1,5–3,5 %. Они были, разумеется, серыми, а также делились по «номерам» в зависимости от величины зерна в изломе. Существовал еще отдельный сорт литейного чугуна – «тематитовый», выплавляемый из руд с низким содержанием фосфора (содержание в чугуне до 0,1 %).

Передельные чугуны различались по переделам. Для пудлингования использовался любой чугун, при этом



Доменная печь Верхне-Виксунского завода.  
Макет, Музей-усадьба Баташевых -Шепелевых

от выбора чугуна (белый или серый) зависели свойства получаемого железа. Для бессемерования предназначался серый чугун, богатый марганцем и кремнием и содержащий как можно меньше фосфора. Томасовским способом перерабатывали низкремнистые белые чугуны со значительным содержанием марганца и фосфора (1,5–2,5 % для обеспечения правильного теплового баланса). Переловный чугун для кислой мартеновской плавки должен был содержать лишь следы фосфора, тогда как для основного процесса требования по содержанию фосфора не были столь строги.

### ШЛАКОВОЕ МНОГОЦВЕТЬЕ

При нормальном ходе плавки руководствовались видом шлака, по которому можно было ориентировочно оценить содержание в нем четырех главных составляющих его оксидов (кремния, кальция, алюминия и магния). Кремнеземистые шлаки при застывании имеют стекловидный излом. Излом шлаков, богатых оксидом кальция – камневидный, оксид алюминия делает излом фарфоровидным, под влиянием оксида магния он принимает кристаллическое строение.

Кремнеземистые шлаки при выпуске вязки и тягучи. Кремнеземистый шлак, обогащенный оксидом алюминия становится более жидким, но еще может вытягиваться в нити, если оксида кремния в нем не менее 40–45 %. Если же содержание оксидов кальция и магния превышает 50 %, шлак становится вязким, не может течь тонкими струйками и при застывании образует морщинистую поверхность.

Морщинистая поверхность шлака говорила о том, что плавка «горячая» – при этом кремний восстанавливается и переходит в чугун, следовательно, в шлаке становится меньше оксида кремния. Гладкая поверхность имела место при выплавке белого чугуна с невысоким содержанием кремния. Оксид алюминия придавал поверхности шлака чешуйчатость.

Индикатором хода плавки был цвет шлака. Основной шлак с большим количеством оксида кальция имел при выплавке графитистого «черного» чугуна в изломе серый цвет с голубоватым оттенком. При переходе к белым чугунам он постепенно желтел вплоть до коричневого, а при «сыром» ходе значительное содержание оксидов железа делало его черным. Кислые, кремнистые шлаки при тех же условиях меняли свой цвет от зеленого до черного. Оттенки цвета шлака позволяли судить о присутствии марганца, который придает кислым шлакам аметистовый оттенок, а основным – зеленый или желтый.

Конечно, по виду шлака доменщики ориентировались и ранее, но с конца XIX в. эмпирические знания были дополнены данными химического анализа, таким образом стала понятна причина того или иного явления, что, дало возможность более гибкого и оперативного управления ходом процесса. Например, при потемнении шлака и пе-

реходе излома от «каменистого» к «стекловидному» мастер не просто знал, что ход плавки ухудшается, а что в шлаке увеличивается количество оксидов железа и кремния, а, следовательно, ухудшились условия их восстановления вследствие «похолодания» печи.

Состав шихты теперь рассчитывался на основе химического анализа материалов с тем, чтобы получить шлак заранее определенного состава и оперативно скорректировать состав шихты в случае, если наблюдение за видом шлаков будет свидетельствовать о неожиданном изменении их состава, или если понадобится более легкоплавкий шлак для устранения какого-либо расстройства.

### ОТ ЦВЕТА ПЛАМЕНИ К СОСТАВУ И ТЕМПЕРАТУРЕ ГАЗА

Поскольку колошник печи был теперь закрыт, вместо вида пламени ход плавки контролировали, анализируя состав и температуру отходящих газов. При этом в отличие от шлака, характеризующего произошедшие изменения постфактум, анализ газов позволял оперативно реагировать на начинающиеся негативные изменения в ходе плавки.

Расстройства печи остались теми же – перегрев или похолодание горна, приводящие к его загромождению, однако увеличилось количество факторов и совокупностей факторов, которые могли их вызвать, поскольку тепловые условия, в сравнении с «классической» доменной печью существенно изменились.

Главным признаком расстройства были черные железистые шлаки и пузыристый, малоуглеродистый чугун, что свидетельствовало об ухудшении хода процессов восстановления. Произойти же это могло из-за того, что плавка велась «слишком быстро», в результате чего повышалась температура горна и заплечиков, при этом руда плавилась и проникала в горн недо восстановленной, обезуглероживая чугун и формируя «козел».

«Медленная» плавка приводила к «похолоданию» печи из-за плохой циркуляции газов. К «похолоданию» приводило и слишком быстрое опускание руды, в результате чего процессы восстановления в значительной мере перемещались в нижнюю часть печи, охлаждая ее. То же самое происходило при слишком «тяжелой» колоше, только в этом случае не хватало тепла не на восстановление, а на плавление. Настыли, загромождающие горн, могли теперь быть не только железистыми, но и известковистыми, образующимися при использовании «чрезмерно трудноплавких шихт».

Таким образом, одни и те же расстройства могли быть вызваны различными причинами и, следовательно, требовали различных корректирующих воздействий. Все это потребовало создания серьезной научной базы, которая сыграла особенно важную роль в развитии доменного производства в эпоху Научно-технической революции второй половины XX в.



### «ЗАМОРОЖЕННЫЙ» ПРОГРЕСС

К сожалению, только в период НТР Россия смогла более-менее на равных конкурировать с передовыми промышленными странами в области теории и практики доменного производства. Предыдущие «волны» технического прогресса проникали в страну в виде готовых решений, «импортированных» из-за рубежа в ходе «догоняющих модернизаций».

«Примораживая» общественно-политическую жизнь России в целях предохранения существующего режима от революционных потрясений, правительство Николая I «заморозило» заодно и технический прогресс. В результате страна осталась в стороне от Промышленной революции, потеряв военно-политическое превосходство над странами Западной Европы.

Отметим, что Министерство финансов, в ведении которого находилась горно-металлургическая отрасль, стремилось внедрять в стране передовые технические достижения, в первую очередь британские. Отчеты о достижениях европейской промышленности, составляемые зарубежными «агентами» Корпуса Горных Инженеров, регулярно печатались на страницах «Горного журнала», и об изобретении Нилсона и многих других, российские металлурги и промышленники узнавали уже через несколько месяцев после их оглашения. Например, еще в 1830-х гг., вскоре после того, как Дж. Нилсон внедрил свое изобретение, Христофор Иоакимович Лазарев, представитель знаменитого армянского рода промышленников и меценатов, провел на Чермоозском заводе в Пермском крае успешные опыты по использованию нагретого дутья.

Но даже готовые технические решения практически не были востребованы, поскольку внешний спрос на русское железо иссяк еще в начале века, после того, как Великобритания стала сама обеспечивать себя металлом, а внутренний спрос был крайне низок. Количество инициативных, предприимчивых людей, способных и желающих внедрять инновации, было невелико, поскольку большая часть населения страны не имела никаких прав, не говоря уже о капиталах. В результате даже те инновации, которые внедрялись наиболее технически грамотными и предприимчивыми заводоуправляющими, представляли собой, скорее дань технической моде, нежели реальный инструмент повышения экономической эффективности.

### «ДОГОНЯЮЩАЯ» ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ

С началом Великих реформ 1860-х гг., инициированных поражением в Крымской войне, в России началась первая волна индустриализации, которая сделала актуальной массовое внедрение доменных (и многих других) инноваций, уже несколько десятилетий используемых в заводской практике стран Западной Европы и Северной Америки.



КАУПЕРА ДОМНЫ  
ВЫКСУНСКОГО ЗАВОДА

В 1870-х гг. многие древесноугольные печи Урала и Замосковского горного округа (в первую очередь, Выксунского завода и заводов Мальцевского Общества), обзавелись системами отвода колошникового газа и воздухонагревательными аппаратами, а также «закрытой грудью» и водоохлаждаемыми фурмами. В это же время на богатом углем и железной рудой Юге России (нынешняя Украина) появились первые коксовые доменные печи. Это были печи «шотландской» конструкции завода Новороссийского Общества (в Лисичанске Екатеринославской губернии) и Сулиновского завода Пастуховых. Первая из них была задута в мае 1870 г. и работала на коксе из местных углей с небольшой примесью сырого угля.

Следующая волна индустриализации также была обеспечена западными технологиями и инвестициями. Произошла она в самом конце XIX в. и связана с именем премьер-министра Сергея Юльевича Витте. В ходе этой модернизации (пожалуй, единственной в российской истории не вынужденной, а спланированной) окончательно сформировалась металлургическая промышленность Юга России. Еще одна, «сталинская» индустриализация 1930-х гг., в ходе которой было организовано современное на тот момент металлургическое производство на Урале и в Сибири, была осуществлена на основе американских и германских технологий. \*

## Глава 5

# Заводской центр

...в доменном соку много имеется чугуна в крошках и дроби, и чтоб оной с соком не смешивался, миновать того невозможно...

**Виллим де Геннин, Описание уральских и сибирских заводов.**

**НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕЙ ИСТОРИИ МЕТАЛЛУРГИИ** железа шлаки, являющиеся неперенными спутниками плавильных процессов, обязательно дробились для извлечения из них корольков металла и капелек чугуна. Доменные шлаки часто были густыми и легко увлекали с собой чугун, поэтому проблема специальной обработки шлака с целью извлечения из него металла была актуальной на протяжении всей истории выплавки чугуна в доменных печах.

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

В XXI в. главной парадигмой устойчивого развития цивилизации стали принципы всемерного сбережения природных ресурсов и максимального использования ресурсов вторичных. Необходимо отметить, что металлургическое производство в данной области в числе явных и безусловных лидеров. Это наглядно демонстрирует история производства чугуна.

### ПО ИНСТРУКЦИИ ВИЛИМА ИВАНОВИЧА

Переработка доменного шлака подробно описана в труде Виллима де Геннина «Описание уральских и сибирских заводов». В разделе «О толчении и промывании доменного соку» де Геннин приводит подробные расчёты того, сколько металла теряется со шлаком и сколько из него можно произвести «самого доброго беложильного полосового железа». «...в доменном соку много имеется чугуна в крошках и дроби и чтоб оной с соком не смешивался, миновать того невозможно, ибо оной чугун в крошках и дроби тем соком заливается, а оной на всех заводах железных никуда не употребляется...».

Виллим Иванович и его помощники провели настоящую научно-исследовательскую работу: «...через верную большую пробу показано, что каждой центнер (100 пудов чугуна) имеет в себе дробного чугуна от 7 до 11 пуд...».

Для решения проблемы де Геннин распорядился устроить на всех казенных доменных заводах шлаковые «толчеи и промывальни». «... из шести домен в каждой год выходит соку 350 тысяч 400 пуд, из которого толчением и промыванием сыщется чугуна 35 тысяч пуд, а железа из оного может быть выковано 17 тысяч 500 пуд, сверх же того при заводах имеется прошлых лет соку великая сумма, от которого немалое число железа по вышепоказанному ... исканию получить можно, и дабы тот в соку чугун туне не пропадал, того ради построить немедленно на всех казенных железных заводах, на которых домны есть, толчеи и промывальни, по выданным от меня чертежам...».

В рукописи подробно изложено, как хранить, приходить и переделывать в железо различные виды чугуна (извлечённый из шлака, скрап, отходы литья). «...в каждой летней день могут оного соку истолочь два человека 600 пуд, да два ж человека промыть более 400 пуд...». Геннин рекомендует «заобычных» (привычных) к переработке шлаков работников не использовать на других работах, поскольку новые, неопытные, могут «молот и наковальню повредить и чугун нечисто вымывать и напрасный убыток учинить».

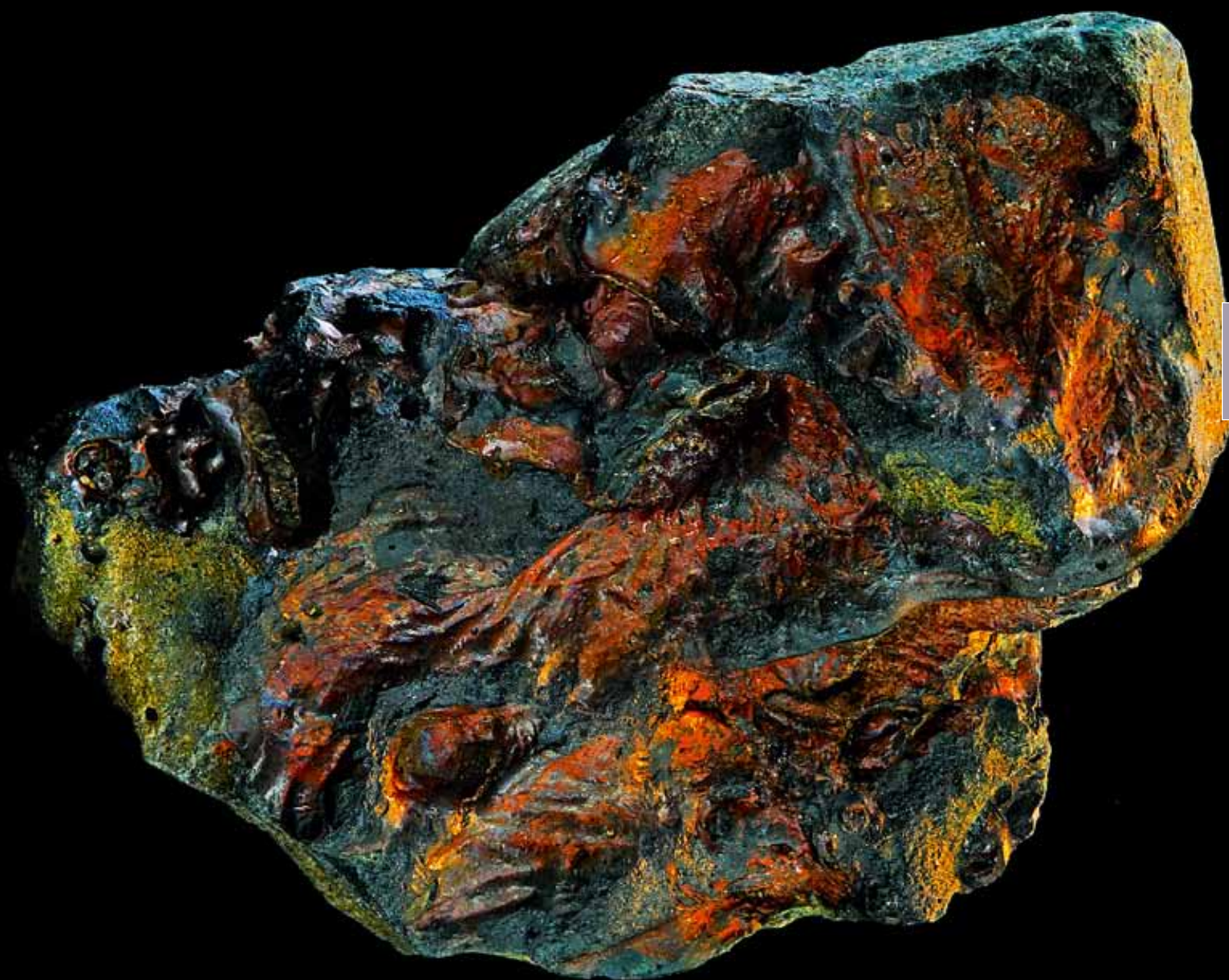
### ШЛАКОВЫЕ ОТВАЛЫ, КИРПИЧИ И КОВРИГИ

Шлак, из которого был извлечен металл, представлял собой смесь песка и мелкого щебня. На протяжении многих веков его использовали при устройстве фундаментов, отсыпке дорог, в землеустроительных работах, в частности в качестве дренажного материала при слишком влажных почвах. Переход к коксовой доменной плавке привел к появлению высокоосновных известковистых шлаков, рассыпающихся на воздухе в пыль. Такие шлаки стали применять в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

Поскольку на дальние расстояния перевозить обычный строительный материал, особенно в условиях

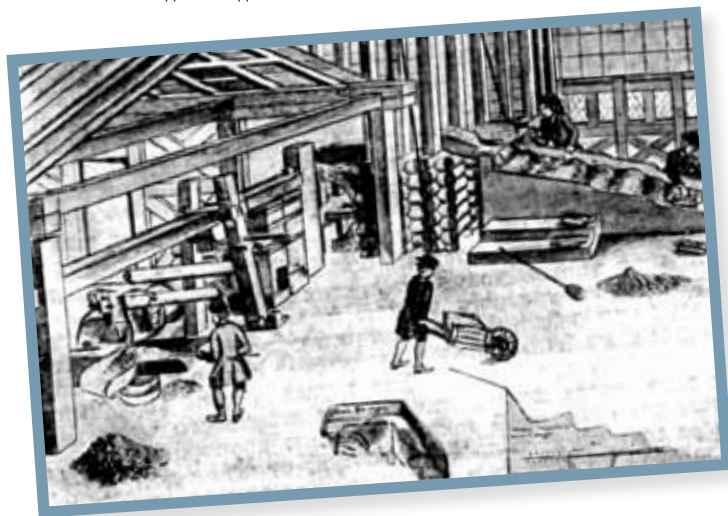


*Шлак являлся наиболее крупнотоннажной попутной продукцией доменного производства, но, отнюдь, не единственной. Многие «замечательные продукты» (как отмечал Джон Перси в книге «Металлургия чугуна», изданной в 1854 г.) находили в печах после выдувки. Особенно актуальным было использование этих продуктов для древесноугольных доменных печей, кампания которых продолжалась не более полутора лет.*





«Промывальня» для шлака из «Описания уральских и сибирских заводов» В. де Геннина.



Описание промывальне. 1. Промывальня и толчея чугунного соку. 2. Молот, чем руды разбивают. 3. Наковальня с решеткой, где сок толченый просеивается. 4. Толченый мелкий сок возят к промывальне. 5. Канал или ларь с уступами, где сок промывается. 6. Место, в которое при промывании чугун скатывается в дробинках и крошках. 7. Профиль ларю промывальному, по которому надлежит аккуратно уступы для падения воды чинить. А ежели по сей пропорции чинено не будет, то дробинки и чугунные крошки совсем смотются и пройдут через, а в уступах ничего не останется.

отсутствия путей сообщения, было нерационально, а местные потребности были гораздо скромнее, чем возможности доменных печей, основная часть шлака складировалась на территории заводов в виде отвалов. Эти отвалы обычно размещали в естественных низинах, оврагах и т.п., постепенно заполняя их и выравнивая рельеф, так что часто новые корпуса заводов строили на



заполненных и выведенных из эксплуатации шлаковых отвалах.

Масштабное использование доменных шлаков началось на фоне мощного индустриального развития во второй половине XIX в. В результате дома и производственные строения из шлакового «кирпича» стали своего рода «визитной карточкой» регионов с развитой металлургической промышленностью, причём, наряду с «кирпичами» для кладки использовались и куски шлака неправильной формы, которые получались при выпуске шлака из печи на землю с последующим дроблением застывшей шлаковой «лужи».

Лидерами в использовании шлака в эпоху индустриализации были Великобритания, Германия и США. Кремнезёмистые шлаки с низким содержанием оксида



Даже небольшой доменный завод (на заднем плане) за сотни лет работы создаёт приличный шлаковый отвал (на переднем плане). Завод СТИММЕРБО, работал с 1539 по 1873 г.







Шлаковый отвал доменного завода Аксмар, Швеция

*Масштабное использование доменных шлаков началось на фоне мощного индустриального развития во второй половине XIX в. В результате дома и производственные строения из шлакового «кирпича» стали своего рода «визитной карточкой» регионов с развитой металлургической промышленностью...*



Кладка кожуха лещади доменной печи из литых шлаковых блоков. Завод Гаммелстилла, Швеция

кальция, которые не уступали по прочности граниту и практически не взаимодействовали с влагой, шли на отливку брусчатки для мощения мостовых. В этом качестве их широко использовали в Великобритании. Также такие шлаки модифицировались с помощью добавок гипса, извести и окислы, а из полученной массы прессовались прочные пластичные плитки.

На рейнских заводах жидкий шлак оставляли в шлаковозных ковшах, а полученные «ковриги» использова-

лись при сооружении насыпей. Охлаждение в ковшах старались проводить как можно дольше, для чего использовали футерованные ковши и даже специально подогревали шлак. В результате такой обработки шлак не трескался при застывании и по прочности не уступал базальту.

Шлаковые «ковриги» применяли при сооружении конструкций широкого спектра. Например, в британском Кливленде шлаковые глыбы весом до 3,5 т исполь-





Остатки шлаковой кладки заводских строений доменного завода СТРЕМСДАЛ, Швеция

зовали при постройке плотины на реке Тис, куда их отвозили за несколько километров прямо в шлаковозных ковшах.

В США в 1929 г. вблизи металлургических предприятий функционировали 58 фабрик по переработке шлака. Шлак подвергался дроблению на специальной установке, корольки чугуна извлекали посредством магнитной сепарации. Стоимость установки по размолу шлака составляла 150 тыс. долл. При этом реализация ежегодно производимого шлакового продукта позволяла получить около 200 тыс. долл., т.е. установка окупалась примерно за год даже без учёта стоимости извлеченного металлопродукта.

В 1932 г. на питтсбургском заводе компании Davison была внедрена альтернативная технология извлечения чугуна из жидкого шлака с помощью центробежной машины.

### «ЛЮРМАНОВСКИЕ КИРПИЧИ»

Жидкие шлаки коксовой и древесноугольной плавки на белый чугун часто подвергали «зернению» (грануляции), пуская струю жидкого шлака в бассейн с водой (обычно с использованной охлаждающей водой). Получившийся крупный (несколько миллиметров) песок при необходимости дополнительно дробили.

Шлаковый песок использовали для засыпки пешеходных дорожек, при приготовлении строительных растворов, а, по большей части – для изготовления «люрмановских шлаковых кирпичей». Шлаковый песок смешивали с гашеной известью или известковым молоком, и из полученной массы путем прессования формовали кирпичи, которые затем твердели на воздухе. Люрмановские кирпичи по прочности превосходили обычные глиняные. Иногда, комбинируя красители и наполнители, по способу Люрмана из шлака изготавли-





Комбинированная кладка известково-обжигательной печи из дикого камня и кусков шлака. Завод Кленсхюттан, Швеция



Оборудование для изготовления литого шлакового блока, литейный двор доменной печи завода Энгельсберг, Швеция.

вали искусственный камень – мрамор, диабаз и другие породы.

Наибольшее количество фабрик (более 10) по производству шлакового кирпича по способу Люрмана располагалось в Германии. Производительность одного завода достигала 10 млн. кирпичей в год. Рекордсменом была фабрика в Оснабрюке – 15,6 млн. штук в год. Несколько фабрик работали в Великобритании и Франции, по одной в Испании (Бильбао) и Бельгии (Серен).

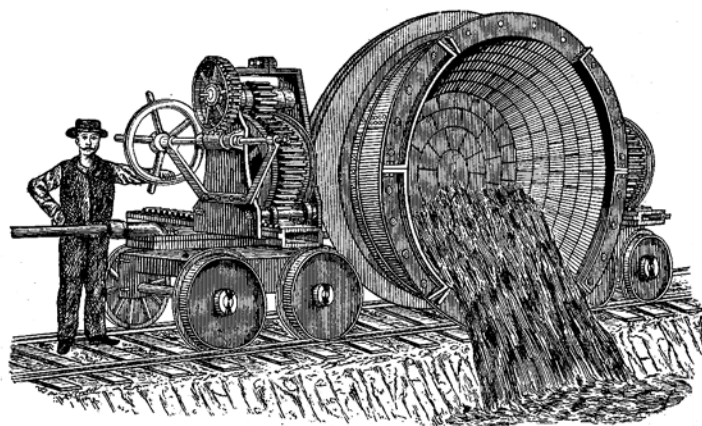
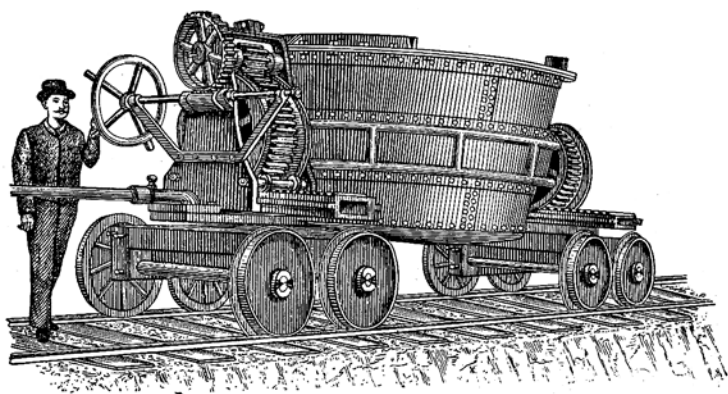
### «ШЛАКОВАЯ ШЕРСТЬ»

Некоторые доменные заводы Великобритании и США путем коррекции шихты доводили состав кремнезе-

Комбинированная кладка строения доменного цеха с использованием литого и кускового шлака и кирпичей. Завод Аксмар, Швеция







Футерованный шлаковозный ковш начала XX в.

мистых шлаков до требований, предъявляемых стекольным производством, и поставляли шлак в качестве сырья для изготовления бутылок. Кислые шлаки различных оттенков использовались для получения эмалей и глазурей, а на Урале наиболее красивые образцы обрабатывали подобно природным минералам и самоцветам.

Из доменного шлака, вспенивания его струей воздуха, изготавливали искусственную пемзу. Некоторое время из шлака, путем дробления его струей пара на мелкие капли, за которыми тянутся тончайшие нити, изготавливали «шлаковую шерсть», используемую для теплоизоляции. Для этой цели были пригодны только древесноугольные кислые шлаки с минимальным содержанием оксида кальция и серы. Проблема заключалась в том, что при значительном содержании оксида кальция шлаковая шерсть реагировала с влагой воздуха, рассыпаясь, либо, наоборот, каменая. Кроме того, содержащаяся в шлаке сера вступала в реакции, образуя сероводород, что делало непригодным использование материала в жилых помещениях. Вследствие этих причин от массового изготовления шлаковой шерсти отказались.

## «РИМСКИЙ» ЦЕМЕНТ ЭПОХИ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

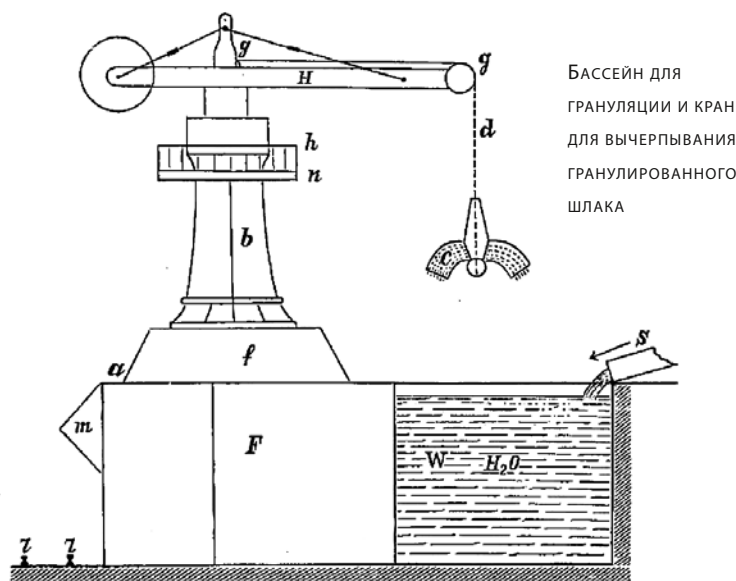
Известковистые доменные шлаки использовали для изготовления цемента. В этих шлаках содержание кальция должно было быть не настолько высоким, чтобы вызвать распад шлака. Кроме того, требовалась обязательная предварительная грануляция.

Для производства цемента шлаковый песок перемалывался в пыль и смешивался с сухой пылевидной гашеной известью – так получался «римский» цемент, причем, если сначала производили только цемент, твердеющий на воздухе, то позднее научились изготавливать гидравлический цемент, твердеющий в воде.

Некоторые шлаки (с высоким содержанием оксида алюминия) использовались для изготовления высококачественного «портландского» цемента. Для этого из смеси шлаковой пыли с прочими компонентами (клинкера) формовались кирпичи, которые после обжига вновь перемалывались до пылеобразного состояния.

Открытие полезного влияния грануляции на свойства шлака, что и привело к началу производства шлакового портландцемента, было сделано в 1861 г. Лангеном, управляющим завода «Фридрих-Вильгельм-хютте» в Тройсдорфе. В конце 1860-х гг. Люрман, управляющий заводом «Георг-Мариен-хютте» в Оснабрюке, открыл первую фабрику по производству из шлака гидравлического цемента под маркой «Trass» (горная порода, разновидность вулканического туфа, с римских времен применяемая в производстве цемента).

Наиболее подходили для изготовления портландцемента шлаки некоторых британских печей. На заводах Германии состав шихты специально корректировали добавками боксита с тем, чтобы получить в шлаке не-





обходимое количество оксида алюминия. Вообще же шлаковый портландцемент считался в это время превосходящим по качеству портландцемент, произведенный из природного сырья. Поэтому его в значительных количествах производили на металлургических заводах Австрии, Бельгии и Франции.

В России к началу XX в. только один завод (Франко-русского общества в Екатеринославе) производил портландцемент из шлаков Александровского металлургического завода Брянского общества.

## АТРИБУТ ИННОВАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Стекловидные силикатные, кремнистые шлаки, достаточно плотные и инертные, чтобы не подвергаться разрушительному действию влаги, перерабатывались, преимущественно, путём отливки из них строительных кирпичей или иных изделий. Известковистые, богатые кальцием пористые шлаки, рассыпающиеся при взаимодействии с водой, а иногда и просто на воздухе, использовались как источник оксида кальция для приготовления сыпучих строительных материалов и цементов. Основные направ-

**Таблица 1 – Направления утилизации доменных и некоторых других шлаков в первой половине XX в. в зависимости от их свойств (по П. Флоренскому)**

Технические свойства шлаков	Область применения	Род шлака	Главные требования	Способ производства
Механическая прочность и твёрдость	Мостовые, настилки макадамов	Силикатные шлаки	Механическая прочность, отсутствие сернистых металлов	Непосредственное использование
Отливаемость	Мостильный камень	Силикатные шлаки	Кислый, тягучий, бедный известью и богатый глинозёмом, отсутствие сернистых металлов	Отливка в расплавленном виде и отжиг, медленное остывание
Отливаемость	Камни для массивов подводных сооружений	Силикатные шлаки	Механическая прочность, химическая стойкость	Отливка в расплавленном виде и отжиг
Уминаемость полужидкой массы	Шлаковый кирпич	Силикатные шлаки	Кислый, тягучий, бедный известью и богатый глинозёмом	Смешивание расплавленных шлаков со шлаковым же пеком и уминание полужидкой массы и формы
Хрупкость при наличии твёрдости	Искусственный песок	Силикатные шлаки	Твёрдость, механическая прочность, отсутствие металлов	Быстрое охлаждение, измельчение
Вытягиваемость в нити	Шлаковая вата для тепловой изоляции	Силикатные шлаки древесноугольных печей	Те же и отсутствие сернистых металлов	Раздробление шлак. струи диаметром 10–15 мм струёй водяного пара
Содержание аморфной кремнекислоты	Искусственные гидравлические добавки, дающие шлак, цемент, настоящий шлаковый портландский цемент, смешанный цемент	Основные шлаки коксовых домен	Отношение $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ , не менее 1, малое содержание глинозёма	Охлаждение огненножидких шлаков в холодной воде (или в воздухе особыми приёмами), помол, смешивание с известью, иногда обжиг и новый помол
Стекловидная текстура	Стекло	Силикатные шлаки	Малое содержание глинозёма	Введение в шлаки щелочей и добавочной кремнекислоты
Прозрачность и красивый цвет	Искусственные драгоценные камни	Силикатные шлаки	—	Выбор подходящих кусков и шлифовка
Содержание зёрен чугуна	Добыча чугуна	Доменные шлаки серых чугунов из древесноугольных печей	—	Разбивание, промывка, переплавление
Содержание железа	Добыча чугуна	Шлаки сварочных и т. п. печей как руда для домен	—	Разбивание, промывка, переплавление
Содержание фосфорной кислоты	Фосфорнокислые удобрения – томасшлак	Шлаки, получаемые при томасировании	—	Размол
То же	Фосфорнокислое удобрение – мартеновские шлаки	Шлаки, получаемые при мартеновании	Проведение процесса при введении извести, вообще избытка оснований	Размол
Цементирующая способность	Изготовление угольных брикетов	Основные доменные шлаки	—	Смешивание угольной пыли с доменным шлаком и водой, прибавление отжимок сульфитного процесса обработки целлюлозы, брикетирование, просушка и обжиг
То же	Брикетирование различных руд, в частности пиристов	Основные доменные шлаки	—	Смешивание руды с 10–20 % шлака и 4–10 % извести или глинистых веществ, брикетирование

ления использования в первой половине XX в. доменных и других металлургических шлаков, в зависимости от их свойств, приведены в табл. 1.

Наиболее массовые и перспективные направления использования доменного шлака – производство кирпича и цемента, требовали его предварительной грануляции, поэтому установка для грануляции в первой четверти XX в. стала обязательным атрибутом любой более-менее крупной печи.

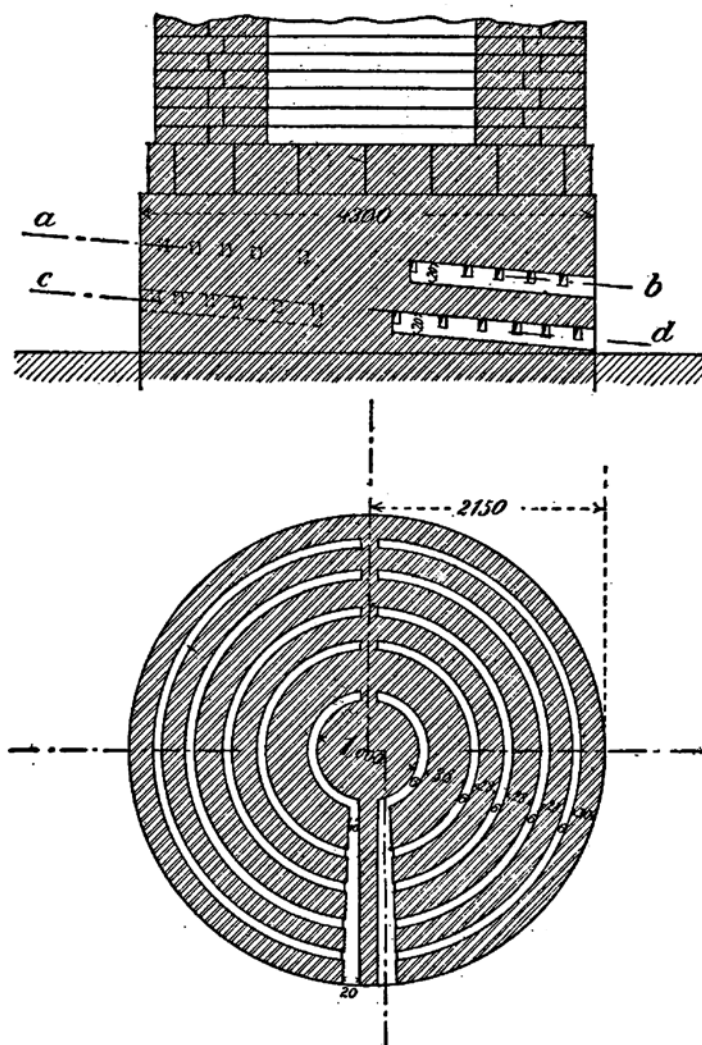
Применялась простая и дешёвая водная грануляция с использованием шлакового желоба, бассейна и грейферного крана, однако такой простейший способ требовал очистки большого количества сточных вод, а также сооружения отдельной установки для каждой печи (лишь иногда удавалось использовать один бассейн для двух печей). Значительные неудобства создавали выбросы пара и сернистых газов. По этим причинам появились усовершенствования мокрой грануляции, а затем и новые способы – полусухой и сухой.

Усовершенствования заключались в том, что у каждой печи сооружалась небольшая вентилируемая установка, в которую стекал шлак, и куда под напором подавалась вода. Их этой установки гранулированный шлак по вентилируемому сборному желобу потоком воды транспортировался в общий бассейн, откуда извлекался грейфером для отгрузки в вагоны. Это решало упомянутые проблемы, кроме большого расхода воды, которую требовалось подвергать очистке.

Полусухая грануляция осуществлялась в вентилируемых «мельницах», состоящих из чугунного барабана, внутри которого на вертикальном валу вращались с высокой скоростью (350 об./мин.) один или несколько дисков с лопатками. Сюда же подавалась вода, необходимая для грануляции (от ее расхода зависела крупность гранул). Далее гранулированный шлак транспортером перемещался в бункер, откуда отгружался в вагоны. Использование полусухой грануляции позволяло снизить влажность шлака с 20-30 до 6-10 % и значительно сократить количество используемой воды.

Для минимизации расхода воды была разработана установка сухой грануляции, представляющая собой барабан диаметром 1,5 и длиной 15 м, установленный под небольшим углом и приводимый в движение электромотором. В верхнюю, загрузочную, часть подавался шлак, который разбрызгивался по стенкам барабана струей воздуха, скатывался по ним и, перемещаясь вдоль барабана, выходил через нижнюю, разгрузочную, часть. Для регулирования крупности гранул в барабан подавалось небольшое количество воды.

Необходимо отметить, что стоимость шлака составляла менее процента от стоимости чугуна, и его массовое использование было вызвано не только желанием заработать на нем, но и необходимостью снизить расходы на



его хранение в отвалах. В периоды кризисов, когда чугун не находил сбыта, а потребность в материалах для дорожного строительства оставалась стабильной, привлекательность шлака возрастала настолько, что некоторые предприятия работали ради получения шлака и доменного газа, продавая чугун в качестве побочного продукта по низким ценам.

### «ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ»

Шлак являлся наиболее крупнотоннажной попутной продукцией доменного производства, но, отнюдь, не единственной. Многие «замечательные продукты» (как отмечал Джон Перси в книге «Металлургия чугуна», изданной в 1854 г.) находили в печах после выдувки. Особенно актуальным было использование этих продуктов для древесноугольных доменных печей, кампания которых продолжалась не более полутора лет.

Конструкция  
лещадки с каналами  
для отвода  
свинца



Вот как описывает Джон Перси состояние доменной печи после выдувки. «Обильные цинковые настывы пристають к колошнику в виде сосцеобразных масс, ... скопления, состоящие из кокса, мусора, шлака и обожженной извести ... обильно усеяны зернами свинца. Азотистый и синеродистый титан образует гнезда, жилки или блестящие медно-красного цвета на кусках чугуна, вынимаемых из углов и щелей горна. В щелях горна часто находят сурик, закись свинца, глет, в прекрасных кристаллах металлический свинец. В заплечиках – поваренная соль, хлористый и синеродистый калий».

Соли щелочных металлов были постоянными попутными продуктами доменных печей, работавших с открытой грудью и колошником. В 1840-х гг. на заводе в австрийском городе Марицелле на поверхности отверстия в горне доменной печи (его проделали для освещения литейного двора) скапливалось значительное количество цианистого калия. Его стали собирать и применяли

*Необходимо отметить, что стоимость шлака составляла менее процента от стоимости чугуна, и его массовое использование было вызвано не только желанием заработать на нем, но и необходимостью снизить расходы на его хранение в отвалах.*

для гальванопластики. На печах с закрытым горном и колошником цианистые и хлористые соединения щелочных металлов конденсировались и осаждались преимущественно в газопроводах. Их извлечение было затруднено и дальнейшего применения они не находили.

Настывы, содержащие до 90 % оксида цинка, регулярно извлекали из доменных печей, работающих на цинксодержащих железных рудах, и продавали в качестве сырья на заводы по производству цинка. В Бельгии цинковая настыв, называемая «туция», пользовалась большим спросом у производителей цинка. Однако на заводе в Серене считали более выгодным использовать ее для производства масляной краски для деревянных и железных изделий вместо используемой обычно краски на основе оксида свинца.

Еще одним «продуктом» доменной плавки (в случае работы на полиметаллических рудах) был свинец. В Верхней Силезии в доменных печах применялись железные руды со значительным содержанием свинца и серебра. На заводе в Тарновице горным инспектором Банзенем была внедрена конструкция лещади, которая позволяла извлекать свинец в виде отдельного продукта и минимизировать при этом риск «побега» свинца из горна. В 1891 г. 30 доменных печей Верхней Силезии «произ-

**Таблица 2 – Состав колошниковых газов некоторых доменных печей Европы второй половины XIX в. (по А. Ледебуру), % (объем.)**

	N <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Завод Форденберг (древесный уголь, белый чугун)	56,7	25,5	15,3	1,7	0,8
Шведская древесноугольная ДП (данные Ринмана, 1877 г.)	57,3	23,1	14,8	4,3	0,5
Кливлендская коксовая ДП (данные Белла, 1882 г.)	59,8	26,4	11,7	2,1	–
Завод Феникс близ Руурорта (белый чугун, 1875 г.)	59,0	28,1	10,7	1,7	0,5
Завод Феникс близ Руурорта (марганцовистый чугун)	62,8	31,0	5,3	0,5	0,4
Завод в Эше (серый чугун, оолитовая руда «минетт»)	59,8	23,5	13,8	0,1	2,2

вели» 760 т цинковых колошниковых настывов и 1228 т серебросодержащего свинца.

### МЕЧТЫ ДЖЕЙМСА БУДДА

Два «продукта» доменной плавки вошли в постоянный заводской оборот в середине XIX в., когда на доменных печах в массовом порядке стали закрывать колошник и отводить доменные газы. Первый из них – колошниковый газ, высокое содержание в котором горючих компонентов – монооксида углерода, водорода и углеводородов делало его ценным топливом (табл. 2).

Начало полезному использованию химического потенциала доменного газа положил Фабер-дю-Фор, который в 1837 г. организовал отвод газа ниже уровня засыпи шихтовых материалов с последующим его сжиганием. Через три года Филипп Тайлор, управляющий машиностроительных мастерских в Марселе, получил заказ на воздухоудвную машину для завода в Рюстреле в департаменте Воклюз. Поскольку местность, где располагался завод, не располагала значительными топливными ресурсами, Тайлор предложил хозяину завода использовать колошниковый газ.

Долгое время Тайлору не удавалось обеспечить эффективную работу машины из-за того, что паровой котел располагался на колошнике, а пар от него по длинной трубе поступал вниз, теряя давление. Тайлор предложил закрыть колошник, а газы отводить широкой чугунной трубой к паровому котлу, расположенному на земле рядом с печью. Для загрузки шихтовых материалов им был сконструирован засыпной аппарат, который позволял производить загрузку без открывания колошника. Также Тайлор сконструировал систему подачи газа и воздуха в топку парового котла посредством множества трубок, обеспечивающих их эффективное смешивание, и

Таблица 3 – Состав колошниковой пыли некоторых доменных печей Германии в конце XIX века (по А. Ледебуру), % (масс.)

	Древесноугольная доменная печь завода Ротехютте	Древесноугольная доменная печь завода в Грёдице (луговые руды)	Коксовая доменная печь завода в Мюльгейме (Рур)	Коксовая доменная печь завода в Гляйвице (Силезия)	Коксовая доменная печь завода в Эше (оолитовая руда «минетт»)
SiO <sub>2</sub>	35,88	52,66	24,05	7,45	10,10
CaO	16,64	4,12	25,95	3,14	8,20
MgO	1,97	следы	2,31	2,90	0,79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,46	23,70	0,91	20,41	29,50
MnO	2,40	3,04	0,37	1,34	0,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,94	2,26	10,09	2,07	10,73
ZnO	2,23	–	1,30	26,88	7,45
PbO	–	–	–	13,65	–
K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	12,84	5,02	26,58	7,96	2,17
SO <sub>3</sub>	20,89	4,01	1,71	0,24	0,58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	–	–	–	1,63
C	–	–	–	11,40	13,74

использовал клапана, позволяющие регулировать поступление воздуха и газа для обеспечения оптимального соотношения между ними.

В 1848 г., аналогичным образом использовал колошниковый газ Джеймс Палмер Будд, который отводил его на 14 м от печи и сжигал в топке паровой машины. Полученные результаты столь впечатлили Будда, что он писал по этому поводу: «Мне кажется, несравненно выгоднее пускать в ход доменную печь, даже как простой газовый генератор, не проплавляя в ней ничего, а, только пользуясь развивающимися в ней газами, которые и отводить для нагрева паровиков и воздухонагревательных аппаратов, нежели устраивать отдельную топку для каждого из этих приборов. Этот вывод мне внушает идею огромного преобразования в металлургии, которое будет состоять в совершенно особом расположении печей и заводов, способном ежегодно дать, при одном только железном деле, экономию несравненно более, нежели в 1 млн. фунтов стерлингов».

Идеи Будда реализовали только в конце XX в., причем только на передовых металлургических предприятиях, которые стали производить на продажу электроэнергию, используя химический потенциал металлургических газов. Более ста лет колошниковый газ потреблялся исключительно на заводские нужды, в первую очередь, на нужды самого доменного цеха: на отопление воздухонагревателей доменных печей и паровых воздухоподувных машин, а позднее – паровых турбовоздуходувок и газовых воздуходувок.

В первой половине XX в. на тонну выплавляемого в доменной печи чугуна образовывалось 3000-4000 м<sup>3</sup> доменного газа, теплотворная способность которого соот-

ветствовала 300-500 кг хорошего угля. Таким образом, доменная печь играла роль эффективного газогенератора. С появлением в составе металлургических предприятий коксохимических производств, где производилось улавливание и очистка коксового газа (это произошло в последней четверти XIX в.), структура потребления газов усложнилась. Коксовый и доменный газ в различных соотношениях стали основой энергетического баланса металлургического предприятия, однако, для их рационального использования предприятию требовалось иметь единую газовую сеть.

Об эффективности использования доменного газа на мощных комбинатах полного цикла дает представление информация Съезда американских доменщиков, прошедшего в 1920 г. в Чикаго. Приводились следующие данные о распределении доменного газа, %:

- отопление кауперов доменных печей – 22,5;
- сжигание на воздуходувках доменных печей – 14,1;
- отопление коксовых печей – 29,15;
- нагревательные колодцы прокатных станов (смесь 25 % коксового и 75 % доменного газа) – 7,6;
- нагревательные печи прокатных станов (смесь 33 % коксового и 67 % доменного газа) – 12;
- мартеновские печи (смесь 40 % коксового и 60 % доменного газа) – 9,65;
- потери – 5.

## ЦЕННАЯ ПЫЛЬ

С началом использования колошникового газа появились и первые аппараты для его очистки, поскольку запылённый газ делал невозможной работу устройств, в которых он применялся. При использовании колошни-





кового газа для нагрева кауперов и в качестве топлива для паровых котлов ограничивались «грубой» очисткой от крупной пыли (80-90 % от общей массы пыли). Применение колошникового газа в качестве топлива для газовых воздуходувок, мартеновских и коксовых печей сделало актуальной «тонкую» очистку от мелкофракционной пыли.

В 1920-х гг. тонкую очистку стали применять для всех потребителей доменного газа, включая воздухонагреватели. К 1930 г. наибольшее распространение в качестве аппарата для тонкой очистки получил дезинтегратор системы Тейзена. В Европе на него приходилось 27 из 33 млн. м<sup>3</sup> в час суммарных мощностей по газоочистке. Хотя дезинтеграторы были достаточно дешевы, просты и надежны в эксплуатации, они требовали значительных расходов воды и электроэнергии. По этой причине в качестве альтернативы использовались сухая и электростатическая газоочистка.

Состав улавливаемой пыли изменялся в очень широких пределах, в зависимости от используемых руд и способов их подготовки к плавке, размеров печи, вида топлива, конструкции улавливающих устройств и других факторов (табл. 3).

В начале XX в. было установлено, что крупная пыль представляет собой главным образом частицы шихтовых материалов, образовавшиеся от ударов при загрузке. Тонкая (мелкая или мелкодисперсная) пыль преимущественно выносится из нижних горизонтов печи, образуется в результате истирания кусков шихтовых материалов, и является продуктом газификации и последующей конденсации оксидов кремния, марганца и щелочных металлов, а также распада диоксида углерода с образованием сажи. При горячем ходе печи и при выплавке ферросплавов количество тонкой пыли возрастало. Миновав газоочистку, легкая тонкая пыль отно-

силась газом дальше по трубопроводу и осаждалась в дальних участках газового тракта (табл. 4).

В ряде случаев, при переработке руд, содержащих значительные количества элементов, склонных к возгонке, колошниковая пыль могла быть использована в качестве сырья для дальнейшей переработки на сторонних предприятиях (как правило, на заводах по производству свинца или цинка). Например, 30 доменных печей Верхней Силезии в 1891 г. произвели 8450 т цинксодержащей пыли.

Помимо оксидов цинка и свинца, а также цианистых соединений, в доменной пыли иногда в значительных количествах присутствовал сульфат натрия, который извлекали растворением для дальнейшего использования.

**Таблица 4 – Состав отложений колошниковой пыли в различных частях газового тракта американского завода «Дюкен» (по А. Новоспаскому), % (масс.)**

Компонент	Место отбора проб материалов			
	Сухой газоочиститель	Скруббер	Дымохода паровых котлов	Цилиндра газовых машин
SiO <sub>2</sub>	8,80	15,00	23,84	18,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,61	7,64	12,65	15,55
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0,89	1,00	3,52	2,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	56,10	58,73	9,43	4,71
CaO	2,38 (сумма двух оксидов)	1,55	15,52	12,20
MgO		0,15	1,62	1,68
Щелочи		–	6,96	42,89
Потери при прокаливании	14,48	15,92	23,90	2,17



## РЕЦИКЛИНГ

При работе на обыкновенных железных рудах основными компонентами колошниковой пыли были мелкие частички руды и топлива. В этом случае главным элементом, который требовал извлечения, было железо, а агрегатом для его извлечения, соответственно, сама доменная печь.

В первой четверти XX в. на крупных доменных печах с колошниковой пылью выносилось до 15 % загружаемой руды, поэтому проблема ее «возвращения» обратно в производственный цикл (рециклинг) была весьма актуальной, особенно с учетом того, что других потребителей на нее не находилось, и часто она просто направлялась в отвал. Самым простым способом рециклинга было увлажнение пыли с последующей загрузкой в печь, что по-



Железистый шлак кричного передела чугуна в железо, отлитый в блоки, и заросший шлаковый отвал. Железодельательный завод Гравендал, Швеция

зволяло в определенной мере снизить вторичный унос, однако кардинально проблему не решало.

Другим способом, позволяющим вернуть колошниковую пыль в доменную печь, было вдувание ее в горн. С этой целью применялась установка конструкции Гескампа, обеспечивающая вдувание через специально установленное сопло с помощью тонко очищенного сжатого колошникового газа. После того, как были решены проблемы со стойкостью сопла и трубопроводов к абразивному износу, эта установка получила распространение на ряде заводов Германии (например, такими установками были оборудованы все печи завода «Рурорт Мейдрих»).







Хотя установка Гескампа много лет использовалась в Германии и хорошо зарекомендовала себя, это была, безусловно, полумера. Проблема утилизации колошниковой пыли была решена массовым внедрением установок подготовки железорудного сырья путем его спекания (агломерации). Однако необходимо отметить, что и этот способ нельзя считать панацеей, поскольку окончательным решением проблемы колошниковой пыли можно считать только использование сырья такой прочности, которая обеспечивает лишь минимальное ее образование.

### ЭФФЕКТИВНЫЙ УТИЛИЗАТОР

Доменная печь являлась эффективным агрегатом для переработки железосодержащих отходов других металлургических переделов, например, прокатной и молотовой окалины, сварочных и пудлинговых шлаков. В этом каче-

стве выступали ещё британские доменные печи XVII в., использовавшие в шихте шлаки производства железа, которые в большом количестве оставили римские и скандинавские завоеватели в районе Форест-оф-Дин. Эти шлаки содержали 30-40 % железа, а количество их было таково, что, как отмечал Джон Перси, «двадцать доменных печей работали на протяжении 300 лет преимущественно на этом материале».

Когда обнаружилось, что шлаки сыродутных печей прекрасно подходят для переработки в доменных печах, это тут же привело к организации сопутствующего бизнеса. Об этом упоминает тот же Перси: «образовался новый вид собственности – обширные отвалы шлаков, оставшихся от римлян и датчан, создали новый род владения – стали вновь откапывать огромные склады шлаков, которые в течение многих веков были покрыты лесами...».



В больших масштабах использование в доменной шихте железистых шлаков началось с середины XIX в., когда в употребление вошло горячее дутье. Его использование позволило эффективно перерабатывать шлаки кричного передела чугуна в железо, которых за несколько столетий накопилось немалое количество в отвалах старых заводов.

В больших количествах в доменных печах использовались пудлинговые шлаки. Например, доменные печи завода Дау-лэйс в 1860-х гг. при выплавке тонны чугуна использовали, помимо руды, до 500 кг пудлинговых шлаков. Однако их применение имело характерную особенность, поскольку в условиях пудлингового передела в шлак переходило значительное количество фосфора, содержащегося в перерабатываемом чугуне. Это ограничивало максимальную долю шлаков в доменной шихте, а с переходом к производству литой стали по способу Бессемера стало и вовсе невозможным.

Впрочем, с изобретением томасовского процесса, требующего содержания в чугуне до 4 % фосфора, пудлинговые шлаки не только стали желанным сырьем для доменных печей Германии, но и, благодаря этому, значительно поднялись в цене. Более того, после полной выработки немецких отвалов пудлингового шлака этот некогда отход стал импортироваться в страну из Великобритании и Бельгии.

### ВАГРАНКА – ПЕЧЬ С КУПОЛОМ

Еще одним постоянным компонентом доменной шихты в эпоху индустриализации (до широкого распространения мартеновских печей) был чугунный и железный лом. Его использовали в качестве постоянной добавки к шихте, но особенно много крупногабаритного лома проплавливали во время выдувки печей. Вот как описывает этот процесс Перси: «жар доменной печи используют для расплавления больших чугунных и железных вещей всего весом до 20 тонн, ... сначала вводятся самые большие штуки, например наковальни и головы больших молотов, потом прибавляют легкие куски. На последнюю колошу чугуна насыпают до двух тонн кокса или древесного угля, чтобы расплавить шлаки, приставшие к печи».

Использование доменных печей для переплава металлолома было настолько успешным, что в разгар Промышленной революции оформилось новое направление в совершенствовании конструкции этого агрегата – создание шахтной «ломоплавильной» печи. Наиболее удачной и известной конструкцией стала, так называемая «рациональная шахтная печь», которую внедрил в производство англичанин Джон Вилкинсон.

В России чугуноплавильная печь независимо от размера и конструкции называлась вагранкой. Согласно этимологии этого термина, предложенного В.И. Далем «вагранка, также варганка, происходит от варганить – работать, кипеть» (отметим, что корень варга – очень древний и связан с кузнечным ремеслом).



Джон Уилкинсон

Европейские технические термины, используемые для обозначения чугуноплавильных печей, различались. Особенно четко это заметно на примере Франции и Бельгии. Литейщики, странствовавшие по деревням Франции и Бельгии в эпоху Нового времени, для переплавки металлолома и чугунных чушек использовали переносные горны, которые именовались «кальями» (la calebasse). Такой передвижной горн состоял из трех основных частей: котла (помещенного на оси с двумя колесами), вложенного внутри огнестойным кирпичом; обматываемого глиной трубы – «наставыша» и ручных мехов. В таком горне можно было расплавить до 5 пудов чугуна или железного лома. Формовочным материалом для литейщиков служили дорожная пыль или смесь речного песка с «глиняной мутью». Для обозначения шахтной чугуноплавильной печи стали использовать термин le Cubilot – купольная печь. Аналогичные термины в конце XVIII в. вошли в употребление в немецком (Der Kupolöfen) и английском (Cupola furnaces) языках.

### «ЧУГУНОПОМЕШЕННЫЙ»

Важный вклад в распространение ваграночной плавки внес колоритный исторический персонаж – британский промышленник Джон Уилкинсон (1728-1804). Он внимательно относился к изобретениям, мог оценить их сущ-



*Длина пролета моста составляет 30,6 м, его вес – 384 т, в наши дни, как и в далеком прошлом, мост вызывает живейший интерес любопытствующих туристов. Сразу после открытия к мосту стали приходить люди, его торопились зарисовать художники, а для соорудивших его мастеров и инженеров он стал самой лучшей рекламой.*







КРЕДИТНЫЕ ЖЕТОНЫ ДЖОНА УИЛКИНСОНА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКУЮ ТЕМАТИКУ

ность и практическую значимость: в 1754 г. он построил на заводе в Брэдли, по соседству с Коалбрукдейлом, доменную печь, работающую на коксе по образцу печей Дарби, а в 1775 г. купил первую паровую машину, вышедшую из мастерской Болтона и Уатта; кроме того, он имел ряд патентов, в частности на прокатную машину и паровой токарный станок.

Имея в 1761 г. в собственности только небольшое предприятие, доставшееся ему по наследству, Уилкинсон в 1772 г. выкупил завод в Брэдли, расширил его и прорыл ветку к Бирмингемскому каналу. Таким образом, он начал строительство своей обширной промышленной империи, в которую со временем вошли заводы, рудники и копи в Брозли, на реке Северн, заводы в Южном Уэльсе, корнуолльские оловянные копи и огромный склад с 6 пристанями в Лондоне. В некоторых регионах даже чеканился кредитный жетон с его профилем и надписью «Wilkinson – ironmaster» - Уилкинсон – железозаводчик. Это были так называемые кредитные монеты или жетоны, которыми коммерсанты и промышленники расплачивались с рабочими, и которые можно было обменять на деньги или отоварить в заводской торговой сети. Они были распространены в то время и позднее, в частности во Франции и в России.

Джон Уилкинсон стал производить сначала железные ступля, затем чаны для пивоваренных и винокуренных



ПОРТРЕТ СКВАЙРА ДЖОНА УИЛКИНСОНА, ТОМАС ГЕЙНСБОРО, 1776

заводов, потом – чугунные трубы всяких размеров. В 1776-79 гг. он принимал активное участие в проекте по сооружению первого в мире цельнометаллического чугунного моста через реку Северн. Длина пролета моста составляет 30,6 м, его вес – 384 т, в наши дни, как и в далеком прошлом, мост вызывает живейший интерес любопытствующих туристов. Сразу после открытия к мосту стали приходить люди, его торопились зарисовать художники, а для соорудивших его мастеров и инженеров он стал самой лучшей рекламой. На северном конце моста по пятницам процветал возникший сам собой рынок (эта традиция сохранилась по сей день). Вскоре вокруг моста вырос небольшой городок Айронбридж – буквально: «Чугунный мост».

Затея с чугунным мостом была далеко не единственным предприятием Уилкинсона на ниве популяризации нового конструкционного материала. Постройка железного моста не заключала в себе, в конце концов, ничего такого, что переворачивало бы вверх дном общепринятые идеи. Но заставить плавать железные корабли – это казалось вызовом здравому смыслу. Когда вскоре после открытия моста в Брозли Уилкинсон впервые заговорил об этом, то все твердо уверовали, что эксцентричный промышленник болен новой формой помешательства – манией железа. С того времени к нему приклеилось прозвище Iron Mad – чугунопомешанный. Однако будучи уверенным в принципе Архимеда,





Чугунный обелиск на могиле  
Джона Уилкинсона

он игнорировал эти разговоры и в июле 1787 г. на воды Северна было спущено судно, построенное из скрепленных болтами листов железа.

«Оно отвечает всем моим ожиданиям, – писал Уилкинсон одному приятелю, – и убедило маловерных, которых было 999 из тысячи». Первыми судами, построенными по этой модели, были небольшие речные баржи грузоподъемностью в 20 т.

Менее удивительной новинкой, заслуживающей, однако, упоминания, было использование чугуна для производства водопроводных труб. В 1788 г. Уилкинсон вы-

полнил заказ, размеры которого сделали бы его невероятным в глазах предшествующего поколения – он отлил более 70 км чугунных труб для водоснабжения Парижа.

Подобные результаты все более внушали ему страсть к своей отрасли промышленности и безграничную веру в её будущее. К концу жизни он любил повторять, что железо призвано заменить большинство употреблявшихся тогда материалов, что наступит время, когда везде будут видны железные дома, железные дороги, железные корабли. Он призывал активнее использовать чугун и железо в строительстве, и даже построил чугунную церковь. После его смерти в 1805 г., согласно последней воле покойного, его

похоронили в чугунном гробу, а над могилой установили чугунный обелиск. Говорят, при жизни он любил носить чугунную шляпу. Кто знает, ... может быть, это и правда...

Чугунный обеденный  
стол, Коалбрукдкейл,  
Великобритания



## ПРОДАЖА ПО КАТАЛОГАМ

«Промышленная экспансия» Уилкинсона распространилась и на континентальную Европу. Во Франции и Германии он организовал чугунолитейные заводы по английскому образцу. В Германии первый такой завод был построен в Верхней Силезии в 1789 г. Другим заводом Германии, построенным по английской технологии, был Глейвитский металлургический, основанный в 1794 г. английским инженером Бильдоном, который до этого работал на заводе в Карроне. Глейвитский чугунолитейный завод производил архитектурное, художественное и бытовое литье.

В конце XVIII в. в Англии и Германии вошли в обиход каталоги чугунного литья. В первой четверти следующего столетия мода на художественные изделия из чугуна получила повсеместное распространение. Особенно широко тиражировалась античная пластика.

После посещения Александром I в 1816 г. Берлинского чугунолитейного завода и выставки Академии наук в Берлине





Чугунное литье, которое можно было заказать по каталогам в середине XIX в., Коалбрукдейл, Великобритания.

*В конце XVIII в. в Англии и Германии вошли в обиход каталоги чугунного литья. В первой четверти следующего столетия мода на художественные изделия из чугуна получила повсеместное распространение. Особенно широко тиражировалась античная пластика.*

выпуск художественного литья из чугуна был налажен на императорских заводах Солонца и Петрозаводска в Карелии. Лидерами в овладении инновационных технологий стали Каслинский и Верхне-Выксунский чугунолитейные заводы. По поводу продукции последнего историк П. П. Свиньин писал в 1826 г.: «Нельзя не упомянуть о достоинствах здешнего чугуна и литья из него. Он мягок и имеет вместе такую необыкновенную упругость, какой по своим путешествиям я не замечал ни на одном заводе, как в

Чугунная Андромеда, Коалбрукдейл, Великобритания.



России, так и в Швеции, Англии, США. Общие свойства чугуна – твердость, хрупкость, ломкость, но здешний гибок, как пружина, и крепок в соединении частей своих. Доказательством служит Петровский театр в Москве, где ложи висят на кронштейнах или на пальцах из сего чугуна».

### ДОМНИНА ДОЧЬ

Конструкция первых вагранок представляла собой уменьшенную и упрощенную копию доменной печи, поэтому вполне естественно, что вначале при ведении ваграночной плавки пытались применять способы управления процессом, опробованные на доменной печи. Попытки копировать в первоначальных конструкциях вагранок внутренний профиль доменных печей не дали положительных результатов, и в то же время создавали затруднения при ремонте. Постепенно, с накоплением производственного опыта, попытки делать внутренний профиль вагранки подобно доменным печам были оставлены, и перешли к простому цилиндрическому очертанию.

В поисках увеличения мощности вагранок конструкторы быстро пришли к идее подачи дутья не через одну или две узкие фурмы, как это практиковалось на первом этапе развития ваграночной плавки, а через большое количество фурм, расположенных в одном горизонтальном ряду, при пониженном давлении.



Вагранка, получившая законченное конструктивное оформление в конце XVIII в., быстро завоевала первенствующее положение среди других плавильных агрегатов чугунолитейного производства благодаря возможности использования широкого спектра вторичных ресурсов металлолома, простоте обслуживания, надежности в работе и большой гибкости ведения процесса плавки.

### В КОНВЕРТОРНОМ ЦЕХЕ

Важную роль вагранки в освоении и распространении конверторного способа получения литой стали. В конвертора чугун должен был подаваться только в жидком виде, поэтому в тех случаях, когда конвертерные цеха входили в состав предприятий, не имеющих доменного производства, в них устанавливались вагранки. В конце XIX в. наибольшее распространение получили конструкции вагранок Ireland и Krigar.

Высота плавильного пространства этих вагранок составляла от 2,5 до 4 м при работе на коксе, от 4 до 6,5 м при работе на древесном угле. Диаметр достигал 2 м, а высота трубы – 7,5 м. Фурмы располагали в два или три ряда по 4-8 штук в каждом. Для выпуска шлака использовали «очко» (1 или 2 шт.).

В начале плавки вагранку наполовину наполняли коксом (или древесным углем) и ставили на «естественную тягу» (через трубу) для разогрева. Затем загружали кокс и чугун переменными слоями, добавляя из-

Художественное и архитектурное чугунное литье Выксунских заводов в экспозиции музея-усадьбы Баташовых-Шепелевых.



Интерьер литейной чугунолитейной мастерской – мини-завода середины XIX в., музей-заповедник «Викторианский город», Айронбридж-Горж, Великобритания.

*Конструкция первых вагранок представляла собой уменьшенную и упрощенную копию доменной печи, поэтому вполне естественно, что вначале при ведении ваграночной плавки пытались применять способы управления процессом, опробованные на доменной печи.*

вестняк, необходимый для ошлакования золы кокса. Чугун периодически выпускали в специальные ковши, а шлак – в шлаковые ямы. Для окончания плавки прекращали загрузку и ждали пока весь чугун (сильно «опережающий» в своем движении кокс) не расплавится и на фурмах не останется только кокс. После этого лещадь вскрывали (разламывая футеровку стенок металлоприемника – копежа), оставшийся в печи кокс выгребали и заливали водой. Восстановление футеровки занимало обычно около 2-х дней и производилось специальной бригадой в конце рабочей недели. Производительность вагранок определялась их размерами и достигала 12 тонн в час, расход кокса составлял 6-12 % от массы проплавляемого чугуна.

Помимо расплавления передельного чушкового чугуна и металлолома вагранки применялись также для расплавления «шпигеля» или «зеркального» чугуна с высоким содержанием марганца. Шпигель добавлялся в конвертор после продувки, к уже готовому металлу в количестве 5-8 % (масс.) для обеспечения обессеривания получаемой литой стали. \*

## Глава 6

# Стальные скрепы государства

Думой сильного владыки –  
Волей Бога самого  
Совершайся труд великий,  
Света знаний торжество!

Лягте, горы! Встаньте бездны!  
Покоряйся нам, земля!  
И катися, путь железный,  
От Невы и до Кремля!

**Степан Шевырев. Из оды на строительство  
Николаевской железной дороги (журнал  
«Москвитянин»)**

Труд этот, Ваня, был страшно громаден, –  
Не по плечу одному!  
В мире есть царь: этот царь беспощаден,  
Голод названье ему.

... Он-то согнал сюда массы народные.  
Многие – в страшной борьбе,  
К жизни воззвав эти дебри бесплодные,  
Гроб обрели здесь себе.

Прямо дороженька: насыпи узкие,  
Столбики, рельсы, мосты.  
А по бокам-то все косточки русские...  
Сколько их! Ванечка, знаешь ли ты?  
**Николай Некрасов. Железная дорога**









**ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА В НАШИ ДНИ ЯВЛЯЕТСЯ** чем-то обыденным, кажется, что она существовала всегда и немногие из тех, кто пользуется ею, задумываются об истории ее возникновения и развития. Более-менее разветвленная и протяженная железнодорожная сеть, позволяющая без особых неудобств и в сжатые сроки добраться до нужного места, существует в нашей стране всего полтора века. Те же, кто интересуется тем, как была сооружена грандиозная железнодорожная сеть, связавшая воедино самые отдаленные районы нашей страны, обычно знакомятся с историей и техникой собственно железнодорожного строительства, а также иногда обращают внимание на колоссальные жертвы и злоупотребления, имевшие место в ходе этого масштабного процесса. При этом нередко без внимания остается тот факт, что сооружение сети железных дорог и строительство подвижного состава дало мощный импульс развитию крупной отечественной металлургической промышленности, что во многом способствовало индустриализации страны.

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

Сегодня часто можно слышать, что современный менеджер должен, в первую очередь, владеть технологиями управления, а в технических тонкостях управляемой отрасли ему разбираться не так уж и важно. Надеемся, данный очерк наглядно покажет, какое значение при принятии управленческих решений имеют технические нюансы. Отметим, что в данном контексте железнодорожное строительство второй половины XIX в. является наиболее яркой иллюстрацией различных форм частно-государственного партнерства при реализации масштабных проектов со всеми плюсами и минусами этого процесса.

### НОВОЕ ДЕЛО

Россия вступила на путь индустриализации не в первых рядах. Это обстоятельство обусловило активное использование зарубежного опыта в технологической, управленческой и финансовой сферах. В литературе, посвященной становлению отечественной железнодорожной отрасли, нередко затрагивается вопрос о злоупотреблениях и коррупции, которые имели место в ходе этого процесса и приводили к катастрофам с человеческими жертвами. Однако, помимо «менталитета», которым, как правило, объясняют этот факт, имели место и объективные причины. Главная из них заключалась в том, что значительные капиталовложения при несовершенном на первых порах правовом и техническом регулировании просто не могли не иметь подобного рода неприятных последствий.

С аналогичными «болезнями роста» сталкивались все страны, вступавшие на путь индустриализации, и Россия здесь отнюдь не была исключением. Более того, это не

связано и с имеющейся политической системой, точнее, от нее зависит масштаб злоупотреблений, но не их наличие. Например, США, которые трудно заподозрить в отсутствии традиций демократии и самоуправления, страдали от коррупции и железнодорожных катастроф даже в большей степени, чем самодержавная Россия.

Отметим, что формирующаяся государственная политика в области железнодорожного строительства, во многом определялась традициями государственного управления, так что России было из чего выбирать пример для подражания. По этому поводу В.М. Верховский, автор «Исторического очерка развития железных дорог в России», отмечал: «правильное суждение ... о железнодорожной политике, которой держалось в разное время наше правительство, возможно лишь при взгляде на дело с точки зрения данной эпохи и при сопоставлении с тем, что ... происходило в других странах».

### БРИТАНСКИЙ «LAISSEZ-FAIR»

В Великобритании, где впервые появился железнодорожный транспорт, господствовало мнение, что главной причиной Промышленной революции, выдвинувшей страну на передовые позиции в мире, была политика невмешательства государства, при которой ничем не стесненная частная инициатива служила источником экономического развития и роста (так называемая политика *laissez-fair* – от французского «позволять» и «рынок»). В железнодорожном строительстве этот принцип выразился в том, что первоначально государство практически не принимало участие в планировании, строительстве и управлении железными дорогами, отдав эту деятельность «на откуп» предпринимателям.

В стране к тому времени сформировался класс крупных промышленников, которые имели опыт реализации масштабных проектов по строительству индустриальных объектов и транспортных артерий (в первую очередь –

ШАХТА В МИДДЛТОНЕ  
И ПАРОВОЗ БЛЕКИН-  
ШОПА, 1814 г.

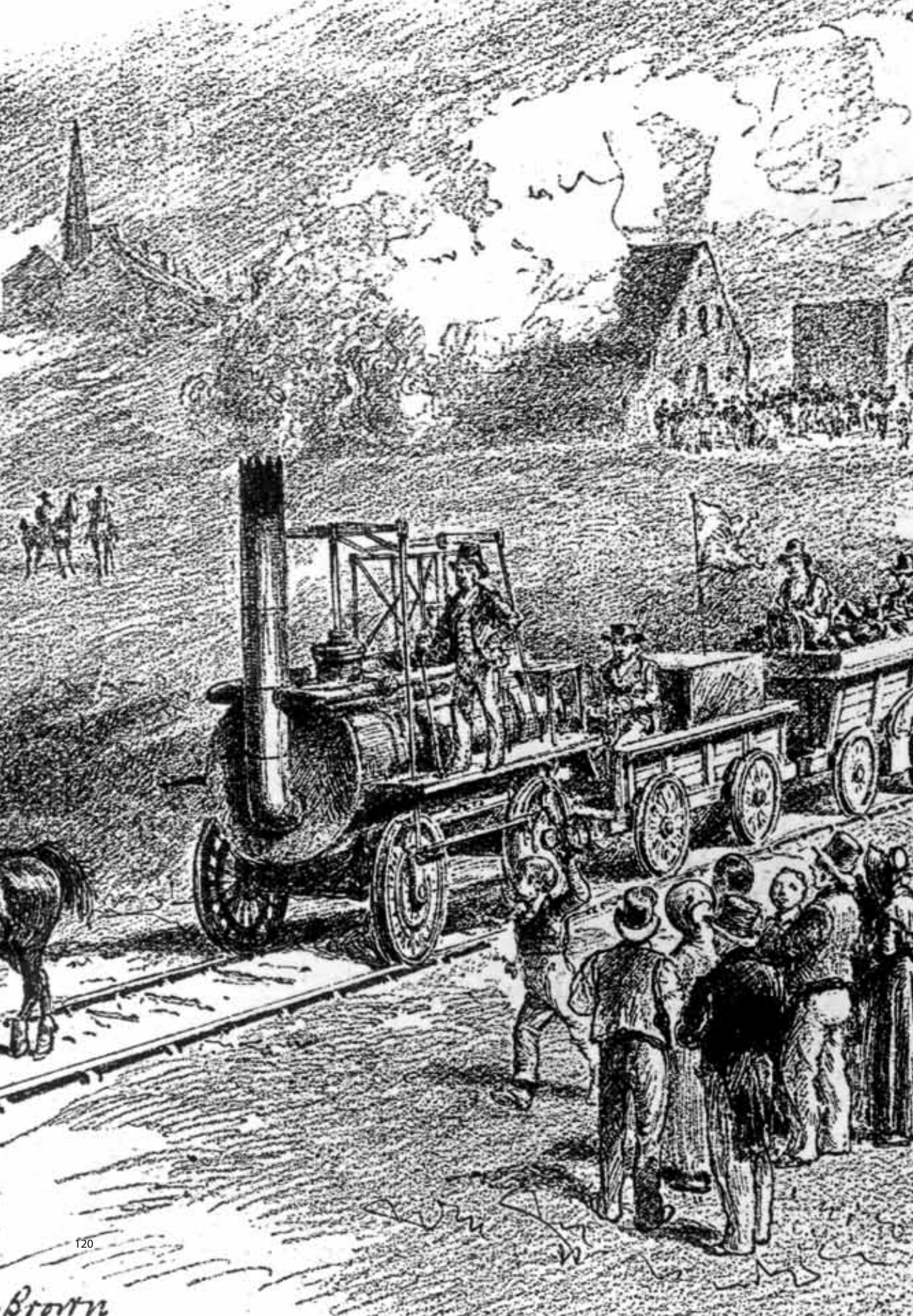




Символы Виктори-  
анской индустри-  
альной Великобри-  
тании: Шотландская  
доменная печь и  
паровоз, Музей-  
заповедник  
Айронбридж-Горж







Открытие линии  
Стоктон-Дарлингтон





каналов), а также имелись талантливые и опытные инженеры, которые осуществляли эти проекты. Эти люди и были создателями первых заводских и шахтных железных дорог. Кроме того, государственными служащими в Великобритании традиционно были, в основном, представители земельной аристократии, а пути сообщения (шоссе и каналы) находились в частной собственности. Таким образом, компетенции в сфере строительства путей сообщений находились у частных предпринимателей, а не у государственных структур.

Позднее, когда опыт строительства и эксплуатации железных дорог показал, что политика *laissez-fair* нередко приводит к злоупотреблениям, связанным с монополизацией, и техническим несурзностям, в том числе, строительству различными компаниями дублирующих линий, а также к катастрофам, вызванным отсутствием единых стандартов управления движением, парламент принял более активное участие в этом процессе, подвергая тщательной проверке проекты строительства новых линий с целью защиты простых граждан.

При этом британская государственная власть придерживалась политики информирования общества, не карая самостоятельно железнодорожные фирмы в случае их некорректного поведения или технических просчетов, приводивших к авариям, а широко информируя общественность о случившемся в надежде, что виновник будет «наказан рублем». Что касается коррупции, то ее не могло быть в условиях, когда строительство финансировалось только частными инвесторами, однако мошенничества и биржевые пузыри, конечно, имели место, как и подкуп при решении спорных земельных вопросов.

Униформа учеников  
Политехнической  
Школы (1795-1854)

### ФРАНЦУЗСКИЙ «ДИРИЖИЗМ»

Политика Франции в железнодорожной сфере на протяжении XIX в. была удивительно стабильной, несмотря на то, что на протяжении всего века политическое устройство страны неоднократно менялось от имперского к республиканскому и обратно.

Задолго до начала железнодорожного строительства, в эпоху правления Людовика XIV, когда Жаном-Батистом Кольбером была внедрена экономическая политика меркантилизма, во Франции была введена система максимизации доходов государства с целью финансирования военных мероприятий. При этом государство субсидировало крупные инфраструктурные проекты и способствовало развитию промышленности, предоставляя капитал и гарантируя доходность частным инвесторам. Именно этот опыт и стал основой политики в сфере железнодорожного строительства.

Ведущей роли государства в сфере железнодорожного строительства во Франции способствовала и концентрация инженерных компетенций в системе гражданской службы, составной частью которой стали государственные инженерные корпуса и школы, учрежденные в XVIII в. Эта система была уникальной для Европы и начала формироваться также при Людовике XIV и Кольбере. Потребности регулярной армии привели к созданию Инженерного корпуса (1697) и Корпуса мостов и дорог (1716). В 1747 г. были учреждены Школы военных инженеров и инженеров мостов и дорог. Наконец, в 1794 г., знаменитыми учеными и общественно-политическими деятелями Гаспаром Монжем и Лазаром Карно была создана Политехническая школа.

Многие французские инженеры и ученые, имена которых каждый знает со школьной или институтской скамьи, являлись выпускниками парижской Политехнической школы: Пуассон, Коши, Кориолис, Карно, Клапейрон, Беккерель и другие. Концентрация талантливых инженеров в рамках нескольких высших учебных заведений привела к созданию научных и инженерных школ, что обеспечило Франции почетное место в авангарде научно-технического прогресса. К началу эпохи железнодорожного строительства французские инженеры имели большой опыт прокладки шоссейных дорог и каналов.

В составе первого выпуска Политехническую школу закончил Жорж Дюфо – видный деятель французской индустриализации; позднее там же учился его зять Эмиль Мартен, отец Пьера Мартена. Кстати, отец Эмиля Мартена, Пьер-Доминик, был инженером путей сообщения. Он принимал участие в Египетской экспедиции Наполеона I, в 1831 г. спроектировал и построил 200-метровый подвесной мост через реку Гаронна. Таким образом, Пьер Мартен, сыгравший важнейшую роль во внедрении способа производства литой стали, является своего рода символом французской научной и образовательной политики XVIII-XIX вв., поскольку его дед по отцовской линии был инженером-дорожником, а дед по материнской линии – металлургом, получившим политехническое образование.

Финансирование «инфраструктурных проектов» – строительства шоссейных дорог и каналов со времен

Кольбера было заботой центральной власти. Это касалось вообще всех стратегических отраслей, что обусловило слабое развитие банковского сектора и возникновение характерной «инвестиционной этики» французских банкиров и буржуа, которая заключалась в том, что предпочтение отдавалось невысокой стабильной прибыли, нежели существенно большей, но связанной со значительным риском.

Роль государства как гаранта принятия обоснованных решений, обеспечивающих общественное благо, устраивала все слои населения. При этом государство проводило политику «дирижизма», упорядочивая частную инициативу. Государственная бюрократия и технократическая элита находились как бы вне политического процесса, занимаясь своим делом независимо от того, кто находился у власти и независимо от политического строя. Позднее государство расширило присутствие частного бизнеса в железнодорожной отрасли, но лишь в той степени, которая позволила бы оптимальным образом «сочетать преимущества государственной дальновидности и частной рачительности».

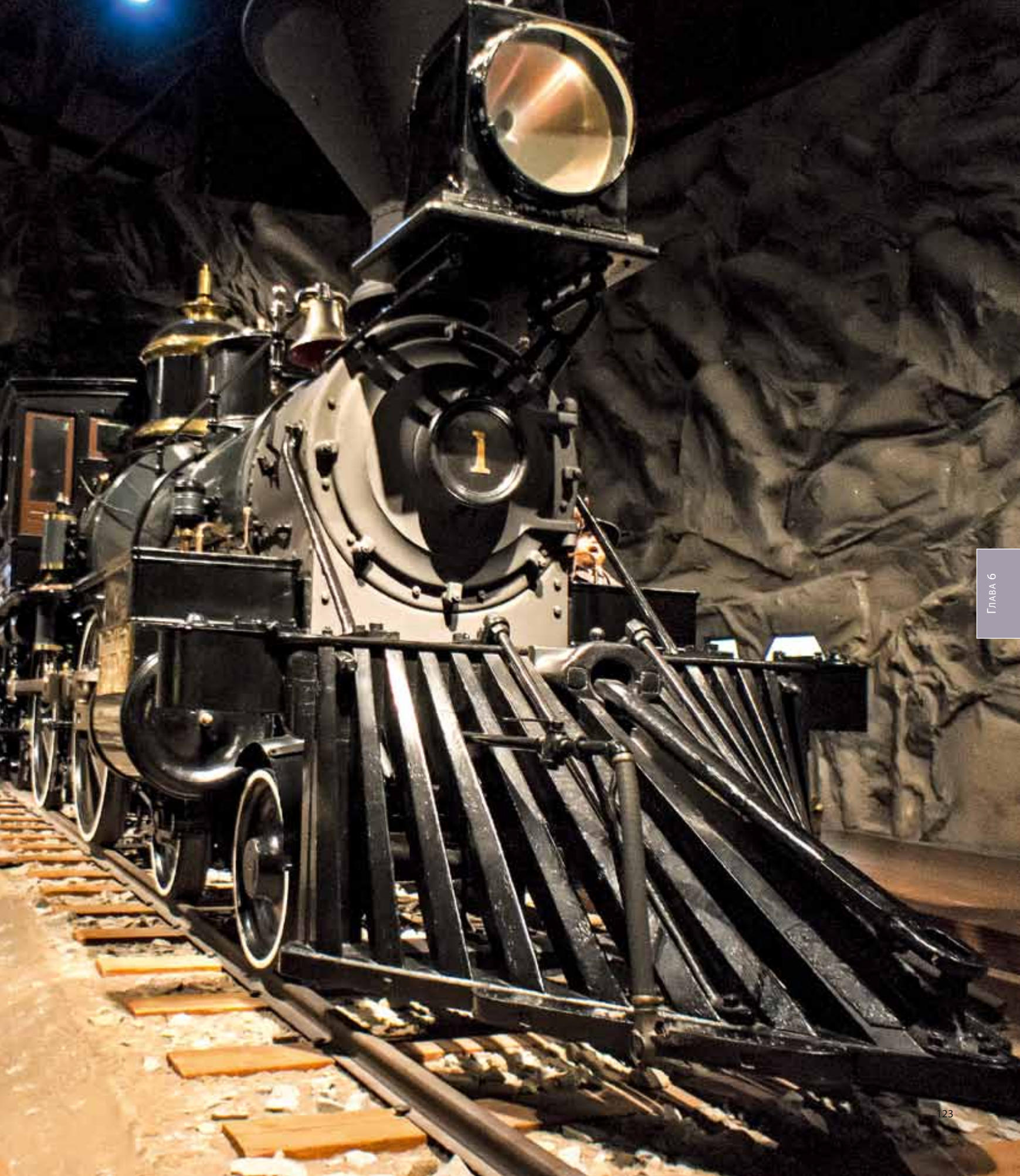
### **АМЕРИКАНСКАЯ «РУКА РЫНКА»**

В США на начальном этапе истории государства к центральной власти относились с таким подозрением, что гражданин был вправе подать в суд, если считал, что она превысила свои конституционные полномочия (отсюда проистекает высокий авторитет судебной власти, которая является противовесом остальным властным структурам в плане защиты интересов отдельных граждан). Вместо профессиональных управленцев вплоть до XX в. американские администрации формировались из избираемых или назначаемых добровольцев-любителей, многие из которых, в условиях ограниченного срока полномочий и низкого жалования работали, преимущественно, к личной выгоде.

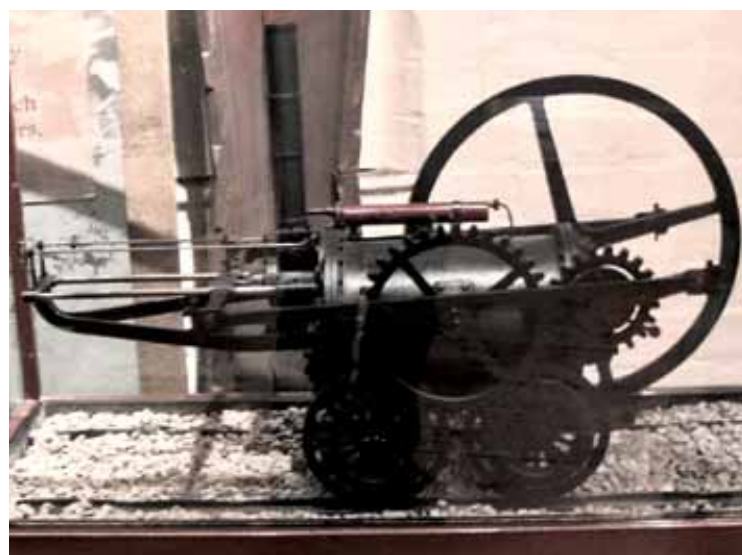
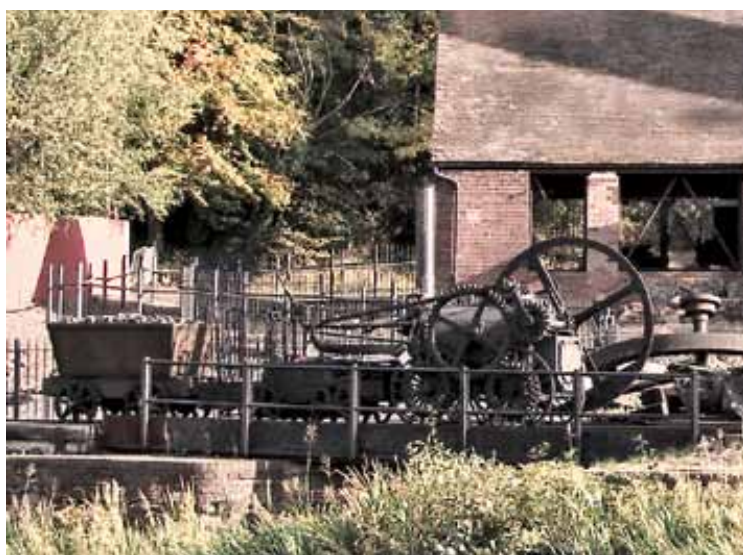
Опытные инженеры, управленцы и финансисты были сконцентрированы в частных компаниях, реализовавших крупные инфраструктурные проекты. Правительства же всех уровней практически не располагали грамотными специалистами, однако, именно они осуществляли планирование и финансирование железнодорожных проектов. Именно поэтому коррупция и мошенничество в железнодорожном строительстве США сопровождалось наибольшим размахом. В ход шли любые средства, от банального воровства «бюджетных» денег до крупных афер с подкупом членов администраций муниципалитетов и штатов.

В итоге федеральное правительство приняло на себя роль надстройки, устанавливающей общие для всех правила игры. Местные власти стали отказываться от финансового участия в строительстве железных дорог, что привело к другой крайности. Политика невмешатель-









ства властей в деятельность частных компаний имела последствием множество технических и организационных несуразностей. В 1860-х гг. железнодорожные компании страны использовали 12 вариантов ширины колеи, а количество часовых поясов на крупных магистралях доходило до 54-х, и путешествующим на дальние расстояния приходилось иногда переставлять стрелки на часах до 20 раз!

Только 1881 г. была создана частная организация, которая занялась стандартизацией колеи, а в 1883 г. были установлены четыре часовых пояса, ставшие стандартом для всей страны (причем конгресс узаконил их только через 35 лет). Год спустя было принято решение о едином национальном стандарте сигнализации.

Если в Великобритании, где придерживались близких по духу подходов, правительство все-таки брало на себя обязанность обеспечивать безопасность эксплуатации железных дорог для пассажиров и персонала, то в США принцип невмешательства был возведен в Абсолют, что приводило на этапе формирования общих правил к человеческим жертвам и экономическим потерям. Именно в ходе становления на протяжении XIX в. американской железнодорожной сети и крупной промышленности сформировалась американская вера в «невидимую руку рынка», которая удачно подошла к возникшему в процессе формирования нации примату интересов местных администраций над интересами федерального правительства.

### ДОРОГИ СТАНОВЯТСЯ ЖЕЛЕЗНЫМИ

Выход железных дорог за пределы промышленных предприятий, где они имели локальное применение, был обусловлен тем, что они стали именно железными. В Великобритании к моменту пуска первой железной дороги

Заводская чугунная дорога, Музей-заповедник Айронбридж-Горж

имелось 29 чугунных дорог с «лошадиной тягой» общей протяженностью 256 км. Однако чугун, который использовали для изготовления рельсов на первых заводских и рудничных дорогах, хорошо выдерживал статическую нагрузку, но быстро разрушался при динамической.

Чугунные рельсы допускали лишь очень низкие скорости движения и не позволяли в полной мере реализовать возможности паровоза Джорджа Стефенсона, который к 1819 г. был усовершенствован и готов к покорению дальних расстояний. Эпоха протяженных железных дорог началась с 1820 г., когда Джону Биркиншоу удалось наладить прокатку 4,5-метровых рельсов на заводе в Бедлингтоне.

Использование железных рельсов позволило реализовать проект первой коммерческой железнодорожной ветки «Стоктон – Дарлингтон». К этому времени Стефенсон провел успешные испытания нескольких паровозов на Киллингвортской промышленной железной дороге близ Ньюкасла, что позволило ему убедить Эдуарда Писа, владельца дороги «Стоктон – Дарлингтон», применить на ней паровую тягу.

27 сентября 1825 г. паровоз «Experiment», построенный на заводе сына Джорджа Стефенсона Роберта, провел со скоростью от 19 до 24 км в час 90-тонный состав из 34 вагонов, шесть из которых были загружены углем, а остальные везли более 400 пассажиров.

Линия «Ливерпуль – Манчестер» была открыта 17 сентября 1830 г., а скорость движения по ней превысила 24 км в час. На этой линии использовался новый паровоз Стефенсона – знаменитая «Ракета». Стефенсон продолжал совершенствовать свое изобретение, результатом чего стало появление еще более мощного паровоза «Планета».



Рельсы,  
произведенные на  
заводе Бедлингтон  
для железной дороги  
Стоктон-Дарлингтон  
(экспонат  
DARLINGTON RAILWAY  
MUSEUM)



Открытие линии  
Стоктон-Дарлингтон  
в 1825 г., картина  
Джона Доббина



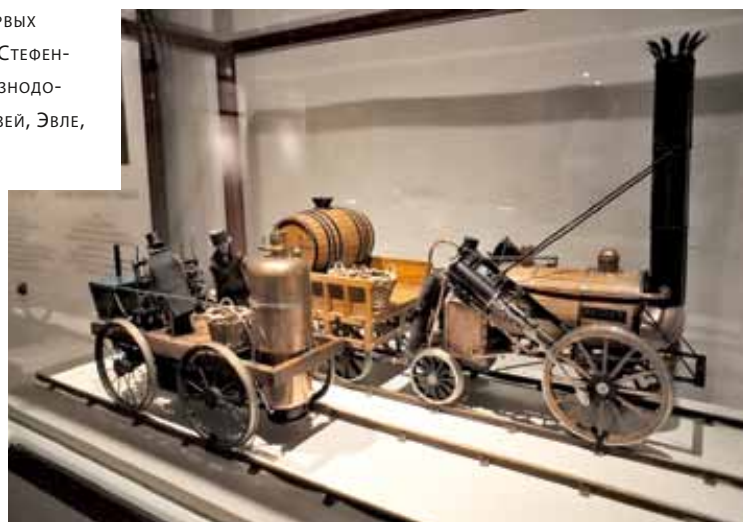
Завод Бедлингтон  
(BEDLINGTON  
IRONWORKS). Цветная  
литография

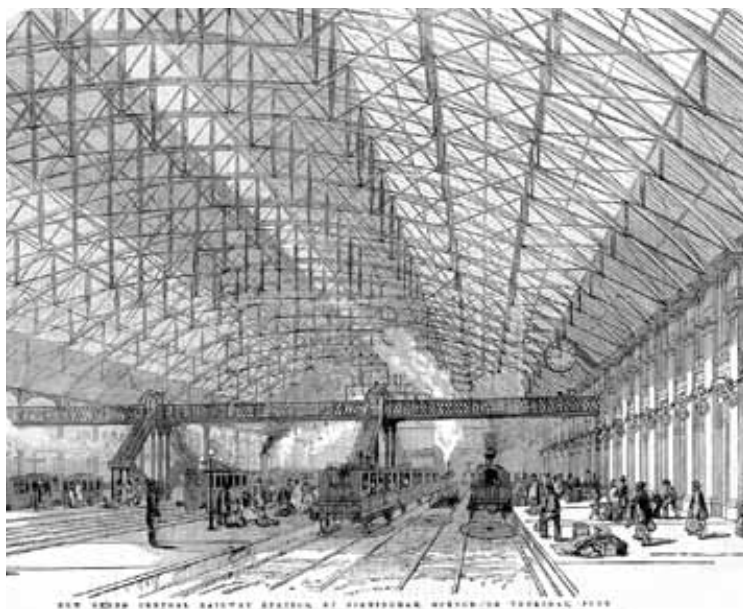


Локомотив Стефен-  
сона «Эдина»,  
1837 г.



Модели первых  
паровозов Стефен-  
сона, Железнодорожный музей, Эвле,  
Швеция





Железнодорожный  
вокзал  
в Бигмингеме

В 1833-35 гг. началось строительство трех протяженных линий: «Ливерпуль – Бирмингем» (308 км), «Лондон – Саутгемптон» (120 км) и «Лондон – Бристоль» (180 км).

### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЗАКОН

Первые успехи вызвали ажиотаж: многие желали получить выгоду от перспективного дела, и в 1836 г. начался первый спекулятивный период в истории железных дорог. В железнодорожное строительство, которое еще не успело доказать свою экономическую эффективность, поспешили вложиться такое количество инвесторов, что в 1836 г. были утверждены 25 концессий с общим капиталом в 21 млн. фунтов стерлингов.

Любая крупная инновация, затрагивающая жизнь большого количества людей, подчиняется универсальному закону. Сначала большинство ей не доверяет, и развитие происходит благодаря немногим энтузиастам и «провидцам», затем, когда появляются первые обнадеживающие результаты, многие, не желающие упустить открывшихся выгод, начинают активно инвестировать средства. Однако, как правило, первые финансовые результаты оказываются существенно хуже ожидаемых, что приводит к разочарованию и спаду интереса к инновации. Наконец, через некоторое время, когда преодолены возникшие затруднения, инновация начинает приносить стабильную прогнозируемую прибыль, что привлекает к ней широкий круг инвесторов и способствует дальнейшему развитию и распространению.

Не стали исключением и железные дороги. Ажиотаж спал также быстро, как и начался: в 1838 г. были отменены лишь две концессии, в 1839 – одна, а в 1840 г.

прошений не было вовсе. Лишь в 1844 г., когда первые построенные линии принесли крупные дивиденды в 10-15 %, доверие было восстановлено, и в том же году были поданы прошения на 66 концессий.

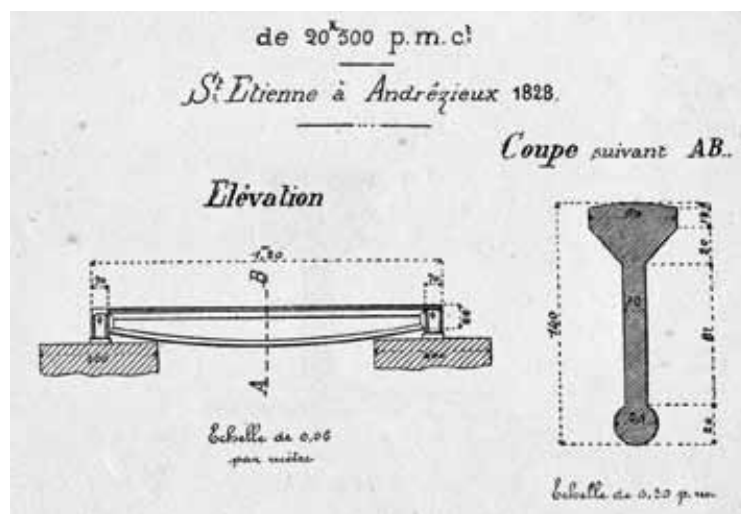
### ФРАНЦУЗСКАЯ СТРАТЕГИЯ

Первая рельсовая дорога во Франции протяженностью 23 км предназначалась для перевозки угля и шла от угольных шахт Сен-Этьена до расположенного на Луаре городка Андреэзе, где сырье перегружалось на суда. Концессия на эту дорогу была выдана 26 февраля 1823 г., линию открыли 1 октября 1828 г. Дорога эта была с конной тягой, полностью частная. Важную роль в ее строительстве сыграл Жорж Дюфо. В 1819 г. он познакомился с железнодорожными братьями Буаг, вскоре они стали компаньонами, а в 1824 г. Луи Буаг стал одним из акционеров «Железнодорожной компании Сент-Этьен – Луара».

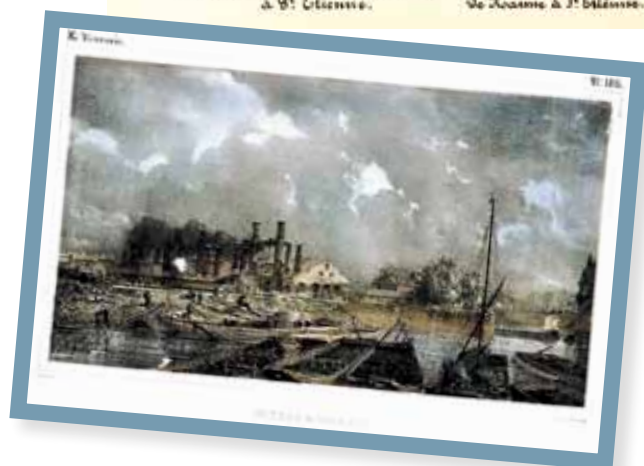
Поскольку завод братьев в Гросувре в силу географического положения не подходил на роль крупного производства, было решено строить новый завод на берегу Луары, в местечке Форшамбо, в 8 км от Невера. Такое расположение обеспечивало удобство транспортировки как сырья (подходящие месторождения руды и угля располагались практически на берегу Луары), так и готовой продукции. Строительство завода началось в 1821 г., первая продукция была выпущена в конце 1822 г. На этом заводе и были изготовлены первые французские рельсы.

В 1826 г. была выдана концессия на линию «Сен-Этьен – Лион», в 1828 г. – на линию «Андреэзе – Руан», затем еще на две линии, предназначавшиеся для перевозки грузов к водным путям сообщения. Вскоре французские промышленники решили перенести на континент успешный британский опыт пасса-

Профиль рельсов  
линии «Сен-Этьен –  
Андреэзе» (полно-  
стью аналогичен  
рельсам первой бри-  
танской дороги  
с железными рельса-  
ми «Стоктон – Дар-  
лингтон»)







Завод в Форшамбо.  
Вид из замка. Лито-  
графия Эдмона Бюс-  
сье. 1838-1840 гг.

жирских перевозок и применения силы пара, и в июле 1832 г. на 58-километровой линии «Сен-Этьен – Лион» были организованы пассажирские перевозки двумя паровозами, закупленными у Стефенсона.

Быстро сообразив, к чему идет дело, французское правительство 7 июля 1833 г. издало закон, разрешающий дальнейшее железнодорожное строитель-

ство лишь с разрешения государства. К концу 1841 г. было построено 648 км дорог и выдано 14 концессий еще на 880 км. С 1842 г. во Франции полотно стратегических железнодорожных линий строилось на средства государства, а затем построенные дороги передавались для эксплуатации в аренду частным обществам, которые должны были закупать подвижной состав. К 1847 г. было построено 1921 км железных дорог, к 1860 г. их протяженность достигла 9439 км.

Состав первой французской пассажирской железной дороги (1830 г.)

## АМЕРИКАНСКАЯ ПРЕДПРИИМЧИВОСТЬ И ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНСЕРВАТИЗМ

Пример Великобритании вселял уверенность во многие пристально следящие за техническим прогрессом страны, среди которых выделялась весьма протяженные США, безусловно нуждающиеся в путях сообщения. Развитие паровых железных дорог в США началось в 1829 г., когда были приобретены несколько британских паровозов. Уже в следующем году пенсильванской фирмой «Davis & Gartner» были построены первые американские паровозы для дороги «Балтимор-Огайо», а еще через год Горацио Аллен построил





ОТКРЫТИЕ ЛИНИИ  
«НЕАПОЛЬ –  
ПОРТИЧИ»

для дороги «Южная Каролина» одноименный провоз, конструкция которого была настолько удачной, что послужила основой для последующих разработок (система Ферли).

Железнодорожная сеть США росла очень быстро. В 1830 г. ее протяженность составляла 64,4 км, в 1831 – 222,18 км, в 1832 – 531,30 км, в 1835 – 13799,31 км. К концу 1887 г. протяженность железных дорог США составляла 241359,93 км.

В число пионеров железнодорожного строительства входила Бельгия, где землевладельцы и промышленники Льежа в 1830 г. инициировали вопрос о сооружении железной дороги между реками Эско (Шельдой) и Рейном. В мае 1834 г. был принят первый бельгийский закон о постройке железных дорог. Спустя год был открыт первый участок от Брюсселя до Мехельна (21 км), а к маю 1840 г. протяженность железной дороги уже составила 323,5 км.

В соседних Нидерландах железнодорожное строительство, горячо поддерживаемое королем Вильгельмом I, долгие годы находилось в «подвешенном» состоянии из-за опасений, связанных со слабостью грунтов и наличием большого количества рек, что удорожало строительство. Первая концессия на строительство линии от

Железнодорожные инструменты и оружие труда, Железнодорожный музей, Эвле, Швеция







Амстердама до Гарлема была выдана в июне 1836 г. Строительство продвигалось медленно, участок от Амстердама до Утрехта был окончен только в декабре 1843 г., завершилось же строительство в июле 1855 г.



В Италии первая концессия на сооружение железной дороги из Неаполя до Носера, которая должна была пройти у самого подножия Везувия и иметь несколько ответвлений (в Салерно, Авеллино и др.), была выдана 19 июня 1836 г. Арману Байярду. Первый ее участок от Неаполя до Портичи был торжественно открыт 4 октября 1839 г. Вторая итальянская железная дорога была построена уже на казенные средства когда Италией управляли Бурбоны. Это была линия от Неаполя в Капую, открытая 26 мая 1844 г.

### ПРУССКИЕ ГАРАНТИИ

В Германии проекты строительства колежных дорог с конной тягой регулярно появлялись начиная с 1814 г., однако до реального осуществления дело дошло только в 1830-х гг. благодаря настойчивости профессора Фридриха Листа. В 1832 г. профессор после многолетнего пребывания в США вернулся на родину, где выступил с предложением о постройке линии, соединяющей «торговую

Немецкая рудничная дорога конца XVIII в., Берлинский музей техники



столицу» Лейпциг с Дрезденом – центром промышленного региона.

Лист спроектировал целую сеть, соединяющую Лейпциг со многими крупными городами Германии. Проект, однако, не поддерживали ни коммерсанты, ни правительства германских государств, опасавшиеся «либеральных и демократических последствий от железных дорог». Только в 1835 г., после преодоления многочисленных трудностей, в Баварии была построена первая немецкая железная дорога протяженностью 6,04 км из Нюрнберга в Фюрт.

Лишь после того, как стали очевидны успехи британских железных дорог, началось образование акционерных железнодорожных обществ. 24 апреля 1837 г. в Саксонии был открыт первый участок длиной 14,1 км от Лейпцига до Альтена. В 1838 г. железнодорожным сообщением были соединены Лейпциг и Дрезден (73,82 км), Берлин и Потсдам (26,12 км), Дюссельдорф и Эркрот (8,7 км), Брауншвейг и Вольфенбюттель (11,85 км). К концу 1840 г. на территории германских государств было построено 580,62 км железных дорог, тогда как в Великобритании их было уже 2309 км, и даже в маленькой Бельгии – 325 км.

Период активного железнодорожного строительства в Пруссии начался с восшествием на престол Фридриха Вильгельма IV. Его правительство поощряло создание железнодорожных акционерных обществ и предоставляло гарантии 3,5 %-ной доходности. К 1850 г. в Германии было построено 6044,3 км железных дорог, из них 2092,4 км казенных, 3450,6 км частных и 501,3 км частных в казенной эксплуатации.

### **РЕШИМОСТЬ СОЛОМОНА РОТШИЛЬДА**

В Австрии идея постройки железных дорог впервые была публично высказана профессором Пражского университета (Чехия в тот период входила в состав Австрии) Францем фон Герстнером, который 31 декабря 1807 г. представил Богемскому гидротехническому обществу проект колейной дороги (с конной тягой), которая должна была соединить реки Дунай и Молдову. Однако вопрос о постройке затянулся, и только 7 сентября 1824 г. сын Герстнера – Франц Антон (Франтишек Антонин), профессор Венского Политехнического института, получил привилегию на постройку «деревянно-железной» дороги между Маутхаузенем и Будвайсом (Ческе-Будеевицы).

Реализацией проекта занялось «Первое Австрийское железнодорожное общество», строительством руководил сам Герстнер. Первый 7-мильный участок начал функционировать 7 сентября 1727 г., а вся дорога протяженностью 131 км открылась для товарного движения 1 августа 1832 г., а для пассажирского – 1 апреля 1833 г.

В это же время глава венского дома Ротшильдов, Соломон Мейер, отправил на стажировку в Великобританию автора проектов конно-железных дорог, профес-

сора Венского Политехнического института, Франца Рипля и своего сотрудника Леопольда фон Вертгеймштейна. Результатом этой поездки стал проект Северной дороги имени короля Фердинанда. Получив концессию на ее постройку 4 марта 1836 г., банкирский дом Ротшильда организовал акционерное общество.

Ротшильд был настолько уверен в перспективах паровых железных дорог, что, когда в 1836 г. возникли сомнения в их способности приносить прибыль, он заявил, что, в случае принятия правлением общества отрицательного решения, возьмет исполнение концессии на свой личный счет. Такая решимость убедила прочих членов правления, и первый участок от Вены до Ваграма (18 км) был открыт 6 января 1838 г., а 7 июля 1839 г. в континентальной Европе появилась первая протяженная (143 км) железная дорога с паровой тягой от Вены до Брюна.

К концу 1844 г. в Австрии было построено 900 км железных дорог.

### **РОССИЯ ПЕРЕД ВЫБОРОМ**

Таким образом, в ходе индустриализации, важнейшим компонентом которой было железнодорожное строительство, в Великобритании во главу угла были поставлены интересы частного предпринимателя, в США – рыночные механизмы, а во Франции – государство как гарант соблюдения общественных интересов.

Неудивительно, что в ходе принятия решений о железнодорожном строительстве российское правительство, особенно на начальном этапе, выбирало «пример для подражания» не только с точки зрения технической целесообразности, но, во многом, из политических предпочтений.

За основу был взят опыт Франции, причем заимствование не ограничилось железнодорожной сферой, а затронуло всю систему государственного управления, включая создание военизированных управленческих корпусов (от Корпуса жандармов до Корпуса лесничих) и высших инженерных учебных заведений (Институт Корпуса горных инженеров, Институт Корпуса инженеров путей сообщения, Лесной институт и т.д.).

Тем не менее, даже определившись с выбором направления, государство отнюдь не спешило начать движение по нему. Причины этого носили политический характер – консервативное правительство Николая I, понимая пользу железных дорог для экономического развития России, также понимало и то, что возникновение железных дорог приведет к «встряске» общества, что для правительства, стремящегося к максимальному «замораживанию» текущего состояния, было неприемлемо.

Даже такой умный чиновник как министр финансов Егор Францевич Канкрин, считал, что железнодорожное строительство для России преждевременно и приведет



к изменениям в общественной жизни, к которым страна не готова. В итоге Великобритания и Франция, развившие на железнодорожных заказах свою крупную промышленность, в ходе Восточной (Крымской) войны наглядно показали, что «то, что вчера еще было рано, сегодня уже стало поздно».

## АВСТРИЙСКИЕ КОРНИ РУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Строительство железных дорог началось в России довольно поздно, причем, инициатором его выступила, не «частная инициатива» и, даже, не государство, а упомянутый выше пионер австрийского железнодорожного строительства Франц Антон фон Герстнер. В 1834 г. он прибыл в Россию для ознакомления с состоянием металлургического производства на Урале по приглашению начальника Штаба Корпуса горных инженеров Константина Чевкина.

Совершив путешествие по России, Герстнер 6 января 1835 г. обратился к императору Николаю I с запиской, в которой предлагал устройство железнодорожных линий между крупнейшими торгово-промышленными центрами (Москвой, Санкт-Петербургом, Нижним Новгородом и Казанью), на что испрашивал соответствующую привилегию. Герстнер предлагал расширить впоследствии эту сеть в сторону Таганрога и Одессы для обеспечения восточной торговли и составления в этой области конкуренции Великобритании. Для

оценки перспектив нового дела он предлагал построить первоначально небольшой участок, по результатам эксплуатации которого

можно было бы принять решение о соединении Москвы и Санкт-Петербурга.

Рассмотреть вопрос император поручил главноуправляющему путями сообщения графу Толю. Образованная Толем комиссия заключила, что отечественные климатические условия не являются препятствием для сооружения железных дорог. Однако, паровую тягу, по ее мнению, следовало применять только для пассажирского движения, применение же ее для перевозки грузов приведет к разрушению полотна, поэтому для этих целей следует ограничиться конной тягой.

Для окончательного решения столь важного государственного вопроса граф Толь предложил создать «максимально авторитетную комиссию». В ее состав вошли: председатель Государственного совета граф Новосильцев, военный министр граф Чернышев, министр финансов Канкрин, министр внутренних дел Блудов, знаменитый государственный деятель Сперанский, генерал-адъютант князь Волконский и Главный начальник III отделения граф Бенкендорф.

Еще раз подтвердив, что препятствия технического характера для постройки железных дорог отсутствуют, комиссия, тем не менее, не смогла решить окончательно вопрос о выдаче привилегии Герстнеру, а также вопрос о финансировании строительства. Было решено учредить Особый комитет, продолжить переговоры с Герстнером, отправить офицера Корпуса Путей Сообщения в Австрию для изучения вопроса на месте строительства линии между реками Дунаем и Молдовой, пору-

ГЕНЕРАЛ-АДЪЮТАНТ  
ГРАФ КАРЛ ФЕДОРОВИЧ  
ТОЛЬ.  
ПОРТРЕТЫ ГЕРОЕВ  
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ  
ВОЙНЫ МАСТЕРСКОЙ  
ДЖОРДЖА ДОУ.  
ВОЕННАЯ ГАЛЕРЕЯ  
ЗИМНЕГО ДВОРЦА,  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭРМИТАЖ

ФРАНЦ АНТОН ФОН  
ГЕРСТНЕР. ПАМЯТНИК  
НА ВИТЕБСКОМ ВОКЗА-  
ЛЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

ГЕНЕРАЛ-МАЙОР КОН-  
СТАНТИН ВЛАДИМИРО-  
ВИЧ ЧЕВКИН





АЛЕКСАНДР ФОН БЕН-  
КЕНДОРФ

чить министру финансов Канкрину подгото-  
вить соображения по поводу экономической  
целесообразности железнодорожного строи-  
тельства в России.

### «НА НЕСКОЛЬКО ВЕКОВ ПРЕЖДЕВРЕМЕННО»

Мнение Егора Францевича Канкрин является нагляд-  
нейшей иллюстрацией консервативного подхода в эко-  
номике, когда здравые рассуждения, основанные на том  
базисе, что экономическая и политическая ситуация в  
стране и мире в дальнейшем не будет принципиально ме-  
няться, приводят к неправильным выводам, потому что  
ситуация эта меняется быстро и кардинальным образом.

Канкрин отмечал, что правительству необходимо пол-  
ностью убедиться в выгодах нового дела, «из опасения  
разрешения несбыточных привилегий, могущих вовлечь  
честных подданных в большие убытки». Еще одним до-  
водом не в пользу нововведения было то, что оно уни-  
чтожит извозный промысел, составляющий значительную  
поддержку сельскому населению, что может «вызвать  
большой ропот в народе». По мнению министра фи-  
нансов, не только говорить о создании общероссийской  
железнодорожной сети не имеет смысла, но необходимо

«одно уже предложение сооружения железной дороги от  
Казани до Петербурга признать на несколько веков пре-  
ждевременным».

В итоге Особый Комитет рекомендовал затребовать  
у Герстнера более подробные экономические расчеты  
предполагаемого проекта, с чем Николай I согласился.  
Впрочем, не стоит считать отечественных государ-  
ственных деятелей более ретроградными, чем их зару-  
бежных коллег: практически во всех странах, начавших  
железнодорожное строительство, драйверами его были  
энтузиасты из предпринимательской среды, правитель-  
ства же, как показывает история, были склонны к рискам  
в военной сфере, но не в сфере экономического или по-  
литического развития.

### ПОД КОНТРОЛЕМ ИМПЕРАТОРА

Герстнер, получивший бесценный опыт общения с рос-  
сийской бюрократией, решил начать с малого, и обратил-  
ся с прошением об учреждении общества для постройки  
железной дороги от Санкт-Петербурга до Царского Села,  
Павловска и Колпина в качестве первого опыта, который  
показал бы публике, правительству и акционерам выгоду  
от подобного рода предприятий.

Однако приводимые Герстнером в обоснование приви-  
легии расчеты не удовлетворили правительство. К тому же  
из командировки в Австрию вернулся полковник Корпуса  
инженеров путей сообщения Крафт, который сообщил,  
что железная дорога между Молдовой и Дунаем оказалась  
в финансовом отношении гораздо менее успешной, чем  
предполагал Герстнер. И тогда сам император, поддержи-  
вавший идею строительства железной дороги до Царского  
Села, назначил ответственным за принятие окончатель-  
ного решения Михаила Сперанского.

В итоге после длительных дополнительных переговоров  
только 17 декабря 1835 г. последовала высочайшая резо-  
люция: «Согласен». 21 марта 1836 г. император утвердил  
проект положения о привилегии, 30 марта начались ра-  
боты по отчуждению необходимых земель, а 1 мая при уча-  
стии австрийских инженеров начались собственно работы  
по устройству линии. Примечательно, что необходимое  
для строительства делопроизводство велось под непосред-  
ственным контролем Николая I с нехарактерной для рос-  
сийской бюрократии скоростью, так что даже задержка  
в рассмотрении на несколько дней была редкостью.

30 октября 1837 г., в присутствии высших чинов им-  
перии, Герстнер лично провел первый поезд в восемь ва-  
гонов. Хотя публика уже вскоре начала с удовольствием  
пользоваться дорогой, паровозная тяга использовалась  
только по воскресным и праздничным дням. С 30 января  
1838 г. поезда с конной тягой начали ходить между Санкт-  
Петербургом и Царским Селом ежедневно, а с 4 апреля  
1838 г. на дороге стала использоваться исключительно  
паровозная тяга.



Параллельно с сооружением Царскосельской дороги, Герстнер не оставлял попыток сооружения других линий, в частности, начал привлекать акционеров для продолжения дороги на Ораниенбаум через Петергоф, а также обратился к московским властям с просьбой разрешить провести (за собственный счет) нивелировку пути от Москвы до Коломны. Поскольку Герстнер не потрудился согласовывать свои действия с властями (императору об этом сообщил министр внутренних дел), такая пруть не нашла понимания. Решив, что для осуществления сколько-нибудь масштабного железнодорожного проекта

в России его жизни точно не хватит, еще до открытия полного паровозного движения на Царскосельской дороге, Герстнер отправился в США. Здесь он занялся разработкой грандиозных железнодорожных планов, однако, лишь приступив к их осуществлению, скончался в Филадельфии 12 апреля 1840 г.

В истории сооружения первой российской железной дороги, как в зеркале, отразились все противоречия государственнической по-

литики в правление Николая I. С одной стороны, сам император был сторонником введения железных дорог, а его правительство пыталось способствовать развитию «духа предприимчивости».

С другой стороны, крепкие «отеческие объятия» государства сильно ограничивали ту самую «частную предприимчивость», развитие которой должно было способствовать процветанию государства. В результате в стране отсутствовал реальный противовес консервативной политике правительства, и последующие двадцать лет железнодорожное строительство велось примерно по такой же системе, как и при Герстнере, что, в частности, обусловило печальные итоги Восточной (Крымской) войны.

### «САМОЕ ДЕМОКРАТИЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ»

Результаты постройки и эксплуатации первой российской железной дороги не внесли ясность в вопрос дальнейшего развития этого направления. Дискуссии в высших сферах о значимости для России нового вида транспорта продолжались.

Главнуправляющий путями сообщения граф Толь отдавал предпочтение традиционным путям сообщения, поскольку железные дороги, по его мнению, были нужны для связи крупных мануфактурных центров и их рынков сбыта. Для аграрной России, где капитал обращается один раз в год, а сбыт продукции не требует срочности, вполне подходят имеющиеся «самые удобные водяные сообщения и довольно продолжительный санный путь». Вообще же министр считал, что «для российской торговли более важна дешевизна, нежели скорость».

Толь не изменил своего мнения даже после ознакомления с результатами командировки в Бельгию, Германию, Швейцарию, Францию и Великобританию знаменитых в будущем инженеров подполковника Павла Мельникова и майора Станислава Кербедза. Они представили пятитомный технический отчет, содержащий 1673 страницы рукописного текста и 190 листов чертежей, и доложили о «созревающих ... в Западной Европе светлых взглядах на будущность железных дорог».

Комитет Министров поддержал мнение Толя, дополнив его теми соображениями, что до окончательного решения в зарубежных странах вопроса о пользе

ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЙ ТАЙНЫЙ СОВЕТНИК МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ СПЕРАНСКИЙ.

НЕИЗВЕСТНЫЙ ХУДОЖНИК. ПЕРВАЯ ЧЕТВЕРТЬ XIX ВЕКА. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭРМИТАЖ



ИНЖЕНЕР-МАЙОР СТАНИСЛАВ ВАЛЕРИАНОВИЧ КЕРБЕДЗ

железных дорог России не следует начинать сколь-либо крупных проектов в этой области. Немаловажным фактором, определяющим позиции министров, являлось и возможное влияние развития железных дорог на общественные отношения, что подтверждается следующим характерным эпизодом. В одном из докладов граф Толь обращал внимание государя на мнение писателя Мишеля Шевалье, который утверждал, что в Европе и США пассажирские перевозки по железным дорогам «есть самое демократичное учреждение, какое только можно придумать для преобразования государства». Граф Толь противопоставлял этой «демократической заразе» традиционные водные пути сообщения, которые «не разовьют в Государстве демократических идей и распространят в народе благосостояние несравненно более, нежели какие либо железные дороги».

#### **«А СПРОСИТЬ У НЕМЦА: А НЕ ХОЧЕТ ЛИ ОН <Х...>?»**

Общественность, дискуссия о железнодорожном строительстве среди которой была инициирована брошюрой Герстнера, была менее консервативна. Об этом свидетельствует письмо, написанное Пушкиным Владимиру Одоевскому в конце 1836 г. В нем речь шла о проекте статьи-возражения (автор Волков) на брошюру Н.И. Тарасенко-Отрешкова, направленную против проекта Герстнера. Пушкин писал: «по моему мнению, правительству вовсе не нужно вмешиваться в проект Герстнера. Дело о новой дороге касается частных людей: пускай они и хлопчут. Все, что можно им обещать, так это привилегию на 12 или 15 лет. Дорога (железная) из Москвы в Нижний-Новгород еще была бы нужнее дороги из Москвы в Петербург – и мое мнение – было бы: с нее и начать...

Я, конечно, не против железных дорог; но я против того, чтоб этим занялось правительство. Некоторые возражения противу проекта неоспоримы. Например: о заносе снега. Для сего должна быть выдумана новая машина, *sine qua non* [во что бы то ни стало]. О высылке народа или о найме работников для сметания снега нечего и думать: это нелепость.

Статья Волкова писана живо, остро. ...но не должно забывать, что противу железных дорог были многие из Государственного совета; и тон статьи вообще должен быть очень смягчен.

Я согласен с Вами, что эпиграф, выбранный Волковым, неприличен («Беда, коль пироги начнет печь сапожник...», из Крылова). Слова Петра I были бы всего более приличны; на сей раз пришли мне следующие: «А спросить у немца: а не хочет ли он <х...>?».

Нельзя не удивиться широчайшему кругозору и прозорливости Александра Сергеевича: если во всех странах железные дороги строились, в первую очередь, с целью грузоперевозок для нужд промышленности и торговли,

то в России первая дорога была едва ли не аттракционом, а вторая связала два административных центра.

Кстати, Герстнер то как-раз первоначально и предлагал оптимальный с точки зрения товарных потоков и развития экономики вариант – связать Волжский путь с портовым Санкт-Петербургом, а затем, продлив дорогу до Казани, связать столицы и центральные губернии с южными областями. И, лишь поняв, что сделать это в обозримом будущем невозможно, он предпочел синицу в руке в виде «увеселительной» дороги.

#### **«ДУМОЙ СИЛЬНОГО ВЛАДЫКИ...»**

Вопрос о постройке железнодорожной линии, которая должна была соединить столицы, продолжал регулярно подниматься. Особый комитет также регулярно отклонял все предложения по тем же соображениям, что «устройство и содержание дороги превзойдет расчет, а доход – ожидание».

Тем временем, из поездки в США вернулись инженеры Крафт и Мельников, привезшие сведения, опубликованные в отчете под названием «Описание в техническом отношении железных дорог Северо-Американских штатов» и дававшие основание рассматривать железнодорожное строительство в условиях России как весьма перспективное предприятие. Тем не менее, последующие полтора года вопрос не получал движения, пока в конце 1841 г. не был вновь вынесен на рассмотрение Особого Комитета. Члены комитета остались на старых позициях, за сооружение железных дорог высказывались лишь его новые члены: граф Бобринский, начальник Штаба Корпуса горных инженеров Чевкин, герцог Лейхтенбергский и граф Клейнмихель, впоследствии ставший главноуправляющим путями сообщения.

В дело вмешался сам император, который к тому времени окончательно стал сторонником железнодорожного строительства и объявил, что он признает сооружение железной дороги между столицами делом полезным и для организации ее строительства на казенные средства учреждает очередной Особый Комитет под председательством наследника престола цесаревича Александра Николаевича.

Комитет этот начал свою работу 29 января 1842 г., через семь лет после предложения Герстнера. Для составления проекта был приглашен американский военный инженер майор Джордж Уистлер. В апреле 1842 г. скончался граф Толь, на его место был назначен граф Клейнмихель; в августе был учрежден Департамент железных дорог. Дело, наконец, сдвинулось с мертвой точки.

#### **«ВОТ ВАМ И НАПРАВЛЕНИЕ»**

Некоторое время занял выбор направления дороги, которую большинство членов Комитета предлагали вести через Новгород. Однако император настоял на прямом





направлении. По легенде, когда Николая I спросили о направлении дороги, он, положив на карту линейку, сказал: «Вот вам и направление». По другой версии, проводя линию, император обвел свой выступающий палец, из-за чего появился изгиб неподалеку от села Бологое. На самом деле, дорога первоначально была прямой, позднее на ней был сооружен Веребьинский обход, огибавший участок с большим перепадом высот (через 120 лет дорога вновь была спрямлена). Однако это только легенда. На самом деле император считал, что сокращение пути при прокладке его по кратчайшему направлению даст больше выгод, чем прохождение дороги через Новгород, который и так находился на перекрестке водных и шоссейных путей.

Многочисленные легенды связаны с широкой «русской» колеей. В действительности, ширину колеи в 5 футов (1524 мм), предложил Уистлер, приведя соответствующие обосновывающие расчеты (в самих США еще не было стандарта на ширину колеи). При этом Царскосельская дорога имела ширину колеи 1829 мм (6 футов), а Варшаво-Венская – «европейскую» 1435 мм.

Николай I высоко ценил американского инженера, предложил ему поселиться в России и за усердие наградил в 1847 г. орденом Святой Анны II степени. К сожалению, 9 апреля 1849 г. Егор Вистлер, как его звали русские коллеги, скончался от сердечного приступа. Для

завершения проектирования дороги из США был приглашен майор Томпсон Браун, который и довел работы до конца.

Строительство железной дороги началось 8 июня 1843 г. Ход работ подробно описан во многих специальных изданиях. Упомянем интересный факт. Большинство земельных работ проводилось вручную, но в США были закуплены только что появившиеся новинки – 4 паровых копра и 4 паровых экскаватора на рельсовом ходу. Эти экскаваторы использовались с середины 1845 г. по конец 1847 г. при сооружении выемки между Лыкошино и Березайкой. В 1848 г. они были куплены Анатолием Демидовым и использовались на Урале на вскрышных работах при добыче руды в районе Нижнего Тагила.

Кроме того, по проекту Мельникова было сделано 465 землевозных вагонов на рельсовом ходу под конную тягу, для которых было изготовлено 10 тыс. рельсов. Колеса вагонов и рельсы были чугунными.

В 1847 г. было открыто движение на первом участке от Санкт-Петербурга до Колпино, 1 ноября 1851 г. дорога была полностью сдана в эксплуатацию. Спустя четыре года, 8 сентября 1855 г., император Александр II повелел переименовать в память скончавшегося Николая I Санкт-Петербурго-Московскую железную дорогу в Николаевскую. \*

Строительство Николаевской железной дороги

## Глава 7

# Царскосельские паровозы и голубые вагоны

Можно проехать от полюса до полюса и не найти ничего более изумительного, чем железная дорога.

**Джордж Мортимер Пульман, изобретатель спального вагона.**

**Х**ОТЯ ПЕРВЫЙ РУССКИЙ ПАРОВОЗ был спроектирован и построен Черепановыми и эксплуатировался на Нижнетагильском заводе, эта замечательная разработка оставалась лишь яркой звездочкой на темном небосводе социально-экономической действительности России того времени. Для Царскосельской дороги в 1836 г. были приобретены за границей четыре паровоза: один был построен на британском заводе Гакворта, два – на заводе Стефенсона, четвертый – на заводе Джона Коккерилля в бельгийском Серене. Год спустя на заводах «Вулкан» и «Хоторн» были приобретены еще два паровоза. Царскосельские паровозы имели собственные имена: «Слон», «Проворный», «Стрела», «Богатырь», «Орел», «Лев». В качестве топлива они использовали кокс и угольные брикеты, которые импортировались из Великобритании. До конца XIX в. все паровозы Царскосельской дороги, за исключением двух, построенных в 1856 г. на заводе герцога Лейхтенбергского, были импортными.

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

В индустриальном обществе внедрение инновационных технологий всегда сопровождается созданием и развитием многочисленных сопутствующих производств, а также появлением новых возможностей для

достижения конкурентных преимуществ (в том числе «сомнительными» способами). В зависимости от грамотности и компетентности органов управления, принимающих решения, в стране создаются условия либо для быстрого прогресса и повышения уровня жизни всего населения, либо для обогащения элиты.

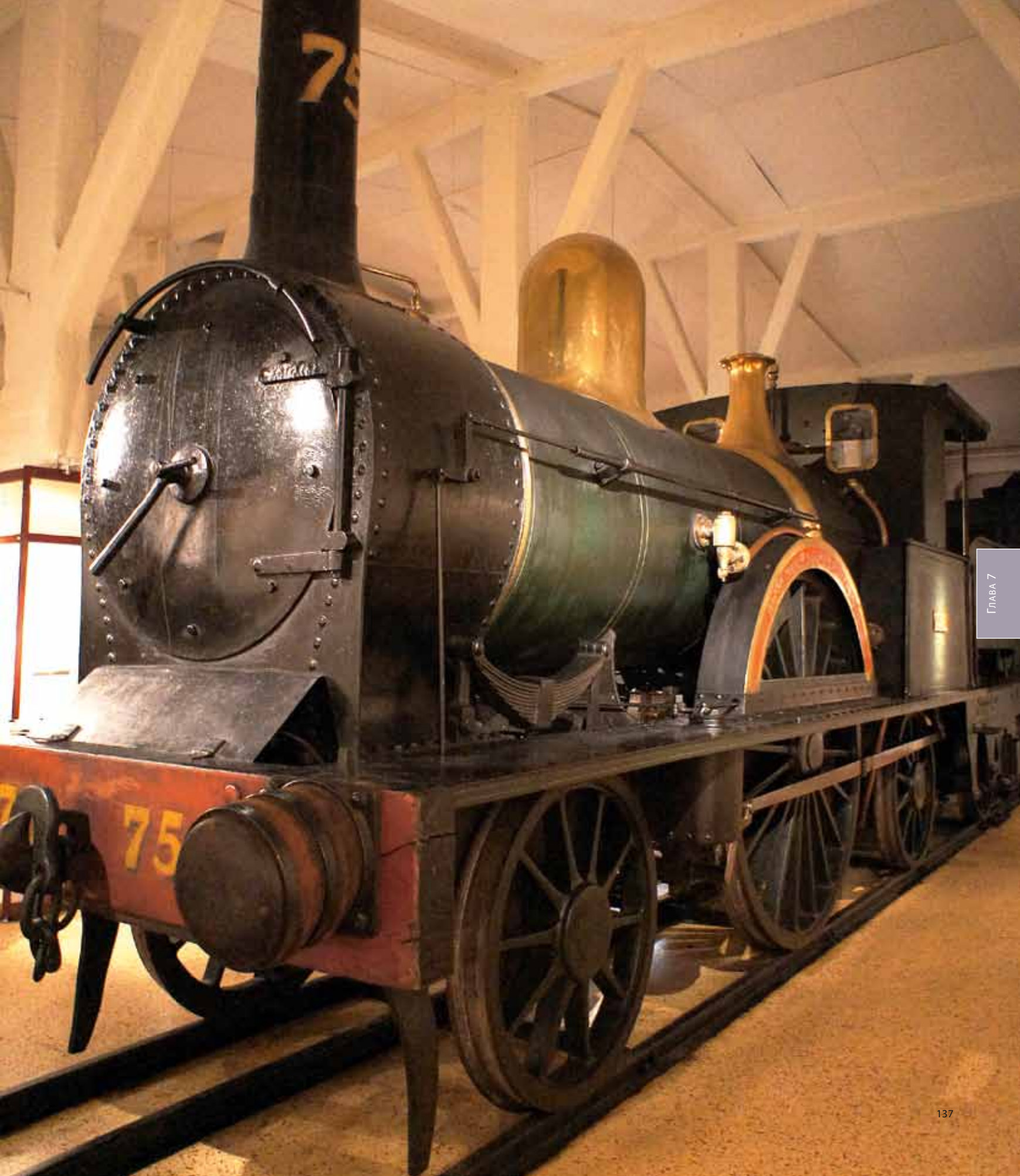
### КОТЕЛ И ТОПКА

Главными агрегатами паровоза являются котел и топка (огневая коробка). Топка выступает внутрь кабины машиниста, в ней сжигаются дрова, уголь или нефть. Горячие отходящие газы по узким дымогарным трубам проходят через наполненный водой котел, передавая воде часть своей тепловой энергии. Охлажденные дымовые газы проходят через сетку, улавливающую частицы золы и угля, собираются в передней части паровоза в дымовой коробке, откуда через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу.

Над дымогарными трубами в котле располагается свободное пространство, посреди которого сделано куполообразное возвышение, так называемый колпак-сухопарник. В нем собирается горячий водяной пар, который от-









Грузовые и пассажирские паровозы первой половины XIX в..

водится отсюда к паровой машине. Помимо колпака, на верхней части котла находится предохранительный клапан, автоматически открывающийся в тот момент, когда давление пара в котле достигает предела. Нагрузка на стенки котла огромна, и для того, чтобы выдержать давление пара, они также должны быть сделаны из высококачественного материала.

С целью увеличения температуры пара (повышающей мощность двигателя) его стали подводить к паровой машине через пароперегревательные трубы, которые устанавливали внутри дымогарных труб. Проходя по внутренним стальным трубам, и без того уже сильно нагретый пар «перегревался». Таким способом температуру пара можно было довести примерно до 350°.

Вагон первой пассажирской железной дороги Стоктон-Дарлингтон, макет, Железнодорожный музей, Евле, Швеция



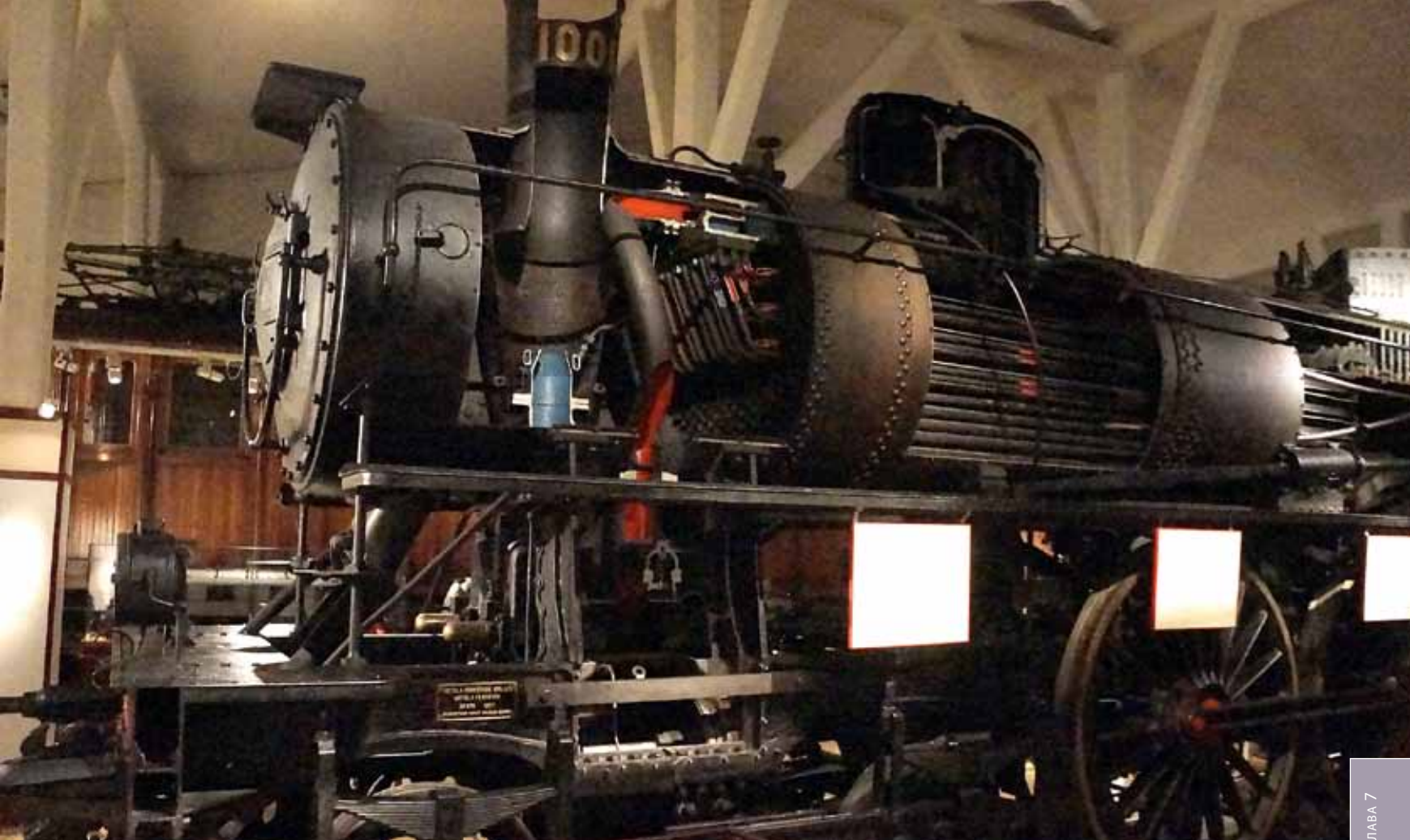
### «СПАЛЬНЫЕ ВАГОНЫ»

В первое время существования железных дорог вагоны строились по типу уже освоенных средств передвижения. Но и тогда уже они делились на классы. Вагоны первого класса были снабжены крышей, стенами и окнами, вагоны второго класса имели только крышу, в третьем классе не было ни того, ни другого. В 1836 г. в США на Пенсильванской железной дороге появились вагоны, снабженные тремя рядами

### Развитие железнодорожной сети и строительство паровозов в Российской империи (по Е.И. Мокршицкому)

Период	Открыто дорог, км	Длина сети на конец периода, км	Построено паровозов в России, ед.		Всего паровозов в эксплуатации на конец периода
			за период	за все время	
1837	27	27	—	—	6
1845-1865	3764	3791	229	229	н.д.
1866-1870	6848	10639	93	322	н.д.
1871-1875	8174	18813	641	963	3665
1876-1880	3739	22552	1225	2188	5549
1881-1885	3136	25688	707	2895	6089
1886-1890	4562	30250	373	3268	6804
1891-1895	6635	36885	1081	4349	7648
1896-1900	16159	53044	3618	7967	11087
1901-1905	7879	60923	5602	13569	16299
1906-1910	5300	66223	3713	17282	20044
1911-1915	7170	73393	3099	20381	21174
1916	2744	76137	590	20971	21386
1917	5105	81212	420	21391	20863





ДЫМОГАРНЫЕ ТРУБКИ,  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ  
МУЗЕЙ, ЕВЛЕ, ШВЕЦИЯ.

полатей, расположенных одна над другой и покрытых мешками, набитыми соломой. Настоящие, в современном смысле слова «спальные вагоны» были впервые построены Пульманом.

Джордж Мортимер Пульман родился 3 марта 1831 г. в семье краснодеревщика, переквалифицировавшегося в строителя. После смерти отца Джордж некоторое время продолжал его дело, но затем занялся железнодорожным бизнесом.

В 1859 г. Пульман совместно с компаньоном Б. Филдом заключил контракт с чикагской вагоностроительной компанией на проект салона-вагона, оборудованного креслами, которые могли легким движением руки трансформироваться в комфортабельные кровати. Гражданская война на некоторое время задержала внедрение изобретения, и первый салон-вагон Пульмана был сконструирован только в 1864 г. Он получил название «Пионер».

Рекламе разработки послужило трагическое событие. 14 апреля 1865 г. во время посещения театра Форда в Вашингтоне в президента США Линкольна выстрелил актер Дж. Бут. На следующее утро Линкольн скончался. Для того, чтобы высокопоставленные чиновники не чувствовали себя уставшими во время сопровождения праха президента к месту захоронения, в траурный состав был прицеплен «Пионер».







В 1867 г. Пульман основал компанию и начал строить роскошные спальные вагоны с коврами, драпировками, обитыми стульями, библиотекой, и высочайшим уровнем сервиса. В 1870-х гг. Пульман сделал железнодорожные путешествия еще более комфортными, сконструировав вагон-ресторан. Впоследствии компания также производила трамваи и троллейбусы.

В 1873 г. спальные вагоны «пульманы» появились в Европе. В России роскошные спальные вагоны для высокопоставленных лиц получили особенно широкое распространение. Для узнаваемости их красили исключительно в голубой цвет. Именно благодаря голубым вагонам, характеризующее аристократию выражение «голубая кровь» так широко распространилось в русском народе.

ИНТЕРЬЕР «ГОЛУБОГО  
ВАГОНА», ЖЕЛЕЗНОДО-  
РОЖНЫЙ МУЗЕЙ, ЕВЛЕ,  
ШВЕЦИЯ.

### «БРАТСТВО ПРОВОДНИКОВ»

Пульман был одним из первых известных предпринимателей, женившимся на чернокожей американке. Характерной особенностью компании стали проводники – негры (Pullman porters), для которых это была хорошо оплачиваемая и безопасная работа. Компания была крупнейшим работодателем для негров в свое время. Связанный с ней профсоюз «Братство проводников спальных вагонов» в XX в стал одним из лидеров движения за гражданские права.

В 1880 г. компанией в штате Иллинойс в 23 км к югу от Чикаго был построен город Пульман. В городе все являлось собственностью компании: дома, рынки, церковь, увеселительные заведения. В городе проживало

ЕВРОПЕЙСКИЕ ЖЕЛЕЗ-  
НОДОРОЖНЫЕ ВАГОНЫ  
РАЗНЫХ КЛАССОВ,  
СЕРЕДИНА XIX в.  
БЕРЛИНСКИЙ МУЗЕЙ  
ИСТОРИИ ТЕХНИКИ.







6000 семей. Работники компании были обязаны жить в городе, в среде бытовала шутка: мы родились в Пульмановском городе, работаем на Пульмановском заводе, покупаем еду в Пульмановских магазинах, а когда умрем, то попадем в Пульмановский ад.

Имя Пульмана стало нарицательным из-за большой рыночной доли контролируемой компанией и пулмановской стачки, организованной жителями Пульман-тауна в 1894 г. Во время экономического кризиса Пульман сократил рабочий день, и зарплаты, но не уменьшил стоимость аренды и коммунальные платежи, что спровоцировало стачку. Дело дошло до кровопролития.

В знак поддержки жертв 1 мая 1894 г. в СССР отмечали День международной солидарности трудящихся. Под напором общественности власти штата Иллинойс затеяли с изобретателем судебную тяжбу с целью лишения его компании контроля над поселением для рабочих. Пульман скончался 19 октября 1897 г. от сердечного приступа.

В 1898 г. верховный суд штата Иллинойс потребовал продать город, и он был присоединен к Чикаго.

На железной дороге.  
В. Перов, 1868 г.

### АЛЕКСАНДРОВСКИЙ ЗАВОД

Отечественное паровозо- и вагоностроение являются ярким примером тернистой дороги инноваций в народное хозяйство. Первенцем российской железнодорожной индустрии стал Александровский механический завод в Петербурге. В 1844 г. он был передан ведомству путей сообщения и получил название «Александровский главный механический завод С. Петербурго-Московской железной дороги». К открытию дороги 1 ноября 1851 г. на заводе изготовили: 121 товарный паровоз, 43 пассажирских и 239 пассажирских вагонов, 1991 крытый товарный вагон и 580 платформ.

С 1863 г. Александровский завод приступил к усовершенствованию своих паровозов, которые не могли быть

заменены ввиду нехватки средств. В это время было введено обозначение паровозов, состоящее из серии, обозначающей единство конструкции, и номерного дополнения, показывающего степень «апгрейда» по сравнению с первоначальной конструкцией.

В пореформенный период Александровский завод выполнял, по существу, функции железнодорожной мастерской, проводя реконструкцию и ремонт паровозов Николаевской железной дороги. Окончательно паровозостроение прекратилось на Александровском заводе в 1893 г., когда было построено 10 пассажирских четырехосных компаунд-паровозов серии Н, которые эксплуатировались вплоть до Великой Отечественной Войны. Всего же заводом было построено 331 паровоз и переделано 172.

### **ВНУК НАПОЛЕОНА**

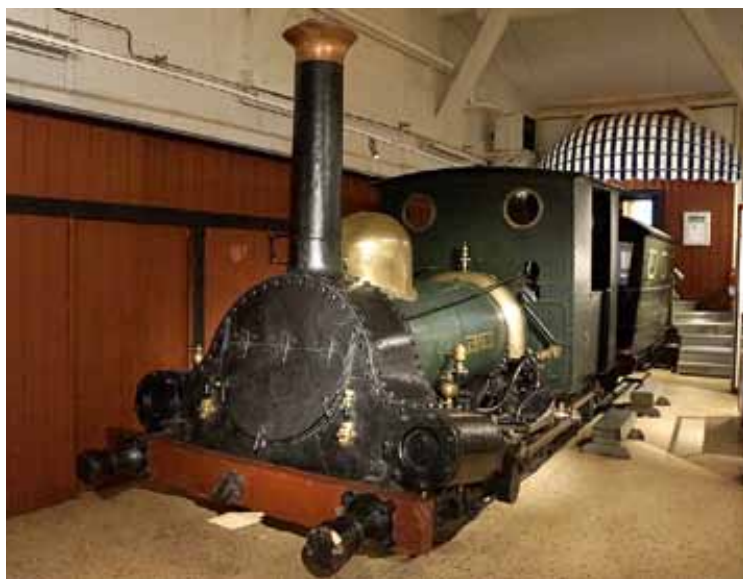
Вторая столичная железная дорога от Санкт-Петербурга до Варшавы имела колею 1524 мм, и для нее предполагалось строить подвижной состав на отечественном заводе, который должен был впоследствии стать ремонтным. Для этой цели был переоборудован на средства казны завод, принадлежавший герцогу Лейхтенбергскому, и располагавшийся вблизи Варшавского вокзала (сейчас это железнодорожный музей) на берегу ныне не существующей

реки Таракановки. Район этот издавна имел промышленную специализацию, и даже река, получившая свое название в 1785 г. по фамилии одного из местных заводчиков, до этого носила название Металовка, поскольку на ее берегах располагались чугунолитейные мастерские.

Осенью 1837 г. двадцатилетний герцог Максимилиан Лейхтенбергский, сын принца Эжена де Богарне – пасынка и дивизионного генерала Наполеона Бонапарта, по поручению баварского короля Людвига I посетил Россию для участия в больших кавалерийских маневрах. Он познакомился с восемнадцатилетней великой княжной Марией Николаевной, и 2 июля 1839 г. состоялась их свадьба.

Максимилиан получил титул Императорского Высочества, чин генерал-майора русской службы и стал шефом гусарского полка, а впоследствии командовал 2-ой гвардейской кавалерийской дивизией. В истории он остался как покровитель наук и искусств, благотворитель и организатор российского металлургического и машиностроительного производства. Максимилиан владел известнейшей картинной галереей в Мюнхене, переехав в Россию, он привез с собой значительную часть своей коллекции и продолжил ее пополнение. В 1842 г. герцог Лейхтенбергский стал почетным членом Академии Художеств, а с 1843 г. был ее президентом.

*Ввиду того, что отечественное паровозостроение к началу реформ было представлено фактически одним Александровским заводом, весь подвижной состав для первых отечественных железных дорог, в том числе около 500 паровозов, был беспоплатно ввезен из-за границы.*



ПЕРВЫЕ ПАРОВОЗЫ, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ МУЗЕЙ, ЕВЛЕ, ШВЕЦИЯ.



## ГАЛЬВАНОПЛАСТИЧЕСКОЕ ЗАВЕДЕНИЕ

Герцог Лейхтенбергский обладал обширными познаниями в области естественных наук, интересовался исследованиями в области электричества, минералогией и горным делом. После знакомства с академиком Борисом (Морицем) Якоби герцог организовал знаменитое «Гальванопластическое, литейное и художественной бронзы механическое заведение», где успешно воплотил на практике гальванопластический метод Якоби.

«Заведение» открылось в 1845 г. Заводские корпуса были построены по проекту архитектора Ф.И. Руска. В отдельных зданиях располагались мастерские: прокатная, котельная, чугунолитейная, модельная, кузнечная. «Заведение» занималось изготовлением фигурок орлов для касок кавалеристов и архитектурных украшений, продававшихся в магазине на Невском проспекте. Помимо рядовой продукции здесь были отлиты, изготовлены гальванопластикой и золочением украшения для сводов Исаакиевского собора, в том числе 12 колоссальных кариагид, группы апостолов Петра, Павла и Иоанна, барельефы под аркой иконостаса и внутри главных портиков собора.

Работы по устройству передового предприятия и благотворительность Максимилиан Лейхтенбергский совмещал с руководством Институтом Корпуса горных инженеров, на должность главноуправляющего которым он был назначен императором в 1844 г. Здесь герцог также развил кипучую деятельность, подготовил проект нового устава учебного заведения, а также проинспектировал в 1845 г. уральские горные заводы. Однако именно эта поездка оказалась для него роковой: на Урале герцог сильно простудился, болезнь прогрессировала в чахотку. Поскольку его состояние непрерывно ухудшалось, он был вынужден покинуть Россию, обосновавшись на острове Мадейра. После возвращения Максимилиан прожил недолго – он умер 20 октября 1852 г. в возрасте 35-ти лет.

«Гальванопластическое заведение» после смерти основателя послужило делу снабжения Варшавской железной дороги подвижным составом. Завод получил заказ на 100 паровозов. Начавшаяся в 1854 г. Крымская война приостановила постройку Варшавской дороги, которая была доведена к тому времени только до Гатчины. Остановилась и деятельность завода, где к тому времени было построено 17 трехосных паровозов и два паровоза для Царскосельской дороги.

После образования «Главного общества российских железных дорог» предприятие было передано ему, однако, не найдя производственной площадке подходящего применения, в 1857 г. общество приступило к распродаже цехов. Гальванопластический цех выкупили французские предприниматели Генке, Плеске и Моран, которые перенесли производство в другое место, параллельно реконструировав его. История «Гальванопластического заведения» насчитывала еще не одно десятилетие, в число его



работ входили золочение шпиля колокольни собора Петропавловской крепости, изготовление люстр для Исаакиевского собора, наружных дверей для Храма Христа Спасителя, а также производство медных труб, кранов, гвоздей и прочего ходового товара.

МАКСИМИЛИАН  
ИОСИФ ЕВГЕНИЙ  
АВГУСТ НАПОЛЕОН  
БОГАРНЕ, ГЕРЦОГ  
ЛЕЙХТЕНБЕРГСКИЙ.  
ПОРТРЕТ РАБОТЫ  
КАРЛА БРЮЛЛОВА,  
МАДЕЙРА, 1849 г.

## ОТ КАЗЕННОГО К ЧАСТНОМУ

Ввиду того, что отечественное паровозостроение к началу реформ было представлено фактически одним Александровским заводом, весь подвижной состав для первых отечественных железных дорог, в том числе около 500 паровозов, был бесповоротно ввезен из-за границы. С целью развития отечественного паровозостроения правительство Александра II в конце 1866 г. объявило о предоставлении долгосрочных заказов на подвижной состав для железных дорог с выдачей ссуд под казенные заказы и премий за постройку паровозов для частных железных дорог. На этот призыв последовало до 30 предложений от промышленников. Приемлемыми были признаны только три, и казенные заказы на постройку паровозов были предоставлены предприятиям, имевшим в составе металлургическое производство: Невскому заводу

в Петербурге, заводу Мальцова в Людиново близ Брянска и Воткинскому казенному заводу.

Впрочем, частные железнодорожные общества не разделяли казенных соображений, поэтому Коломенский завод, не имевший своего металлургического производства, принял заказ на 50 паровозов от трех строившихся в то время частных железных дорог, который с успехом выполнил. Невский и Мальцовский заводы также приняли заказы на паровозы для частных железных дорог. Деятельность упомянутых заводов в дальнейшем не ограничивалась только паровозостроением, а была диверсифицированной. Это было связано с небольшим объемом заказов паровозов для казенных дорог и правом беспошлинного ввоза паровозов из-за границы для образовавшихся 24 частных железнодорожных обществ.

С целью развития отечественного паровозостроения в уставы частных обществ после 1870 г. стали вносить ограничения беспошлинного ввоза паровозов. Эти ограничения различались в зависимости от условий доставки подвижного состава к районам постройки дорог, кроме того, была установлена ввозная пошлина в размере 45 рублей золотом с тонны веса паровозов. Эти мероприятия несколько улучшили ситуацию, однако наличие всего четырех паровозостроительных заводов, выпускавших до 150 паровозов в год, не могло удовлетворить потребность страны, по причине чего отказаться от импорта не представлялось возможным.

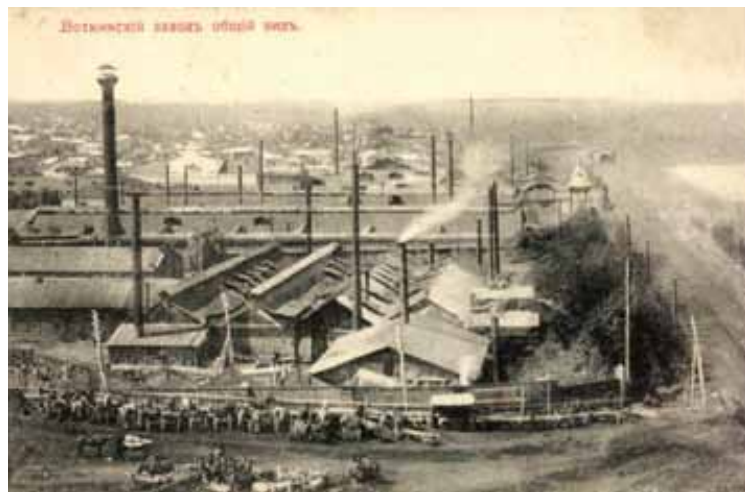
### ЯКОРЯ И ПАРОВОЗЫ ВОТКИНСКОГО ЗАВОДА

Воткинский завод был построен знаменитым государственным деятелем правления Елизаветы Петровны, графом Петром Шуваловым, и вступил в строй в 1759 г. В 1763 г., через год после смерти Шувалова, Воткинский и Ижевский заводы стали казенными предприятиями.

С 1773 г. по указу императрицы Екатерины II на Воткинском железоделательном заводе был начат

Воткинский завод

выпуск якорей, цепей и других металлических



изделий для нужд флота, в первой половине XIX в. на его долю приходилось свыше 60 % общего объема якорного производства в России. В 1811 г. здесь было организовано первое в России производство инструмента из литой стали по методу Ивана Бадаева. Важнейшую роль Воткинский завод сыграл в конце XIX в., в ходе сооружения Транссибирской магистрали, для которой он изготавливал мостовые конструкции. По общей длине построенных железнодорожных мостов в 1915 г. Воткинский завод вышел на первое место в России.

Завод имел опыт производства паровой техники: в 1847 г., при Илье Петровиче Чайковском (отце знаменитого композитора), на Воткинском заводе было организовано производство пароходов. Поскольку завод располагался на маловодном притоке Камы, суда строились с таким расчетом, чтобы работы были окончены к началу весеннего половодья. Благодаря специальной плотине река затопляла верфь, и суда всплывали, после чего своим ходом отправлялись в Каму. Аналогичным образом отправлялись барки с паровозами. Только в 1916 г. Воткинский завод был соединен с национальной железнодорожной сетью. Всего Воткинский завод с 1869 по 1914 г. изготовил 631 паровоз, качество их считалось высоким.

### РАВНЫЙ ЭЙФЕЛЮ

Коломенский завод обязан своим возникновением собственно железнодорожному строительству. Основан он был в 1863 г. и получил название «Механический и литейный завод инженера Струве». Аманд Струве родился 30 мая 1835 г. в Санкт-Петербурге в обедневшей дворянской семье немецкого происхождения. Блестяще окончив Главное инженерное артиллерийское училище, а затем Николаевскую инженерную академию, Струве прошел стажировку за границей.

В 1857 г. молодого инженера командировали на строящуюся Нижегородскую железную дорогу, а в 1860 г. 25-летний капитан Струве был направлен на проведение изыскательских работ на Саратовской дороге. Через год Струве предложил правлению Рязанской дороги передать ему постройку моста через реку Москву, и именно с этого события началась его слава, а также история Коломенского завода. Запросив за работу сумму почти в 7 раз меньшую, чем та, которую называли французские инженеры, и с успехом выполнив заказ, Струве завоевал значительный авторитет, и в 1863 г. ему поручили сооружение моста через Оку близ Коломны. Одновременно он получил правительственный заказ на строительство 400 железнодорожных платформ для Московско-Курской дороги.

Для обеспечения заказов Струве заключил с крестьянами села Боброва соглашение об аренде земельного участка под мастерскую, и 2 сентября 1863 г. получил официальный документ, дававший ему право «производить постройки как заводские, так и фабричные» (эта



АМАНД ЕГОРОВИЧ  
(СЛЕВА) И ГУСТАВ  
ЕГОРОВИЧ (СПРАВА)  
СТРУВЕ



дата считается датой основания Коломенского завода). Место для организации производства было выбрано с учетом транспортной доступности: оно располагалось неподалеку от впадения реки Москвы в Оку и станции Голутвин Московско-Рязанской железной дороги, что обеспечивало как доставку к заводу уральского чугуна и железа, так и отправку готовой продукции. Через год на территории завода располагались девять производственных зданий, в которых изготавливали мостовые конструкции и «принадлежности железных дорог».

В 1866 г. Аманд Струве пригласил в качестве компаньона своего старшего брата Густава, который год спустя стал директором-распорядителем «Механического и литейного завода инженеров братьев Струве», что позволило самому Аманду сосредоточиться на инженерной деятельности на Юге России. С 1867 г. он работал в Киеве, где по его проекту был построен самый крупный в то время в Европе железнодорожный мост через Днепр. Этот мост, длиной 1068 м с 13 опорами, возводился с применением новейшей по тем временам кессонной технологии и был открыт в апреле 1870 г.

По инициативе Аманды Струве были организованы акционерные общества по сооружению в Киеве городского водопровода, газового уличного освещения и трамвайного сообщения. Первые моторные вагоны для киевской трамвайной дороги были спроектированы и построены на Коломенском заводе. Успешный опыт эксплуатации первой отечественной электрической железной дороги послужил толчком к организации в течение 10 лет трамвайного сообщения в 13 городах Российской империи.

Струве строил железнодорожный мост через Днепр в Кременчуге, Литейный мост через Неву в Санкт-Петербурге, занимался строительством мостов и виадуков на Лозово-Севастопольской железной дороге. Коломенский завод регулярно получал заказы, связанные с деятельностью его основателя. Увеличение спроса на паровозы привело к необходимости расширения производства, в 1872 г. было образовано Общество Коломенского завода, призванное привлечь капиталы. Общество приобрело Кулебакский железоделательный завод, расположенный вблизи впадения Оки в Волгу. Завод имел



доменную печь, производил чугун и сортовое железо. На Кулебакском заводе было организовано производство стали, прокатка листового железа, производство осей и бандажей.

ПЕРВЫЕ ЦЕХА КОЛОМЕНСКОГО ЗАВОДА

В 1873 г. на Коломенском заводе был изготовлен юбилейный сотый паровоз, который назвали «Коломна», в 1879 г. – 500-й товарный паровоз. К этому времени завод выпускал почти треть паровозов России.

В целях диверсификации производства, было организовано изготовление буксирных пароходов, танкеров для перевозки нефти с Каспийских промыслов, паровых машин, локомобилей, станков и сельскохозяйственных орудий. За период с 1882 по 1898 г. количество рабочих увеличилось с 1000 до 6000 человек. Струве большое внимание уделял «социальной сфере». Он устроил дешевую столовую, пожертвовал крупную сумму на сооружение народного театра на 800 мест. Свой жизненный путь Аманд Егорович Струве завершил 12 сентября 1898 г. в Коломне, откуда его тело было перевезено в столицу и с почестями похоронено на Волковом кладбище.

## ПРОМЫШЛЕННАЯ ИМПЕРИЯ ГЕНЕРАЛА МАЛЬЦОВА

В 1723 г. Назар Дружинин и Сергей Аксенов основали стекольный завод на монастырских землях близ села Нового в Можайском уезде. Год спустя они взяли в компаньоны Василия Мальцова, который к началу 1730-х гг. стал единственным владельцем завода. В 1746 г. предприятие перешло в управление к сыновьям Василия – Акиму и Александру. К этому времени производство значительно расширилось: здесь работали 64 мастера, и это было едва ли не самое крупное предприятие в России. Так началось строительство мальцовой «империи» или, говоря современным языком, «территориально-промышленного комплекса», раскинувшегося в период своего расцвета на территории трех губерний (Калужской, Орловской и Смоленской) и включающего десятки промышленных предприятий.



СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ  
МАЛЬЦОВ.  
Фото С.Л. Левицкого,  
1870-е гг.



ПАРОВОЗНОЕ ДЕПО  
в Людинове.

В 1820 г. Иван Акимович Мальцов, внук основателя династии, купил у наследников Демидовых два чугуноплавильных завода в селах Людиново и Сукремель Жиздринского уезда Калужской губернии. Заводы были приобретены с целью диверсификации бизнеса, они имели практически гарантированный сбыт своей простой продукции: посудного и печного литья, железных изделий и сельскохозяйственных орудий труда.

Типичный чугуноплавильный  
и железоделательный завод  
Замосковского горного округа,  
работающий на местном  
сырье. Додинский металлургический завод в Калуге.  
1902-1906 гг.

Расцвет металлургии и машиностроения в мальцовой «промышленной группе» связан с именем Сергея Ивановича Мальцова. Родился он в 1810 г., и первая половина его жизни прошла на военной службе и в высшем свете – будущий знаменитый промышленник был адъютантом

принца Петра Георгиевича Ольденбургского. В 1836 г. молодой кавалергард сочетался браком с княжной Анастасией Урусовой.

Выйдя в отставку в 1849 г. в чине генерал-майора, Сергей Мальцов активно занялся развитием семейного производства, которым он руководил до 1883 г. В 1869 г. Людиновский завод получил заказы на паровозы для казенных, а затем и для частных железных дорог. Для их постройки было устроено специальное отделение, которое оборудовали станками, закупленными в Англии.

В мае 1877 г. началось строительство знаменитой «мальцовой» узкоколейной сети, связавшей все предприятия и населенные пункты «мальцовского» промышленного района. В 1912 г. протяженность дороги достигла 289 км, ширина колеи составляла 914 мм (3 фута). На дороге на местном буром угле работали 26 паровозов грузоподъемностью 8 т, 461 товарный вагон, 52 пассажирских вагона и 142 платформы. Дорога была устроена просто и дешево – использовались облегченные рельсы, подвижной состав упрощенной конструкции, должности обслуживающего персонала занимали местные крестьяне.

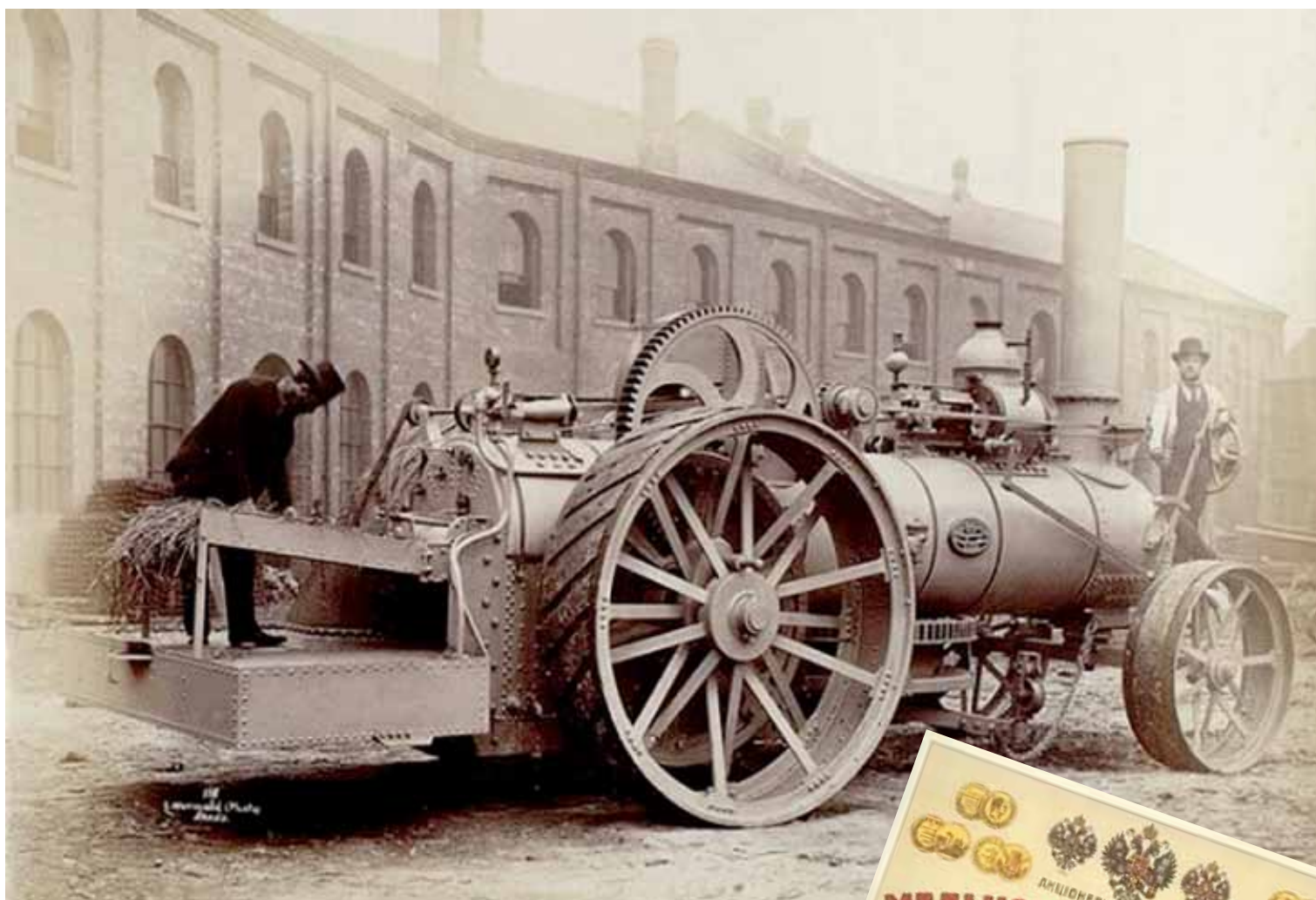
### ЛЮДИНОВСКИЙ ЗАВОД

Знаменитый «Энциклопедический словарь» Брокгауза и Ефрона в статье «Мальцовский заводский округ» (1903) писал: «При Людиновском чугунолитейном заводе устроены сталеварочные печи и громадная механическая мастерская на 196 станков; это позволило принимать от казенных и частных железных дорог заказы на изготовление паровозов, вагонов, локомотивов, рельс и проч. В промежуток времени с 1870 до 1881 г. сооружено 373 паровоза и 11 тыс. вагонов».

Паровозы, построенные на Людиновском заводе в 1870 г., были изготовлены по немецкому проекту. Позднее







на заводе были созданы собственные типы паровозов. Они имели широкое распространение почти на всех отечественных дорогах и получили среди машинистов нарицательное имя «мальцовка» – символ высокого качества. Они безупречно работали в течение полувека до полного износа.

В период с 1874 по 1878 г. предприятие также строило рутьеры или, по заводской терминологии, «паровозы для обыкновенных дорог» по образцу машины британской фирмы «Авелинг и Портер». Так что, в определенном смысле, Людиновский завод можно считать пионером отечественного автомобилестроения.

Кроме того, выпускалось некоторое количество механической продукции, качество которой было столь высоко, что обратило на себя внимание премьер-министра Сергея Юльевича Витте, по инициативе которого в 1893 г. было создано «Акционерное общество Мальцовских заводов». Его возглавил Федор Енакиев, знакомый главе

Паровой тягач –  
рутьер







Европейские локомотивы второй половины XIX в., Музей истории техники, Терраса, Барселона, Испания.



правительства как успешный создатель «Первого общества подъездных железных путей России». Под руководством Енакиева работало 15 заводов (в том числе вагоностроительный и шесть чугунолитейных), на которых было занято около 25 тыс. человек.

## НА БЕРЕГУ НЕВЫ

В 1857 г. бывший чугунолитейный завод Томсона и расположенное рядом болото приобрели сокурсники по Горному институту – генерал-майор Петр Федорович Семянников и подполковник Василий Аполлонович Полетика. В 1864 г. предприятие, построенное по проекту архитектора Романа фон Генрихсена, было открыто под названием «Невский литейный и механический завод Семянникова и Полетики». На заводе имелись прокатно-механических и модельные цеха, два крытых металлических эллинга, в которых можно было строить сразу по два больших судна.

В марте 1865 г. со стапелей Невского завода сошла броненосная плавучая батарея «Кремль» – первый российский броненосец (береговой обороны), построенный в России (его предшественники «Не тронь меня» и «Первенец» строились в Великобритании). Однако металлическое кораблестроение, новое, еще недостаточно освоенное дело, оказалось не столь прибыльным, как рассчитывали основатели: казенных заказов было недостаточно. Поэтому, когда правительство «кинуло клич», ими была подана заявка на постройку паровозов.

В 1869 г. был выпущен первый паровоз, а уже год спустя на Всероссийской промышленной выставке в Соляном городке он был отмечен Малым Гербом Российской Империи – своего рода знаком качества, который владельцы имели право поместить над заводскими воротами. В том же 1869 г. компаньоны приобрели в Финляндии небольшой Картулевский чугуноплавильный завод и организовали на нем выделку железных болванок для прокатки их в листовое и сортовое железо. Стальные колесные бандажы, листовую медь и трубы завод приобрел на стороне.

Василий Аполлонович Полетика, оставивший в качестве публициста яркий след в отечественной истории, происходил из старинного малороссийского дворянского рода, он родился в 1822 г. в Саратовской губернии. После выпуска из Горного Корпуса был произведен в офицеры и около 20 лет служил в Западной Сибири, в том числе в



Печная дверка «Военный натюрморт». Мальцовские заводы, конец XIX в.

должности управляющего Змеиногорскими рудниками и заводами.

В 1874 г. Василий Полетика стал сотрудничать в издававшихся К.В. Трубниковым «Биржевых Ведомостях», в которых печатали статьи известные публицисты того времени: Э.К. Ватсон, А.Н. Плещеев, А.С. Суворин, В.С. Курочкин. В 1875 г. Полетика стал собственником «Биржевых Ведомостей», а с августа 1876 г. – и их редактором. В качестве публициста Полетика выступал в защиту протекционизма и вел борьбу с господствовавшим в правительственных кругах фритредерством (от «свободная торговля»). Он скончался 18 сентября

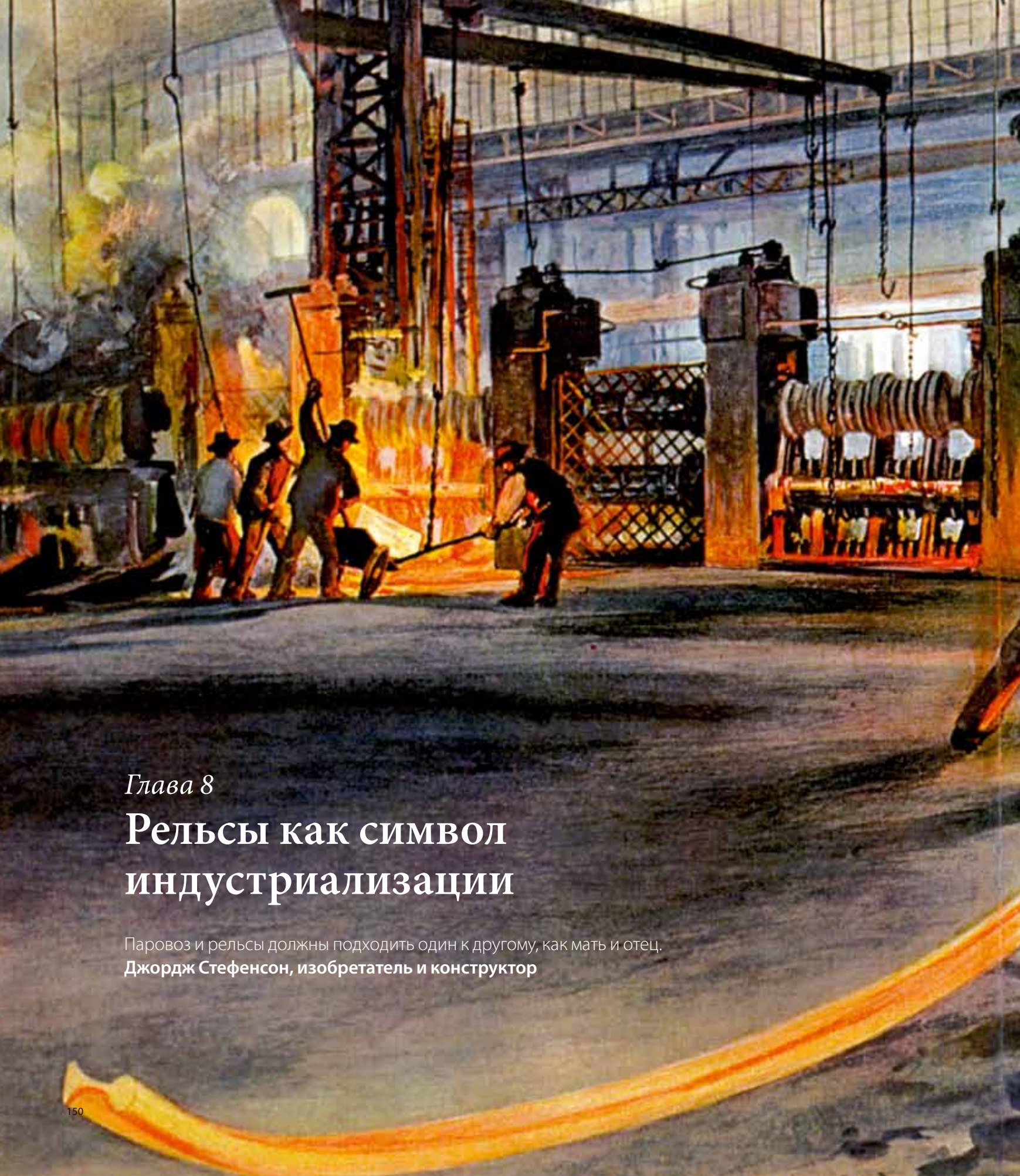
1888 г. (погребен на Никольском кладбище Александро-Невской Лавры).

После смерти основателей предприятия Невский завод в 1890 г. был продан с аукциона. Приобрел его инженер Валериан Титов, который год спустя переоформил предприятие на «Московское товарищество Невского судостроительного и механического завода», крупнейшим акционером которого был знаменитый купец Савва Мамонтов. В 1899 г. завод перешел во владение «Товарищества Невского судостроительного и механического заводов», которое контролировалось Государственным банком, так что завод, фактически, стал казенным. В 1907 г. он вошел в синдикат «Продпаровоз».

В техническом отношении «Невский завод» стоял в ряду с лучшими отечественными машиностроительными предприятиями. На нем были сооружены десятки миноносцев, крейсера «Жемчуг» и «Изумруд», шесть подводных лодок, ледоколы «Таймыр» и «Вайгач», которые первыми прошли Северный морской путь из Владивостока в Архангельск. 10 июля 1910 г., в день 50-летия с начала выполнения заводом крупных промышленных заказов, был выпущен трехтысячный паровоз.

В 1912 г. «Невский завод» был выкуплен у казны группой петербургских и французских банков и присоединен к «Обществу Путиловских заводов», т.е. вошел в состав военно-промышленного концерна. В 1920-х гг. уже национализированный завод был включен в реализацию плана ГОЭЛРО, а его профиль изменился на энергомашиностроительный. В 1930-х гг. здесь была сконструирована первая отечественная центробежная воздуходувка для подачи дутья в доменные печи. ✱





## Глава 8

# Рельсы как символ индустриализации

Паровоз и рельсы должны подходить один к другому, как мать и отец.  
**Джордж Стефенсон, изобретатель и конструктор**





АВГУСТ ДРЕССЕЛЬ.  
ПРОКАТКА РЕЛЬСОВ  
НА ПРОКАТНОМ СТАНЕ  
ТРИО. 1906 г.



**РЕЛЬС ИМЕЕТ ШИРОКОЕ ОСНОВАНИЕ (ПОДОШВУ)**, над которой располагаются шейка и рельсовая головка, служащая поверхностью качения для колес. Расстояние между проложенными по прямому пути рельсами примерно на 1 см больше расстояния между ребрами колес. Для того чтобы колеса не отклонялись от середины рельсов, поверхность качения бандажей колес обточена в форме усеченного конуса. Рельсы устанавливаются с наклоном к внутренней стороне, примерно в соотношении 1:20. Наклон этот достигается тем, что рельс располагается на подкладке, имеющей наклон к середине пути и плотно захватывающей подошву рельса. Подошва рельса и подкладка укрепляются на шпале болтом либо рельсовыми костылями.

ПАРОВОЗНЫЕ И ВАГОННЫЕ КОЛЕСА, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ МУЗЕЙ ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ, ЕВЛЕ, ШВЕЦИЯ

#### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

Практически каждая историческая эпоха характеризуется металлическим изделием – символом передовых технологий. Оно часто кажется внешне неброским на фоне слож-

ных конструкций и дорогостоящих шедевров. Но это ответственное, производимое в массовом масштабе, изделие является своеобразным локомотивом, движущим за собой целый «состав» нововведений и изобретений в технике и технологии металлургии и металлообработки. В Средние века таким изделием был нож, в эпоху индустриализации – рельс. Именно изготовление рельсов привело к формированию индустрии прокатного производства, быстрому внедрению технологий получения литой стали и ферросплавов.

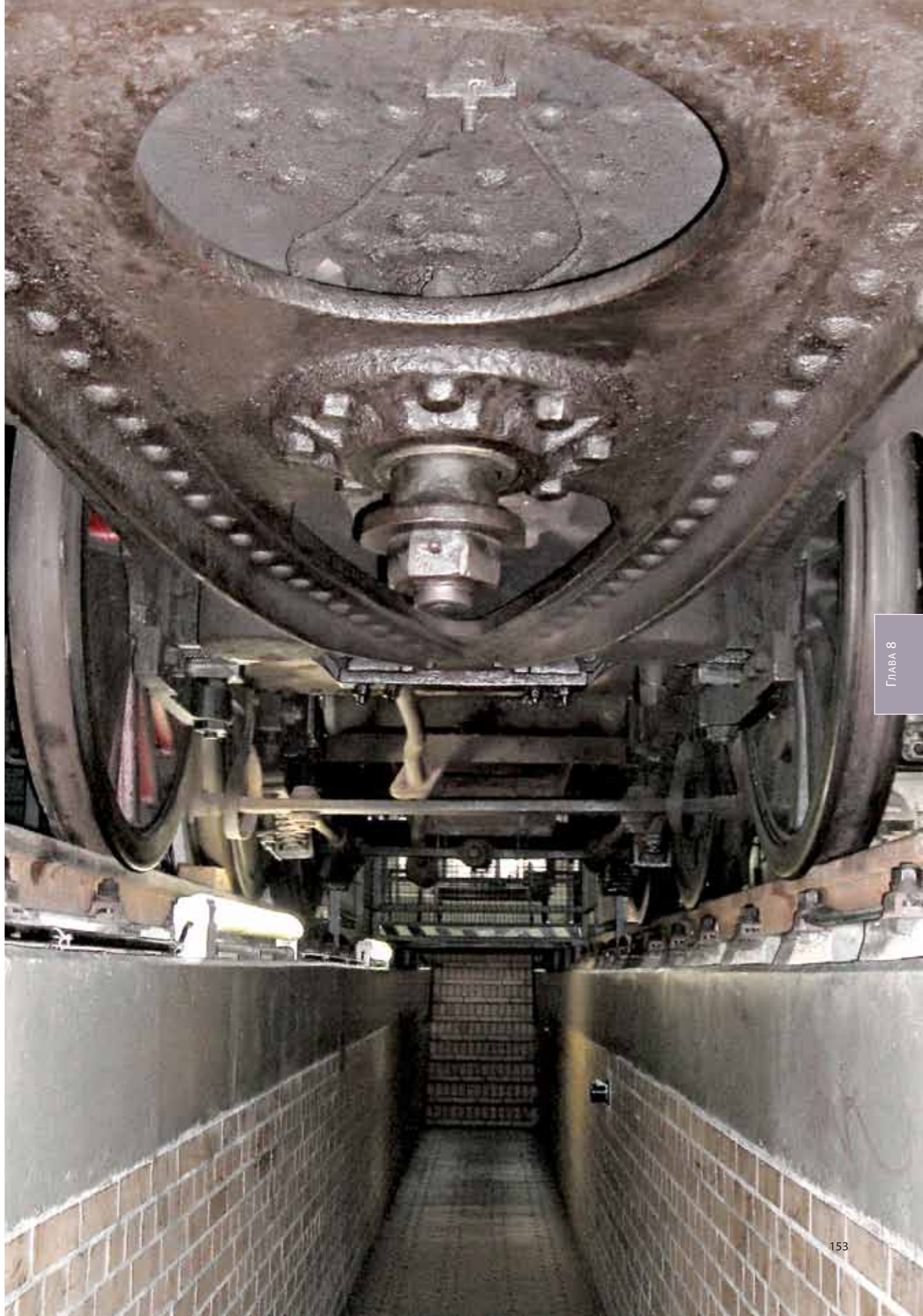
#### РЕЛЬСЫ ИЗ ПАКЕТА

В первой половине XIX в. металлурги умели производить следующие конструкционные материалы: чугуны, тигельную сталь, кричное железо (получаемое в кричных горнах), пудлинговое железо (получаемое в пудлинговой печи). Посредством модификации кричной и пудлинговой операций, можно было получать сталь в кричных и пудлинговых печах, однако это была не литая (жидкая) сталь, а, если можно так выразиться, кричная и пудлинговая.





ПАРОВОЗ НА РЕЛЬСАХ,  
БЕРЛИНСКИЙ МУЗЕЙ  
ТЕХНИКИ







СИМВОЛ НЕМЕЦКОЙ  
ТЯЖЕЛОЙ ПРОМЫШЛЕН-  
НОСТИ: ТРИ БЕСШОВ-  
НЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖ-  
НЫХ БАНДАЖА  
EISENBahn-RADREIFEN  
КРУППА НА СТЕНЕ  
ДОМА GEORG-VON-  
COELLN HOUSE В ГАН-  
НОВЕРЕ

Чугун не подходил для изготовления рельсов для дорог с паровой тягой по причине хрупкости, кричное железо было мягким, а литая тигельная сталь слишком дорогой для такого массового производства, как рельсовое, к тому же, небольшой объем тигля позволял получать крупные отливки лишь со значительными ухищрениями.

Когда технология производства крупных отливок из тигельной стали была освоена, она активно применялась для изготовления наиболее ответственных деталей подвижного состава – осей, рессор и колесных бандажей (шин). Именно железнодорожное, а вовсе не оружейное производство, превратило фирму Круппа в мирового гиганта, а три кольца в ее логотипе – не что иное, как три стальных

КРУППОВСКИЙ  
РЕЛЬС, ЖЕЛЕЗНО-  
ДОРОЖНЫЙ  
МУЗЕЙ, БАРАНО-  
ВИЧИ



ТАЧКИ ДЛЯ ПЕРЕ-  
ВОЗКИ ГОРЯЧИХ  
КРИЦ

колесных бандажа, принесшие основателю фирмы огромные прибыли в период «железнодорожной лихорадки» в Европе.

Таким образом, для рельсов оставался только один материал – пудлинговое железо. В целом технология производства рельсов мало отличалась от технологии производства других видов металлургической продукции методом прокатки в профилированных валках. После получения в пудлинговой печи крицы – губчатой железной массы, пропитанной шлаком, следовало выжать шлак из крицы и превратить ее в плотный металл определенной формы. Для этого использовали механизированные молоты различных видов, прокатные валки, специальные прессы и «кричные жомы».







Прокатный завод  
Кармансбо, Швеция.  
Водяной молот для  
обжатия криц



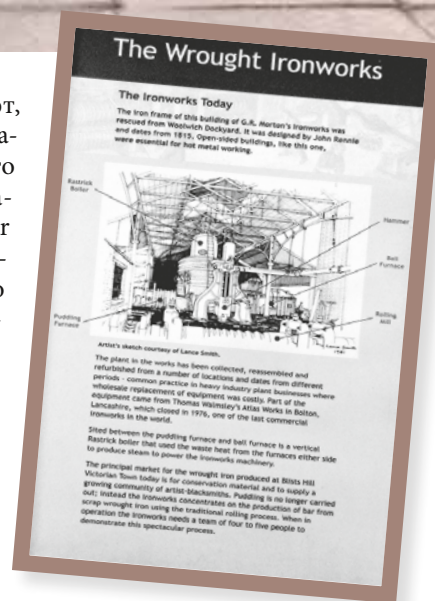


Классическая компоновка оборудования на британской прокатной фабрике начала XIX века, Викторианский городок, Айронбридж-Горж, Великобритания

Обжатые крицы обрабатывались в черновых прокатных валках. Получалась пудлинговая болванка размером 4х1 дюйм – так называемый «пудль-барс» (дословно от puddle bar – «кричный брусок»). «Такая болванка содержит много шлака, с поверхности имеет рвани и пластинки, – писал после поездки по заводам Южного Уэльса майор Корпуса горных инженеров Гурьев. – Пудлинговая болванка или пудль-барс разрезывается на куски по два, по три фута длиною. Куски складываются в пакеты, провариваются (то есть нагреваются до белого каления) в сварочной печи и прокатываются в болванки тех же размеров под валками, делающими в минуту 80-100 оборотов. Это односварочное железо шлаковато и называется миль-барс (от mill bar – «прокатный брусок»), или железо №2. Для получения полосового же-

леза миль-барс разрезают, сваривают пакетами и прокатывают в разные сорта. Это двусварочное железо, называемое бар-айрон (от bar iron – «брусковое или полосовое железо»), или железо №3. Сортовое железо прокатывается в валках, делающих до 150 оборотов в минуту».

Полосовое железо было полуфабрикатом и, если размера полосы было недостаточно для получения готового изделия, применяли технологию





кузнечной сварки. Несколько полос складывали вместе в пакет, при необходимости обвязывали железной проволокой, нагревали («проваривали») в сварочной печи и сваривали путем сдавливания в валках аналогично тому, как из пудль-барса получали миль-барс. Таким же способом получали крупные заготовки из пудлинговой стали, либо комбинированные заготовки из полуфабрикатов с разными свойствами. При формировании пакета учитывали припуск на обрезку концов и расход на угар от окисления нагретого металла кислородом воздуха.

С помощью описанной технологии изготавливали железные рельсы и любую более-менее крупную сортовую прокатную заготовку, при этом до появления мартеновского способа производства литой стали еще и утилизировали железный лом некоторых видов, куски которого включали в состав пакета.

## СТАЛЬНАЯ ГОЛОВКА

Пакет имел сложную структуру, которая определялась условиями работы отдельных частей изготавливаемого изделия. На головку рельса шло мелкозернистое железо (пудлинговая сталь), на пятку – волокнистое железо. Использование стали в сочетании с железом было связано с увеличением интенсивности движения по железным дорогам, которое приводило к быстрому износу мягкой железной головки и существенному уменьшению срока службы рельсов.

С распространением бессемерования пудлинговая сталь в головке была заменена бессемеровской, и рельсы с пяткой из волокнистого железа и стальной головкой употреблялись до середины 1870-х гг., когда удешевление литой бессемеровской и мартеновской стали позволило ей вытеснить железо из рельсового производства.

Рельсы, от качества которых зависела жизнь людей, подвергались при приемке специальным испытаниям. В качестве примера можно привести выдержки из контракта на поставку рельсов для Николаевской железной дороги, который 18 сентября 1865 г. был заключен с купцом Альбертом Таунсендом. После требований по срокам доставки, цене, условий по длине и массе рельсов, контракт оговаривал следующие требования к их качеству: «Рельсы должны быть приготовлены из хорошего прочного железа, хорошо проваренного, нехладноломкого, верхняя поверхность головы должна быть ... твердою, так чтобы не стиралась, значительно сопротивлялась тяжести поездов, не портилась, не ломалась и не откалывалась; в изломе верхней части рельса мелкозернистый слой должен быть  $\frac{3}{4}$  дюйма толщины, нижняя же часть должна быть приготовлена из волокнистого железа. При составлении пакетов верхняя покрывка должна быть толщиной в  $1\frac{1}{2}$  дюйма и сделана из зернистого твердого железа, а непосредственно под нею лежащие твердые бруски должны быть толщиной и шириною в  $1\frac{1}{2}$  дюйма.



Нижняя часть рельса должна быть приготовлена из лучшего волокнистого железа, переделанного из отбеленного чугуна».

После поставки контрагент принимал на себя ответственность за прочность рельсов в течение пяти лет со дня окончания поставки. Несмотря на суровые испытания рельс, состоящий из многочисленных сваренных друг с другом полос, под влиянием нагрузки от проходящих составов понемногу расщеплялся и выходил из строя раньше, чем износ головки требовал его замены.

## ПЕРЕВОРОТ В РЕЛЬСОВОМ ДЕЛЕ

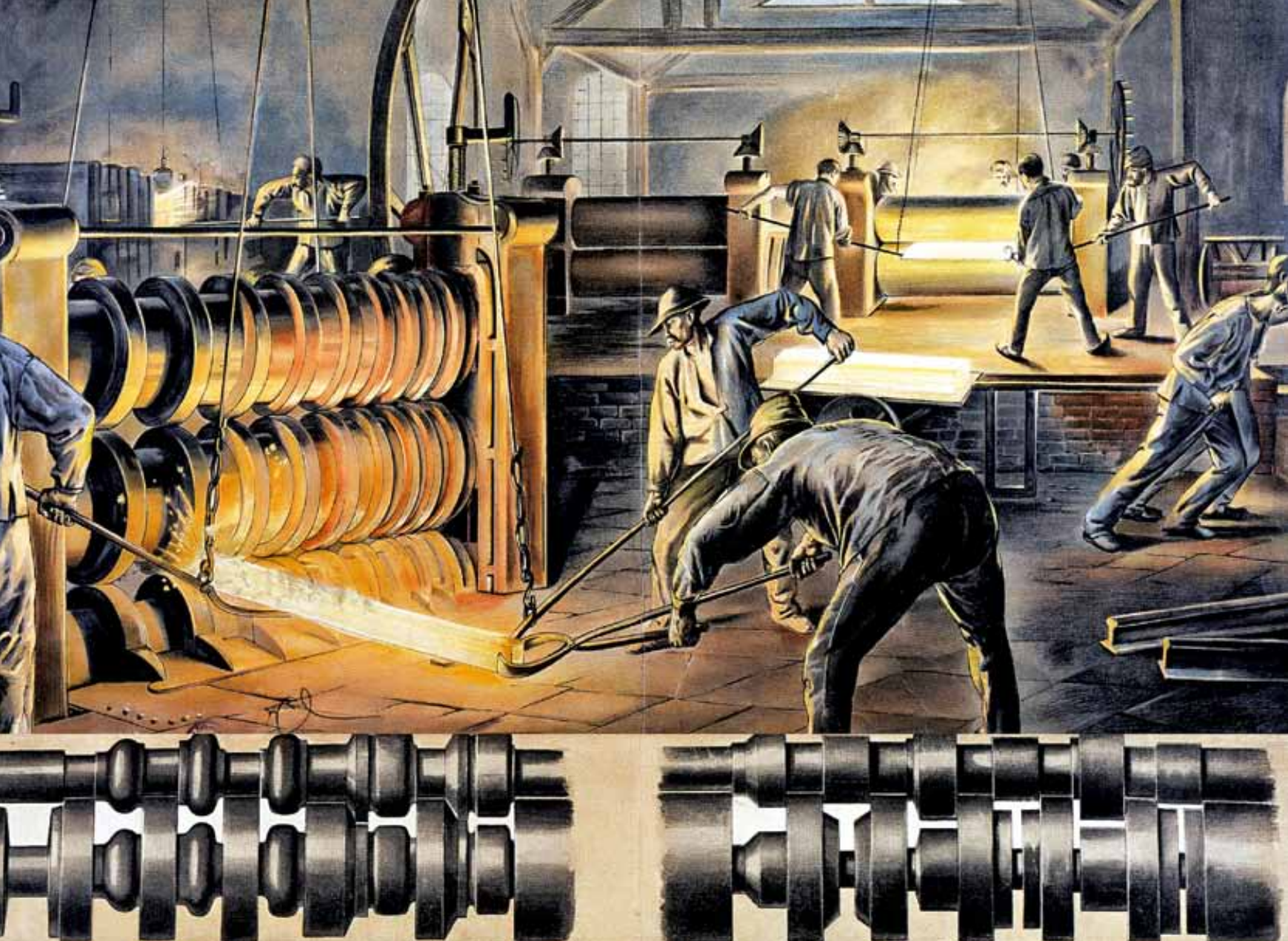
Как только бессемеровская и мартеновская сталь подешевели настолько, что смогли конкурировать с железом, в рельсовом деле произошел переворот, в результате которого не только значительно возросло качество рельсов и срок их службы, но и была решена проблема переработки изношенных рельсов.

Многочисленные опыты, проведенные с целью сравнения срока службы «пакетных» рельсов и рельсов из литой стали, показали огромное превосходство последних. Например, из числа сварочных рельсов, уложенных в 1869 г. на линиях общества Grand Central Belge, к концу 1882 г. был заменен новыми 41 %, в то время как из числа уложенных в это же время рельсов из литого металла замены потребовали всего 0,4 %.

Для обеспечения главных эксплуатационных характеристик рельсов – достаточной вязкости для сопротивления динамической нагрузке от проходящих поездов и прочности для сопротивления их весу, были установлены следующие требования по содержанию элементов в рельсовой стали, % (масс.): углерод – 0,25...0,35; марганец – 0,35...0,55; кремний – не более 0,20; фосфор – не более 0,10.

Крупные слитки давали больше гарантий качества производимых из них рельсов, поэтому их отливали такого размера, чтобы выкатать, по крайней мере, два





Бруно Героукс. Прокатный цех. Цветная литография с чертёжа. 1894 г.

рельса, иногда количество рельсов, выкатываемых из одного слитка, достигало четырех, шести и восьми. Это позволяло экономить металл на обрезке концов. Длина рельса, согласно установившимся правилам, должна была составлять около 9 м.

Двойные и тройные слитки после извлечения из нагревательных колодцев или калильных печей, подавались на рельсовый стан, где прокатывались «с одного нагрева». Четверные слитки после нагрева в колодцах или калильных печах, прокатывались на обжимном стане, затем разрезались ножницами, после чего подавались на рельсовый стан.

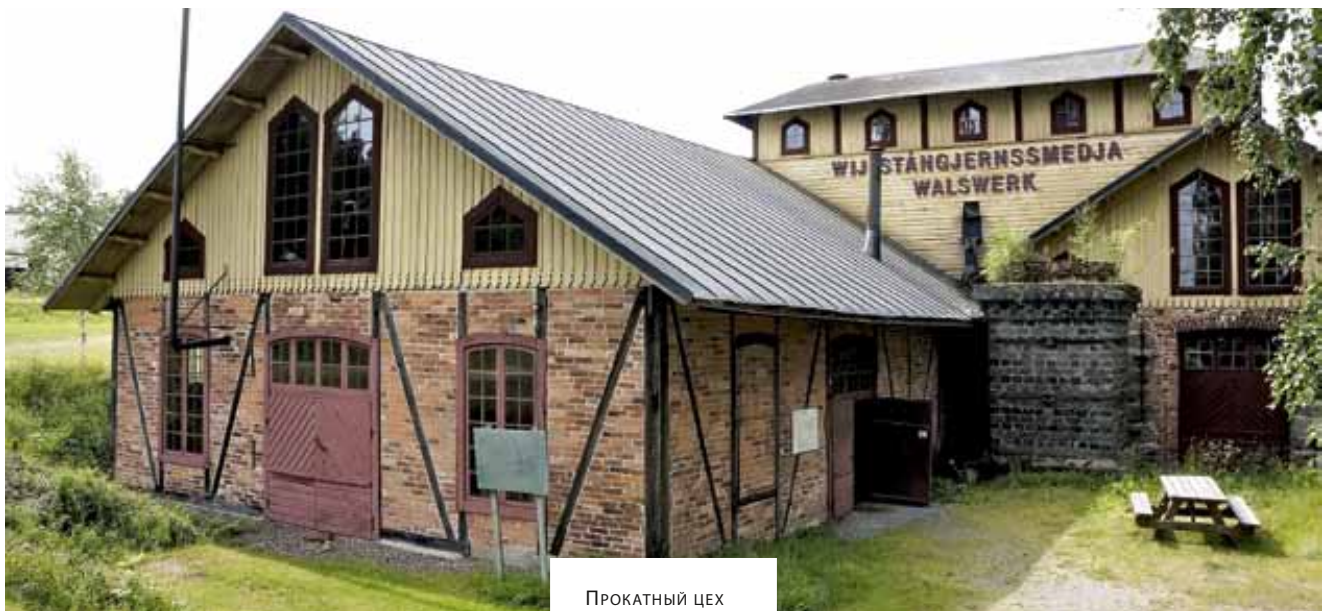
Использовались в основном трехвалковые станы (трио), реже – реверсивные. Со временем реверсивные станы получили большее распространение благодаря тому, что они не требовали «холостой» передачи проката-

тываемых рельсов поверх валков (что позволяло экономить время и рабочую силу), а также позволяли осуществлять прокатку в противоположных направлениях, что снимало напряжения, возникавшие в металле при прокатке в одном направлении. В трехвалковых станах двусторонняя прокатка обеспечивалась расположением последовательных ручьев друг над другом.

Диаметр валков обычно составлял 600-650 мм для трехвалковых станов и около 700 мм для реверсивных. Скорость вращения валков достигала 120 оборотов в минуту. Для обеспечения плавности хода и захвата металла валками применялось маховое колесо массой до 50 т. Заготовка прокатывалась, постепенно изменяя форму, в 11-24 ручьях (в зависимости от размеров и предварительной обработки на обжимном стане).

Прокатанный раскаленный рельсовый полуфабрикат подавался на резку, циркулярные пилы отрезали концы

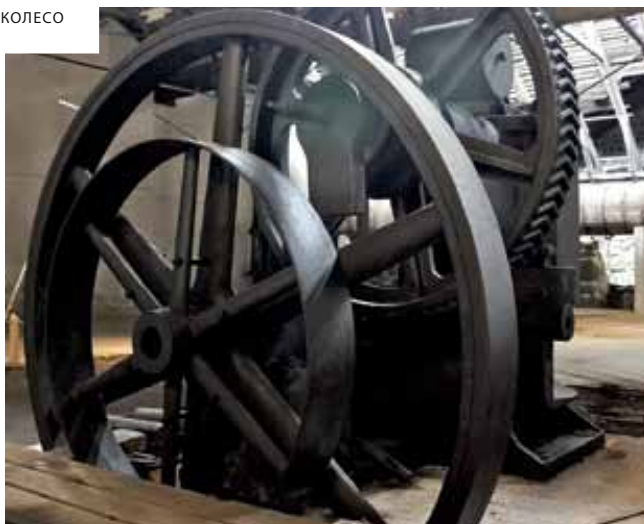




Прокатный цех  
завода Вий,  
Швеция



Маховое колесо



Прокатные  
валки



и разрезали его на отдельные рельсы. На этом заканчивалась собственно металлургическая часть, и начинались операции отделки: рельсы после охлаждения осматривались, обрабатывались на правильных прессах, концы их обстругивались. В железных рельсах отверстия пробились, в рельсах из литой стали – высверливались. На крупных заводах перемещение рельсов между агрегатами производилось с помощью системы роликов – рольганга, что значительно увеличивало производительность.

### «ДАБЫ УДОБНЕЕ ДОСТИГНУТЬ ЦЕЛИ»

Первые предложения о введении рельсового производства в Российской империи были связаны вовсе не с железнодорожным строительством, а с возможностью завоевания зарубежных рынков металлургической продукции. В последней четверти XVIII в. Россия занимала лидирующие позиции в этой области, наряду со Швецией снабжая металлом развивающуюся промышленность Великобритании.

Ряд событий – Наполеоновские войны, континентальная блокада, а затем и переход британских металлургов к использованию каменноугольного кокса, существенно снизил экспортные поставки металла из России. Тем не менее, поскольку внутреннее потребление было небольшим, поставки за рубеж были для отечественных промышленников едва ли не единственным способом получения прибыли. В середине 1830-х гг. экспорт русского железа оценивался более чем в миллион пудов (16 тыс. т) в год, что составляло примерно восьмую часть имеющихся мощностей по его производству. Около 500 тыс. пудов шло в США, 300 тыс. пудов – в Великобританию.

В сентябре 1836 г. в Департамент горных и соляных дел Министерства финансов поступило сообщение русского генерального консула в Гамбурге фон Бахерахт. Он уведомлял, что «по достоверным сведениям из Северо-Американских Соединённых Штатов», длина железнодорожных линий, строительство которых уже началось, составит не менее 3 тыс. английских миль, что потребует не менее 750 тыс. т железа, тонна которого оценивалась в 50 долларов. Поскольку американская металлургия в то время еще не могла самостоятельно обеспечить производство необходимого количества рельсов, главным поставщиком этого товара в Новый свет становилась промышленно развитая Великобритания.

Бахерахт предлагал осуществить необходимые меры таможенного стимулирования, и предпринять шаги по установлению контактов с американцами, закупающими рельсы. Он обращал внимание на то, что после выполнения американских заказов, освободившиеся мощности по производству рельсов можно будет использовать для снабжения ими Германии и Франции, также начинающих железнодорожное строительство.

В качестве примера для отечественных заводчиков Департамент мануфактур и торговли поручил Бахерахту прислать образец рельсов, что и было им исполнено. По распоряжению министра финансов образец был передан в Горный департамент, откуда он вскоре переместился в «музей» Института Корпуса горных инженеров, «на тот конец, дабы удобнее достигнуть цели, для коей выписан рельс». Так, вместе с образцом Бахерахта, покрылось пылью первое начинание в области рельсового производства России. Российские власти и промышленники не проявили интереса к рельсовому производству, несмотря на то, что уже была построена Царскосельская дорога.

Инициатива, как и во всех случаях внедрения технических новаций, последовала из-за границы. В январе 1841 г. к министру финансов Канкрину обратился с ходатайством манчестерский инженер-механик Джон

ГЕНЕРАЛ-АДЬЮТАНТ  
ИВАН ОНУФРИЕВИЧ  
СУХОЗАНЕТ.  
ПОРТРЕТЫ ГЕРОЕВ  
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ  
ВОЙНЫ МАСТЕРСКОЙ  
ДЖОРДЖА ДОУ.  
ВОЕННАЯ ГАЛЕРЕЯ  
ЗИМНЕГО ДВОРЦА,  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭРМИТАЖ





Райнер, который предлагал организовать в России рельсовый завод. Он предполагал строить его на средства казны, либо получить некоторые преференции с целью организации акционерного общества. Всего через неделю Райнер получил ответ, в котором министр уведомлял, что для удовлетворения предложенных условий он «не усматривает достаточного уважения».

#### «ОБРАЗЦОВОЕ РЕЛЬСОВОЕ ЗАВЕДЕНИЕ»

Наступил 1842 г., а с ним и начало строительства Санкт-Петербурго-Московской железной дороги, для которой, так или иначе, требовались рельсы. В России на момент сооружения Царскосельской железной дороги, все оборудование которой (включая топливо для паровозов) было ввезено из-за границы, существовали три колейные заводские дороги, однако все они были чугунными, и самая длинная из них имела протяженность менее двух верст. На Александровском пушечном заводе дорога была устроена Чарльзом Гаскойном для перевозки пушек между цехами с использо-

ванием ручной тяги. На алтайском Змеиногорском руднике функционировала дорога с конной тягой, построенная по проекту Петра Фролова (который ещё в конце XVIII в. предлагал проект создания 300-километровой конной дороги для вывоза железа и соли к Волге); на Нижнетагильском заводе Демидова использовалась дорога, построенная по проекту Черепановых, с паровозной, а позднее – конной тягой.

Таким образом, к началу работ по строительству железной дороги между столицами, в стране полностью отсутствовало производство рельсов, и оставалось совсем немного времени на то, чтобы за время изысканий и прочих подготовительных работ удовлетворить вполне обоснованное желание императора, и организовать это производство.

С этой целью 16 января 1842 г. граф Бенкендорф пригласил к себе всех пребывавших на тот момент в столице владельцев частных горных заводов и объявил им, что император

На некоторых старых заводах Урала ковку под молотом применяли вплоть до «Сталинской» индустриализации. Листобойный цех, 1930-е гг.



при утверждении проекта постройки Санкт-Петербурго-Московской железной дороги изъявил желание, чтобы все железо, необходимое для постройки дороги, было приобретено «от русских заводов». Дальнейшее взаимодействие с заводчиками было поручено генерал-адъютанту Ивану Сухозанету, военному инженеру и артиллеристу, который также известен как весьма одиозный руководитель системы военного образования и командующий артиллерией, расстрелявшей декабрьское восстание 1825 г.

После нескольких совещаний у генерала Сухозанета промышленники составили план действий, согласно которому они предлагали учредить комитет заводчиков и выбрать из их среды комиссию, на которую была бы возложена задача организации в Санкт-Петербурге «образцового заведения для выделки рельсов». Отмечалось, что при «образцовом заведении» должен находиться «искуснейший иностранный техник с полным числом мастеровых и совершеннейшим механизмом для изготовления рельсов», причем одно только обучение русских мастеров в «заведении» окупает его устройство, «хотя бы оно и не повело к окончательному успеху в выделке рельсов».

Здесь стоит обратить внимание на важную особенность технологического и экономического характера. Дело в том, что в России до этого времени единственным способом получения товарных железных полуфабрикатов был трудоемкий молотовый способ – под молотом из криц получали как полосовое железо, так и лист. Также в стране практически отсутствовало puddинговое производство, которое на британских заводах, как правило, совмещалось с прокатными валками, и способствовало распространению последних.

Таким образом, введение на отечественных заводах рельсового производства автоматически означало и распространение прокатки – передового способа получения товарного металла. Именно к этому нововведению были обращены чаяния предпринимателей, рассчитывавших на то, что переход к прокатке удешевит их продукцию и, следовательно, повысит ее привлекательность для небогатого сельского населения и разовьет внутренний рынок металлургической продукции.

По повелению императора на время сооружения дороги «Обществу русских горных заводов» предоставлялся «казенный чугуноплавильный завод, расположенный на третьей версте петергофской дороги, для устройства в нем образцового рельсового заведения». Обществу был выдан заказ на железные рельсы (4856 тыс. пудов) и чугунные рельсовые подушки (248 тыс. пудов).

Вскоре после этого начались переговоры по устройству «образцового заведения». Единства среди отечественных производителей не было, и возможные сроки поставки ими рельсов для строящейся дороги отодвигались. В результате общество было вынуждено отказаться

от поставки рельсов как в 1843, так и в 1844 г., о чем и сообщило правительству, которое вынуждено было заключить контракт с британскими заводами на поставку 1,9 млн. пудов рельсов.

### ПОКА НЕ КОНЧИЛИСЬ ДЕНЬГИ

В августе 1843 г. из Великобритании прибыл инженер Томас Белл, который приступил, наконец, к устройству «образцового заведения». В декабре генерал Сухозанет отмечал, что имеющуюся кричную болванку (около 100 тыс. пудов) «образцовое заведение» может прокатать в течение 3-4 месяцев. Увы, действительность оказалась печальнее радужных перспектив: ближайшие месяцы ушли не на переработку тысяч тонн кричной болванки, а на изготовление одного единственного рельса, который увидел свет 29 апреля 1844 г.

Томас Белл безуспешно пытался организовать рентальное производство рельсов в необходимых для сооружения Николаевской железной дороги количествах. Проблем было не счесть – начиная от значительного угара металла и заканчивая неприлично низкой производительностью: за три часа удавалось прокатать лишь два рельса. Попытки продолжались до тех пор, пока не кончились деньги: 14 мая 1844 г. общество сообщило, что не сможет выполнить взятых на себя обязательств и поставить к весне 1847 г. оговоренный миллион пудов рельсов.

В октябре 1844 г. общество приняло решение о закрытии «образцового рельсового заведения», однако, тут в дело вмешался Сергей Иванович Мальцов, который предложил передать заведение под его управление. Летом 1845 г. заведение перешло в ведение Мальцова. После произведенных им улучшений рельсы из пробной партии в 6000 пудов были признаны приемной комиссией «нисколько не уступающими английским». За следующие полтора года Сергей Иванович окончательно отработал технологию и обучил русских мастеров. Поскольку главная цель «образцового заведения», по мнению Мальцова, была достигнута, он посчитал нецелесообразным дальнейшую работу в нем, и в декабре 1846 г. продолжил производство рельсов на своих заводах.

В апреле 1847 г. «Образцовое рельсовое заведение» было передано в управление (в 1855 г. – в полную собственность) адъютанту великого князя Михаила Павловича артиллерийскому полковнику Николаю Огареву. Новоиспеченному заводчику удалось наладить производство и в 1856 г. на предприятии работало около 800 мастеровых. В 1857 г. завод Огарева провел реконструкцию и начал новое для России дело – перекатку изношенных рельсов, которые до этого практически не имели сбыта.

В 1861 г. завод был приобретен Вяткиным и Хеплеем, которые торговали в Санкт-Петербурге под маркой «И. Дей и К<sup>о</sup>», вскоре «И. Дей и К<sup>о</sup>» обанкротилась, и завод перешел под казенное управление. В 1864 г. здесь



было произведено 200 тыс. пудов новых рельсов из собственного железа и «старой ломи», а также «перекатано» 850 тыс. пудов старых рельсов Николаевской дороги. В январе 1865 г. завод был закрыт ввиду нерентабельности, а 12 января 1868 г. его выкупил у казны Николай Путилов.

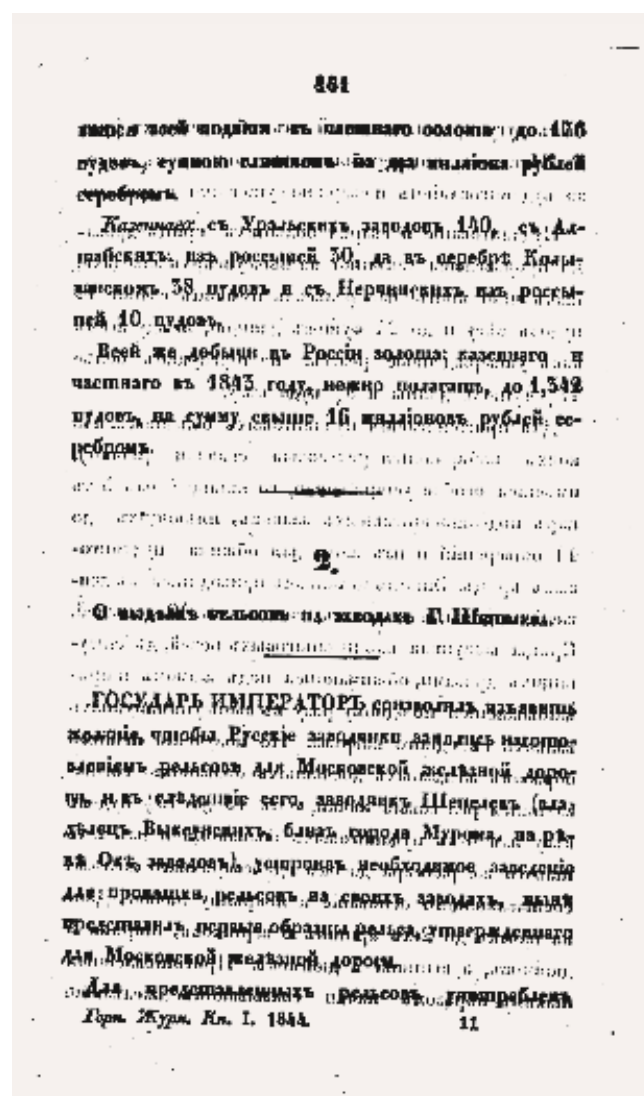
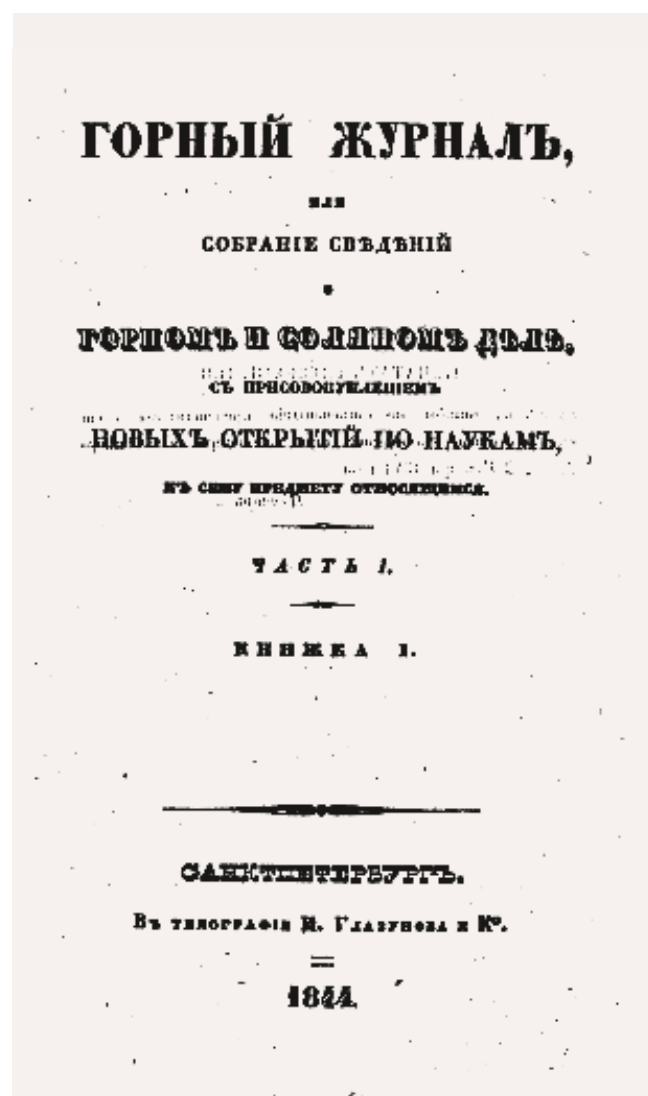
## ВЫКСУНСКИЕ НОВАТОРЫ

Необходимо отметить, что первый железный рельс был прокатан в России вовсе не в «Образцовом заведении». Из статьи в первой книжке «Горного журнала» за 1844 г. известно, что в конце 1843 г. опытная партия рельсов была изготовлена на Выксунском заводе Шепелева. Генерал Дмитрий Шепелев скончался за несколько лет до этого, 9 мая 1841 г. Таким образом, упомянутый в статье «заводчик Шепелев» – это один из его сыновей, Иван, либо, Николай.

Горный журнал 1844 г.

Согласно приведенным в статье сведениям, для производства выксунских рельсов использовался чугуны, выплавленный из местных руд. Чугун переделывался в железные крицы, которые проковывались и сваривались в пакеты для последующей прокатки.

Для производства криц использовался только что внедренный на заводе способ пудлингования, причем, как пудлингование, так и сварка криц осуществлялась с помощью дров, а не угля, как в исходном британском варианте, что требовало разработки специальной технологии. За «успешное введение пудлингования и сварки больших криц железных дровами», 24 декабря 1844 г. управляющий Велетминским заводом Яков Круглов был, по представлению министра финансов графа Канкрин, награжден золотой медалью с надписью «За полезное» для ношения на шее на Анненской ленте.



Почему же выксунские рельсы не были использованы на Санкт-Петербурго-Московской дороге? Проблема заключалась в нехватке сырья и доменных мощностей. Сам Шепелев писал, что готов производить на своих заводах до миллиона пудов рельсов в год, однако при условии поставок со стороны достаточного для этого количества чугуна, поскольку производимый его заводами чугун предназначался, в основной массе, для исполнения имеющихся заказов от Черноморского флота, Московского Императорского дворца и частных лиц.

### **УСПЕХ «ПО СЛУЧАЮ ОТКРЫВШИХСЯ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ»**

Вскоре после открытия Санкт-Петербурго-Московской железной дороги началось строительство дороги в Варшаву. Поскольку отечественных рельсов в обозримой перспективе все так же не просматривалось, правительство в 1852 г. заключило контракт с компанией баронета Геста на поставку в течение четырех лет 8,6 млн. пудов рельсов. Однако, «по случаю отрывшихся в 1854 г. военных действий с Англией» поставки были прекращены, и осенью того же года главноуправляющий путями сообщения доложил министру финансов, что ввиду отсутствия рельсов сооружение дороги останавливается, а уже построенное полотно разрушается и потребует затрат на восстановление.

В сложившихся обстоятельствах правительству не оставалось ничего другого, как вновь кинуть клич среди заводчиков. Предложенные условия устроили только Яковлевых и Демидовых, с которыми в 1855 г. и были заключены договора на поставку соответственно 1,5 и 1,2 млн. пудов рельсов. Возможно, причиной стала война, в ходе которой патриотизм и ответственность становятся не чуждыми самым разным слоям общества, но именно этот заказ был выполнен точно в срок и стал первым успехом рельсового дела в России.

20 октября 1855 г. главноуправляющий путями сообщения издал специальный указ, в котором отмечал: «...подряд этот ознакомит наших заводчиков с рельсовым производством, разовьет навык к этому делу, послужит примером для других владельцев горных заводов, и таким образом возродится в нашем отечестве производство столь необходимое... Ныне с заводов наследников действительного тайного советника Яковлева доставлены в С.-Петербург образцовые рельсы. Рельсы эти подвергнуты испытанию и оказались в отношении качества железа выше английских, а в выделке отличными и вполне всем требованиям соответствующими».

К концу 1861 г. Нижнетагильские заводы Демидовых и Алапаевские заводы Яковлевых изготовили, соответственно, свыше 2 млн. пудов и 1,35 млн. пудов рельсов такого качества, что впоследствии, как лом, они ценились выше, чем цельные импортные рельсы. Несмотря на

это, новых заказов не последовало, и Алапаевские заводы уже не возвращались к производству рельсов, а Нижнетагильские прекратили его на три года.

### **ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ СТАНОВЯТСЯ СТАЛЬНЫМИ**

Благодаря особенностям бессемеровского процесса в результате плавки получалась твердая углеродистая сталь, подходящая для изготовления рельсов. Однако высокие требования к содержанию вредных примесей в исходном чугуне существенно ограничивали область использования бессемеровского процесса. Настоящей находкой для рельсового производства стал мартеновский способ выплавки стали. Он позволял использовать в шихте для выплавки стали, помимо чугуна, также до 30 % (масс.) железного или стального лома, в том числе изношенные рельсы. Однако европейские рельсы первоначальной укладки имели повышенное содержание фосфора (в то время требования по качеству были менее строгими), что создавало проблемы при их переработке. Выход был найден на известном французском заводе в Терре-Нуар близ Сен-Этьена. Способ заключался в добавке к переплавляемому чугуну и лому 2-3 % «марганцовистого железа» (ферромарганца).

Распространение упомянутых технологий, позднее дополненных способом Томаса, позволившим получать качественный чугун из фосфористых руд, привело к глобальным изменениям в машиностроении. Появился дешевый материал, который превосходил по прочности железо, причем, производительность процессов его производства существенно превышала производительность пудлингового и кричного процессов. Кроме того из жидкой стали можно было получить крупные изделия, не прибегая к сложной и длительной процедуре сварки заготовок из большого количества железных криц и металлолома, что значительно сократило потери металла и увеличило производительность.

В 1860-х гг. в странах Европы использование стали в железнодорожном строительстве увеличивалось исключительно быстрыми темпами. Бессемеровская и мартеновская сталь заменила тигельную сталь в производстве осей, колесных бандажей и рессор. Разумеется, не остались в стороне и рельсы.

В России первые импортные стальные рельсы появились в 1866 г. на Николаевской железной дороге. В том же году Воткинский завод возобновил начатые в 1863 г. опыты по выплавке стали в конвертере Бессемера. Полученные в Воткинске стальные болванки затем отправлялись на Камский броневой завод, где осуществлялась их прокатка. Первые опыты показали хороший результат, и было принято решение о производстве на Камском броневом заводе рельсов из 20-25 тыс. пудов бессемеровской стали, выплавляемой на Воткинском заводе. Однако, «по новости дела», на 1867 г. заказ для Камского завода был





ПРОКАТНЫЙ  
ЗАВОД,  
ФОРСБАККА,  
ШВЕЦИЯ



ПРОКАТЧИКИ  
ЗА РАБОТОЙ



ИНСТРУМЕНТЫ  
ПРОКАТЧИКОВ

ограничен 10 тыс. пудов. При этом стоимость пуда камских рельсов с доставкой до Москвы составила 2,40 руб., тогда как британские бессемеровские рельсы с доставкой до Санкт-Петербурга стоили 1,82 руб.

Трехлетний опыт рельсового производства на Камском броневом заводе показал его невыгодность вследствие высокой цены на топливо и квалифицированную рабочую силу. Тогда необходимое оборудование было установлено на Воткинском заводе. Но и здесь дело не пошло из-за нехватки пудлинговых мощностей (точнее – персонала для их интенсивной эксплуатации) и в 1875 г. производство стальных рельсов на Воткинском заводе было прекращено.

Немногим позднее Камско-Воткинских заводов к использованию бессемеровской стали для производства рельсов приступили Катав-Ивановские заводы. Инициатором внедрения новой технологии выступил управляющий заводами князя Белосельского-Белозерского генерал-майор Перетц, который в июле 1868 г. обратился в министерство финансов с просьбой о выдаче беспроцентной ссуды в 100 тыс. рублей и разрешении беспошлинного ввоза необходимого оборудования. В 1871 г. Катавские заводы получили десятилетний казенный заказ на ежегодную поставку в Санкт-Петербург 300 тыс. пудов стальных рельсов.

### КОМБИНИРОВАННЫЕ РЕЛЬСЫ ПУТИЛОВА

Сложности овладения технологией рельсового производства наглядно демонстрирует следующий пример. Ранняя морозная зима неожиданно лишила к концу 1867 г. Николаевскую дорогу ремонтного запаса, ввиду того, что почти миллион пудов британских и бельгийских рельсов, уложенных в течение лета, пришел в негодность вследствие повышенного содержания фосфора.

Требовалось либо немедленно ввозить рельсы из-за границы, причем сухим путем, либо столь же срочно организовывать свое производство. Поскольку в наличии имелся настоящий волшебник по части организации производства в экстремальных условиях, был выбран второй вариант, и в декабре 1867 г. между правительством с одной стороны, и Николаем Путиловым с другой, было заключено соглашение на поставку 600 тыс. пудов рельсов. При этом ежедневная поставка составляла 5 тыс. пудов, а первая партия должна была быть получена заказчиком через 18 дней после утверждения заказа.

Высочайшее повеление о предоставлении Путилову заказа вышло в свет 2 января 1868 г., через 10 дней он выкупил у торгового дома «И. Дей и К<sup>о</sup>» бывшее «образцовое заведение», уже два года стоящее без дела, а спустя еще шесть дней заводом была отгружена первая партия рельсов в количестве 5 тыс. пудов.

Путилов предложил делать головку рельсов из пудлинговой стали и подвергать рельсы закалке. Предложение

это было встречено с недоверием, что было вполне объяснимо, поскольку многочисленные опыты по сварке железа и стали и в одном пакете окончились неудачей. Благодаря настойчивости министра путей сообщения Павла Мельникова, взявшего на себя ответственность за последствия, Путилову было разрешено начать производство комбинированных рельсов, и с 1868 по 1875 г. его завод произвел свыше 11 млн. пудов железных рельсов со стальной головкой из изношенных рельсов и «старой лопы».

### НА ГРАНИ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

Необходимо отметить особенность старых рельсов в качестве материала для производства новых, которая заключалась в том, что в этом качестве они иногда имели цену более высокую, чем при их первоначальной покупке, что очень наглядно иллюстрирует рыночные законы спроса и предложения. До 1857 г. изношенные рельсы предлагались всем желающим по 25 коп. за пуд, но при этом имели спрос, практически равный нулю. Однако, с началом их перекалки, то есть превращения в ценное сырье, цена на них стала непрерывно расти. Для Путиловского завода они обходились (с провозом): в 1870 г. – 45 коп. за пуд, в 1871 г. – 58 коп., в 1872 г. – 70 коп., в 1873 г. – 88 коп.

Вызванный франко-прусской войной и рабочими стачками дефицит импортного металла и повышение цен на него привели к увеличению цены на старые рельсы свыше разумных пределов, особенно в Санкт-Петербурге, где, собственно и располагались перекалочные заводы, оказавшиеся на грани рентабельности.

Для разрешения этой ситуации в 1873 г. Николай Путилов обратился к правительству с ходатайством о разрешении беспошлинного ввоза импортных старых рельсов наравне с чугуном и железом. Ходатайство было удовлетворено, и в 1873-1874 гг. Путиловский завод импортировал 1 млн. 679 тыс. пудов старых рельсов, что позволило сбить цену на отечественный материал.

Между тем, ввиду дефицита в Российской империи чугуна – попытки освоения южной металлургической базы пока оставались бесплодными, а заводы Урала страдали от нехватки топлива и персонала – возможность производства стали с использованием железного и чугунного лома приобрела для страны огромное значение. Недостатка в предпринимателях, желавших оседлать новую «технологическую волну» не было, однако введение сталеплавильного и сталерельсового производства требовало огромных затрат, ввиду чего появилось немало обращений к правительству с просьбой предоставить казенные заказы на стальные рельсы и кредиты для строительства заводов.

Например, в ноябре 1873 г. Николай Путилов, в качестве представителя основанного им акционерного об-





щества, ходатайствовал о замене выполняемых его заводом заказов на рельсы со стальной головкой заказом на стальные рельсы (5 млн. пудов в течение 8 лет) с правом ввоза необходимых импортных материалов, которые не удастся закупить в России. Уже следующий заказ Путилову в апреле 1875 г. (4 млн. пудов стальных рельсов, 392,6 тыс. пудов железных креплений в течение 5 лет) предусматривал использование только российского чугуна и лома, и лишь зеркальный чугун и ферромарганец разрешалось импортировать до тех пор, пока не появится возможность покупать их в России.

В это же время масштабное сталерельсовое производство начали вводить на Нижнетагильских заводах Демидова. В конце 1873 г. здесь началась постройка фабрики бессемерования по образцу завода в Терре-Нуар, а в 1876 г. в Нижнем Тагиле было организовано валовое производство стальных рельсов.

### НА ПОРОГЕ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

В 1876 г. министр финансов Рейтерн поручил чиновнику особых поручений при министерстве финансов Артуру фон Бушену подготовить подробный отчет о состоянии отечественной железнодорожной промышленности. В конце года фон Бушен вручил министру обширный труд «Сборник сведений по вопросам о снабжении русских железных дорог рельсами, подвижным составом и прочими принадлежностями».

Согласно данным фон Бушена, производством рельсов занимались шесть заводов: Демидова, Камско-Воткинский, Путилова, «Главного Общества», «Новороссий-



ского Общества» (Юза) и «Общества Брянского завода». За тридцать лет, к 1 января 1875 г., всеми железными дорогами империи было уложено не менее 132 млн. 800 тыс. пудов рельсов, причем только 12 % из них были произведены в России, еще столько же ввезены с уплатой пошлины, прочие же почти 100 млн. пудов были ввезены беспошлинно. Что касается использования стальных рельсов, то общее их потребление до 1875 г. (с 1866 г.) фон Бушен оценивал в 7,75 млн. пудов, что составляло около 6 % от общего количества рельсов.

Россия по-прежнему стояла на пороге индустриализации. \*

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РЕЛЬСЫ. МУЗЕЙ «ЗАБЫТАЯ СТАНЦИЯ», ЭНГЕЛЬС



## Глава 9

# В новоросских степях

Без помощи иностранного капитала криворожским рудам еще долго пришлось бы мирно покоиться под черноземными полями Приднепровского края. Точно так же в металлургическом деле Донецкого бассейна пионером явился англичанин Юз.

**М. Туган-Барановский. Русская фабрика в прошлом и настоящем**

Капиталы, затраченные в это дело, с каждым годом прибывают; заводы с громадным производством растут с такой быстротой, которая мало свойственна нашей отечественной предприимчивости... Там же, где три-четыре года назад нечего было и помышлять о какой-либо промышленной деятельности, теперь выстроили заводы с доменными печами, производительность которых достигает 10 тыс. пудов в сутки на каждую.

**«Вестник финансов, промышленности и торговли», 1896 г.**

Юзовский завод. Доменный цех





**Г**ЛАВНОЙ ПРОБЛЕМОЙ, СДЕРЖИВАЮЩЕЙ РАЗВИТИЕ машиностроения и железнодорожного строительства в России на протяжении едва ли не всего XIX в., являлась нехватка чугуна. Традиционная уральская металлургическая база давно уже не могла обеспечить промышленность необходимым количеством металла из-за недостатка древесного угля. Поэтому приходилось во многих, в том числе стратегических, областях полагаться на импорт, который из-за нестабильной международной политической обстановки мог в любой момент прекратиться.

В то же время, в наличии имелся регион, географически более близкий к рынкам сбыта, богатый рудой и углем, пригодным для коксования. Однако понадобился не один десяток лет, прежде чем привлечение иностранного капитала преобразило этот край и создало новую, южную металлургическую базу Российской империи.

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

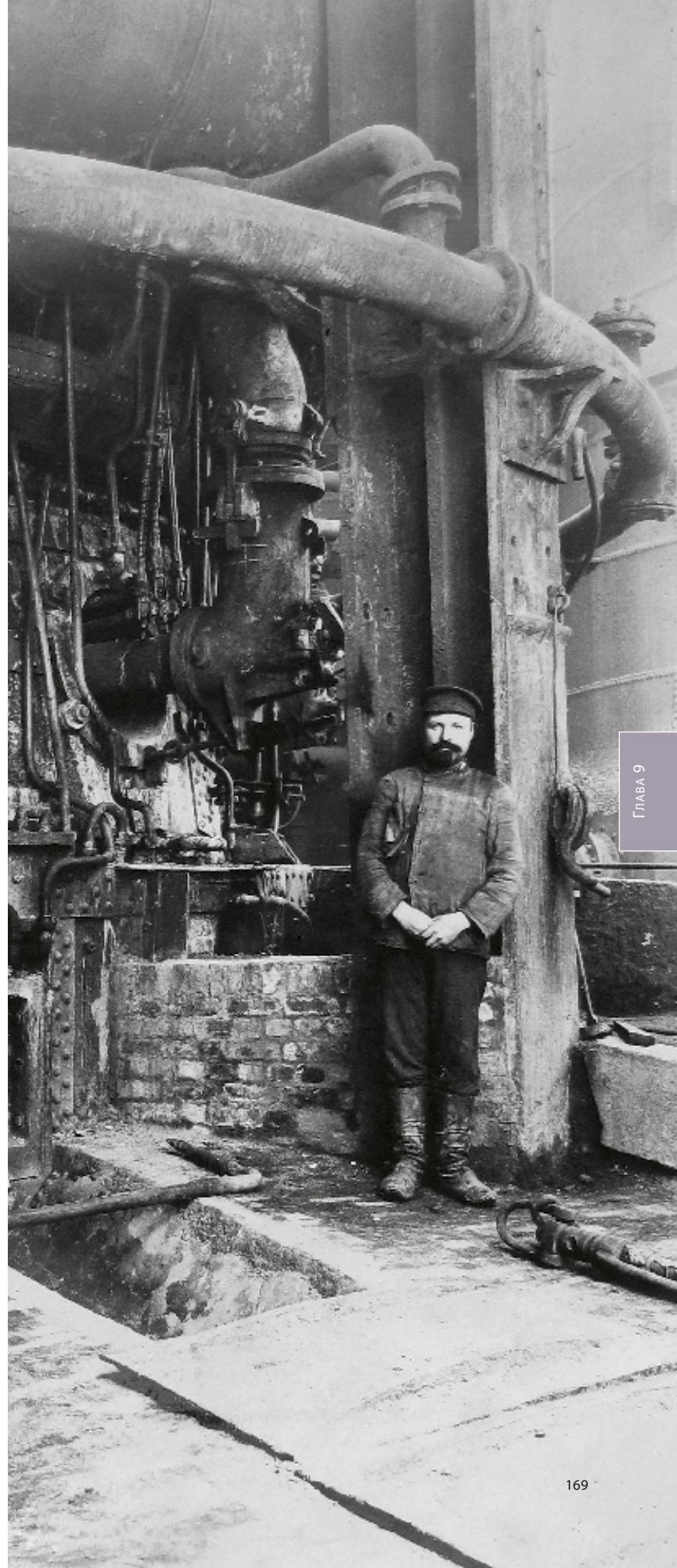
В наши дни, как это уже неоднократно бывало в российской истории, происходит процесс так называемой «догоняющей модернизации», в ходе которого государство стремится стать конкурентоспособным на мировой арене путем привлечения в страну современных промышленных и управленческих технологий и капиталов для их внедрения. Подобные процессы происходили и немногим более столетия назад, когда правительство с целью создания в стране современной металлургии и машиностроения приняло решение о привлечении из-за рубежа «компетенций» и капиталов. Таким образом, познакомившись с историей индустриального развития Юга России, можно оценить как положительные, так и отрицательные стороны «догоняющей модернизации», а также узнать, как удалось в кратчайшие сроки создать на территории современных Украины и южных областей России мощную тяжелую промышленность.

### «ПЫШНЫЙ ЦВЕТОК»

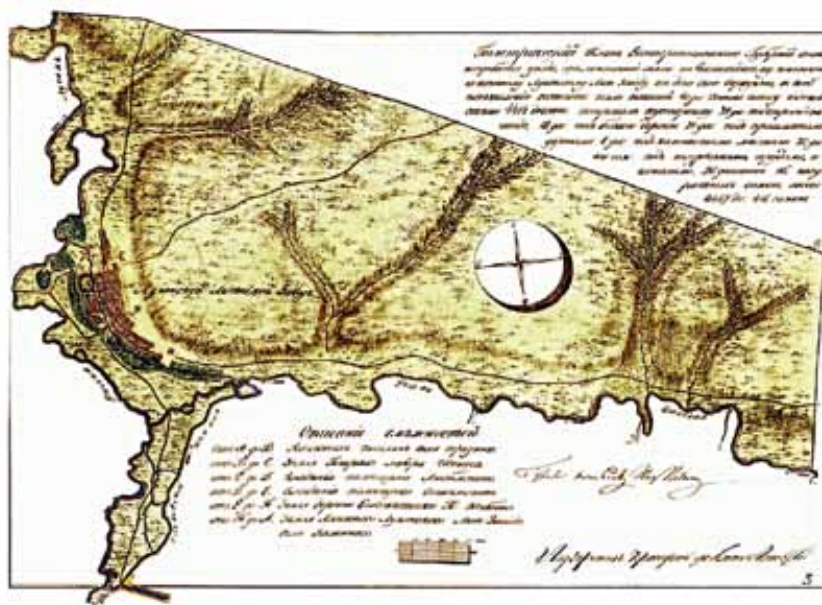
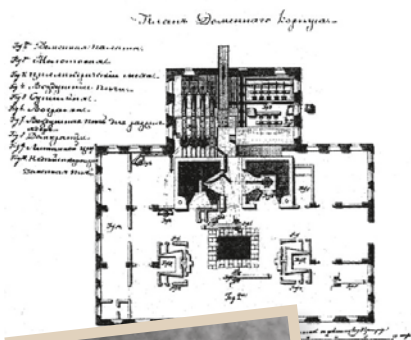
Чтобы оценить, какое значение имело для Российской империи освоение южной металлургической базы, достаточно сказать, что к началу XX в. страна практически полностью избавилась от зависимости от импорта важнейших стратегических товаров – рельсов и подвижного состава. И это был лишь один из аспектов развития отечественной металлургии, который характеризовался следующими весьма наглядными цифрами. В 1834 г. в империи выплавлялось лишь 10 млн. пудов (160 тыс. т) чугуна. К середине века это количество практически не изменилось и составляло в 1849 г. 11,5 млн. пудов. К 1886 г. годовое производство достигло 32,5 млн. пудов (520 тыс. т), то есть за полстолетия выплавка чугуна увеличилась всего лишь втрое от «доиндустриального» уровня. О том, что этого количества было, мягко говоря, недостаточно, говорит хотя бы то,

Литейный двор

6-й доменной печи







ФАСАД И ПЛАН  
ДОМЕННОГО ЦЕХА  
ЛУГАНСКОГО ЛИТЕЙНО-  
ГО ЗАВОДА И КАРТА  
ПРИНАДЛЕЖАЩИХ ЕМУ  
ЗЕМЕЛЬ



МИХАИЛ  
ТУГАН-  
БАРАНОВСКИЙ

что в том же 1886 г. в Россию было импортировано 16 млн. пудов чугуна (половина от общенациональной выплавки), и еще 5 млн. пудов металла ввозилось уже в виде готовой машиностроительной продукции – паровых машин, паровозов и т.п.

Далее же начался процесс, который известный экономист

Михаил Туган-Барановский в знаменитом труде «Русская фабрика в прошлом и настоящем» описал так: «Уже со второй половины 80-х годов начинает быстро расти железодельательное производство юга России. Старинные уральские заводы, игравшие такую первенствующую роль в горнозаводской промышленности крепостной России, все более и более теряют свое прежнее значение. Выросшие на почве крепостного права, они оказались мало приспособленными к новым хозяйственным условиям России. Зато с изумительной быстротой возникло огромное горнозаводское производство в Донецком бассейне. Это производство, организованное вполне на крупно-капиталистический лад, составляет новейший и самый пышный цветок русского промышленного капитализма».

Металлургические заводы Юга России, строительство которых началось в 1886 г., уже в 1894 г. произвели 26 млн. пудов чугуна, благодаря им отечественная металлургия избавилась от «древесноугольной зависимости» и перешла к использованию каменного угля. Отметим, что отечественные специалисты, получившие опыт на заводах Юга, позднее, в 1930-е гг., играли существенную роль в процессе формирования «урало-кузбасской» ме-

таллургической базы, фактически спасшей страну во Второй Мировой войне.

## «ОТ ПЕТРА I ДО ЕКАТЕРИНЫ II»

Наверное, многие в России слышали о высказывании Петра I по поводу угля, найденного в его правление в южных областях империи: «Сей минерал, если не нам, то нашим потомкам полезен будет». Менее известно, что результаты проведенных по приказу императора изысканий не удостоились внимания его преемников, так что следующее упоминание о южном угле относится только к 1784 г., когда он был фактически заново открыт в донской области экспедицией капитана Скарнакова. Первое же промышленное использование южного угля, причем, именно в металлургии, произошло спустя десять лет.

1 октября 1792 г. командующий Черноморским флотом вице-адмирал Николай Мордвинов подал правительству рапорт, в котором, в качестве важного фактора для отражения турецкой опасности, отмечал проблему необходимости закладки на юге страны нового оружейного завода. Мордвинов настаивал на оснащении флота новейшими на тот момент чугунными карронадами системы Гаскойна.

Поскольку оппоненты вице-адмирала, в частности адмирал Пушин, предлагали вооружить флот традиционными бронзовыми орудиями, Мордвинов, путем сложных расчетов, наглядно показал, что в этом случае будет необходимо выплавить 287 тыс. 324 пуда меди, на что понадобится несколько лет и фантастическая сумма в 6 млн. 643 тыс. 500 рублей. В итоге было принято решение о строительстве чугунолитейного завода, и летом 1794 г. на Северный Донец для изучения сырьевой базы и выбора места для строительства завода прибыл Чарльз





ЧАРЛЬЗ ГАСКОЙН завода поручалось генерал-губернатору Платону Зубову, директором был назначен Гаскойн.

### «ПЕРВЫЕ ПОСРЕДСТВОМ КОКСА В СЕЙ ИМПЕРИИ ОТЛИТЫ»

Строительство завода велось вплоть до смерти Екатерины II. Новый император приостановил строительство, однако вскоре руководитель горного ведомства Михаил Федорович Соимонов, сократив смету, обратился к Павлу I с ходатайством дозволить окончить сооружение завода. В 1797 г. император удовлетворил ходатайство, и строительство было продолжено.

Топливо для Луганского чугунолитейного завода доставлялось из каменноугольного месторождения в Лисичьей балке, где была заложена первая на Юге России угольная шахта и в апреле 1796 г. добыт первый уголь. В сентябре 1797 г. на Луганском чугунолитейном заводе была запущена воздушная плавильная печь, и в 1798 г. завод выпустил первую продукцию – 15 тыс. 670 пудов снарядов для батарей Севастополя.

Первоначально отливка производилась из привозного чугуна и лома. Однако доставлять чугун, особенно с Урала, было крайне невыгодно, поэтому перед заводом была поставлена задача по освоению выплавки чугуна из местных руд на каменноугольном коксе. В 1799 г. на должность суперинтенданта был приглашен известный британский специалист Джон Волкер. В апреле 1799 г. Чарльз Гаскойн докладывал главному директору Берг-коллегии Михаилу Соимову результаты плавки чугуна в вагранке с использованием кокса: «Я и г-н Волкер делали испытание коксу от 3-х слоев земляного угля ... в отношении оного к проплавке руды здешнего края. И к величайшему удовлетворению моему имею честь ... донести, что чугун вышел отменной доброты, так что

Гаскойн, в то время возглавлявший Олонецкий горный округ.

Гаскойн выполнил поручение и уведомил правительство, что «найденные прииски железной руды и каменного угля по освидетельствованию обещают богатейшее количество сих минералов в наилучшем качестве». В ноябре 1795 г. Екатерина II издала указ «Об устройении литейного завода в Донецком уезде при реке Лугани и об учреждении ломки найденного в той стране каменного угля». Строительство

я ныне совершенно уверен, что со временем на здешнем заводе можно будет отливать всякого рода чугунные вещи лучшей доброты».

4 октября 1800 г. на Луганском чугунолитейном заводе была запущена доменная печь, на которой, впервые в Российской империи, был произведен чугун с использованием кокса. В ходе успешной плавки было использовано 31 тыс. 594 пуда сырья (8555 пудов железной руды из сел Городище, Платово, Приволье и из района Липецка, 14776 пудов кокса, 7494 пуда и 18 фунтов сырого каменного угля) из которых было получено 3581 пуд 19 фунтов чугуна. Через несколько дней, 16 октября 1800 г., правлению завода была представлена первая продукция: ядро, бомба и граната, «которые суть первые посредством кокса в сей империи отлиты».



### «НА ВСЕГДАШНИЕ ВРЕМЕНА»

Однако перейти к постоянному использованию кокса было не так-то просто. Хотя на заводе помимо двух вагранок и пяти воздушных печей были построены две доменные печи, дальше экспериментов их использование не пошло, и постоянно использовались только воздушные печи, позволявшие отливать пушки, ядра и гранаты из привозного чугуна.

Несовершенство путей сообщения вызывало перебои с доставкой не только уральского чугуна, но даже лисичанского угля. Чтобы повысить эффективность работы завода и обеспечить выполнение «оборонного заказа», Гаскойн увеличил число рабочих дней, выкупив у рабочих за двойную оплату почти все праздничные дни, а также ввел систему премий с прибыли. Он обещал правлению завода в 1806 г. запустить предприятие на полную мощность. Однако Гаскойну не удалось реализовать задуманное: 20 июня 1806 г. он скоропостижно скончался.

Обер-берггауптман Ильман, направленный Горным департаментом для обследования завода провел новые опыты по выплавке чугуна с использованием кокса. Полученные результаты его разочаровали, и он предложил закрыть завод. Однако, новому горному начальнику завода, Якову Христиановичу Нилусу удалось убедить департамент в пользе предприятия, по поводу чего он писал: «Несмотря на недостаток природных руд, Луганский завод надлежит продолжить на всегдашние времена, поскольку сибирские заводы заменить его не могут».

Опыты по выплавке чугуна на коксе были прекращены, а Луганский завод продолжил работу, используя чугун уральских заводов. Завод был убыточным и несколько раз находился на грани закрытия, хотя также неоднократно возникали и идеи его переоборудования.





### «ЧЕМОДАН БЕЗ РУЧКИ»

В 1831 г. Николаем I было утверждено положение, призванное развить металлургическое производство на Юге России. Согласно положению, любой подданный, желающий организовать соответствующее производство, получал немало льгот, среди которых было даже двадцатилетнее освобождение от платежа податей за выплавляемый чугун.

В 1837-1839 гг. Анатолий Демидов потратил 450 тыс. рублей на организацию экспедиции по изучению минеральных богатств Юга России. В ней участвовал профессор Парижской горной школы Фредерик Ле-Пле, впоследствии опубликовавший сведения о 225 угольных месторождениях и 30 месторождениях железной руды.

Он описал мощные пласты коксующегося угля в Бахмутском уезде между Кальмиусом и Богодуховской балкой, где тридцатью годами позже Джон Юз построил первый крупный завод. Отчеты Ле-Пле в последней четверти XIX в. способствовали привлечению европейских капиталов для развития промышленности Юга России.

В 1845 г. к генерал-губернатору Новороссии графу Михаилу Воронцову, обратился владелец Выксунских заводов Шепелев с просьбой дозволить учредить чугуноплавильный завод в Керчи. Сообщая об этом прошении министру финансов, граф Воронцов отмечал, что, по мнению горного инженера подполковника Гурьева,

Общий вид Юзовского металлургического завода 1912 г.



Керчь является для этой цели оптимальным местом, как по наличию руды и удобству подвоза донецкого угля, так и по удобству снабжения оттуда металлическими изделиями флота, городов и крепостей Черного и Азовского морей. Проект поддержал Ученый Комитет Корпуса горных инженеров, который отметил, что организация доменного и механического завода в Керчи «во всех отношениях будет чрезвычайно полезной для южного края».

Вскоре в Керчи был построен завод, на котором предполагалось выплавлять чугун из местных руд с использованием донского антрацита, разработка которого началась в 1840 г. в районе Грушевки. Однако положительных результатов добиться не удалось, а вскоре грянула война, наглядно показавшая, что отдаленность южных губерний от промышленных центров при дешевых, но медленных путях сообщения самым негативным образом сказывается на престиже государства. Помимо прочего, в ходе войны был разрушен и завод в Керчи.

Луганский завод в правление Николая I представлял собой своего рода «чемодан без ручки – нести неудобно, а бросить жалко», это было единственное крупное металлургическое предприятие в регионе, имеющем большие перспективы и требующем развития, что обратило на себя внимание с началом железнодорожного строительства.

Поскольку к этому времени стало очевидно, что Урал, вывоз металла с которого осуществлялся лишь раз в год и был сопряжен с большими затратами и потерями, не сможет обеспечить железные дороги необходимым количеством металла по приемлемой цене, взгляды правительства обратились на юг. В октябре 1845 г. цесаревич Александр Николаевич объявил министру финансов высочайшее повеление: «...сделать соображение о приспособлении Луганского литейного завода исключительно к выделке рельсов».

Предложение великого князя Александра Николаевича возбудило дискуссию о рельсовом производстве и вообще металлургии на минеральном топливе в южных областях империи, которая окончилась на первых порах безрезультатно. Начальник Луганского завода полковник Бекман сообщил, что находит удобным производство рельсов в селении Лисичанском, в непосредственной близости от каменноугольных разработок, причем в качестве сырья он предлагал использовать уральский чугун и чугунные отходы Луганского завода. По его расчетам выходило, что производство рельсов из уральского чугуна обойдется дешевле, нежели из местного.

### ОТКЛОНЕННЫЕ ПРОЕКТЫ

В 1855 г. полковнику Гурьеву, прикомандированному к генерал-губернатору Новороссии и Бессрабии, было

«Пальма Мерцалова», выкованная мастером Мерцаловым из одного рельса Юзовского завода



поручено подготовить свои соображения по поводу развития добычи угля, металлургии и рельсового производства на Юге частными компаниями на базе керченских руд. В своем отчете Гурьев писал, что, с учетом масштабов железорудного месторождения близ Керчи и каменноугольных месторождений в Донецком бассейне, он считает невыгодным устройство отдельных заводов, а предлагает развивать регион централизованно. Для этих целей полковник предлагал организовать масштабную добычу угля в Донбассе, построить от разработок железнодорожные ветки к Азовскому морю и от Грушевского месторождения к Дону и организовать на Азовском море буксирное пароходство для каботажных перевозок угля, чугуна и соли. После этого он предлагал построить мощный чугуноплавильный завод в Керчи, а завод по переделу чугуна в железо и прокатки рельсов в Мариуполе, Бердянске или на Дону. Гурьев приводил расчеты, обосновывающие объемы производства и цены на рельсы.

Для реализации плана Гурьева генерал-губернатор Новороссии и Бессрабии Аннеков 2-й, предложил почетному гражданину Одессы коммерции советнику Массу учредить горнопромышленную частную компанию. В январе 1856 г., сменивший Анненкова граф Александр Строганов (выпускник Корпуса инженеров путей сообщения) представил министру финансов подготовленный Массом проект устава «Компании для развития каменноугольной промышленности на юге России» и проект организации доменного, железоделательного и рельсового производств. Временные затраты оценивались в 4-5 лет, финансовые – в 6,5 млн. рублей серебром, результатом должно было стать ежегодное производство до миллиона пудов рельсов и общее развитие промышленности на перспективу.

Проект был передан Главноуправляющему путями сообщения Чевкину. Ознакомившись с ним, Константин Владимирович высказал ряд критических замечаний. Он обращал внимание на фосфористость керченских руд, что, по результатам опытов горного ведомства, делало их непригодными к рельсовому производству (что странно, поскольку при пудлинговании фосфор неплохо удаляется). Также он считал, что планируемый объем производства слишком велик, поскольку уже разрешен импорт рельсов, а объявленная цена в полтора раза превышает цену иностранных рельсов. Ввиду этих обстоятельств Чевкин предлагал Массу «обратиться к расчетам более умеренным и к основаниям более благонадежным».

Вскоре Чевкин отклонил еще один проект, предложенный французским инженером Жофрио, отставным ротмистром Касселем и инженером-механиком Дэвидсоном, об учреждении компании с капиталом в 14 млн. рублей для развития металлургии, железных дорог и пароходства на юге.

## **ПЕТРОВСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЗАВОД**

Поскольку попытки организовать производство рельсов из керченского чугуна окончились неудачей, внимание было перенесено на Донбасс, где в мае 1858 г. на реке Садке, в 4,5 верстах от селения Корсунь, был заложен «опытный» завод, названный в честь Петра I – Петровским. Руководство им было поручено горному инженеру полковнику Аполлону Федоровичу Мевиусу.

Первоначально опыты на Петровском чугуноплавильном заводе шли вполне успешно, удалось выплавить 9 тыс. пудов чугуна на коксе, полученном из местного каменного угля. Однако местный горновой камень оказался недостаточно огнестоек, и горн доменной печи быстро разгорелся. Вместо того чтобы просто переложить горн, пришлось выполнить приказ директора Горного департамента Владимира Карловича Рашета о постройке печи его конструкции с эллиптическим горном. Опыты эти оказались неудачными, и в марте 1868 г. завод был закрыт, а его оборудование передали Лисичанскому и Луганскому заводам.

Для выбора места будущего рельсового производства полковнику Мевиусу в 1864 г. было поручено осмотреть в Бахмутском уезде Екатеринославской губернии окрестности Завидова (имение князя Кудашева), Новоэкономического и Александровки (имение князя Ливена), где имелись пласты каменного угля. Первые два были признаны Мевиусом неудобными ввиду отдаленности от Петровского завода и недостатка воды. Александровка же находилась в небольшом отдалении от источника чугуна, а протекающая здесь река Кальмиус позволяла создать систему прудов для снабжения завода водой. Наиболее подходящим для устройства рельсового производства полковник считал Лисичанск, а для выплавки чугуна – долину реки Булавина около деревни Волинцевой.

Несмотря на то, что это донесение Мевиуса не имело последствий со стороны казны, уже через пять лет именно в Александровке был построен знаменитый завод Джона Юза, быстро выросший до грандиозных размеров, а близ деревни Волинцевой в 1895 г. «Русско-бельгийское металлургическое общество» построило огромный чугуноплавильный, сталелитейный, рельсовый и железоделательный завод.

## **«С ЦЕЛЬЮ САМООБЕСПЕЧЕНИЯ»**

В конце 1865 г. генерал-адъютант князь Васильчиков обратился к министру финансов Рейтерну с предложением об основании рельсового завода «в Екатеринославском каменноугольном бассейне» и поинтересовался, каковы на этот счет планы правительства, и сможет ли оно поддержать предприятие в плане обеспечения его заказами?

Министр финансов подал императору записку, в которой высказывал свою позицию по вопросу снабжения российских железных дорог рельсами. Позиция эта заключалась в соблюдении баланса между импортными





МИНИСТР ФИНАНСОВ  
ГРАФ МИХАИЛ ХРИ-  
СТОФОРОВИЧ РЕЙТЕРН

поставками, необходимыми для развития национальной сети в текущих условиях, и развитием собственного производства «с целью самообеспечения стратегически важной продукцией». Для практического решения вопроса министр предлагал, как можно скорее приступить к строительству рельсового завода в Екатеринославском каменноугольном бассейне и поддержать предложения князя Васильчикова.

Император согласился с мнением министра, и в мае 1866 г. Рейтерн сообщил князю Васильчикову, что правительство готово обеспечить предприятие заказами на рельсы или чугун «по цене для товарищества не безвыгодной». Васильчиков организовал необходимые изыскания, были составлены проекты и сметы. Для завода была избрана местность в Бахмутском уезде, в дачах села Железного. Однако на этом дело и закончилось, поскольку министерство государственных имуществ ни на каких условиях не согласилось отвести землю, требуемую для завода и каменноугольной копи.

В 1866 г. появилось предложение о производстве рельсов на Кавказе – на Чатахском чугуноплавильном и железоделательном заводе. Оно исходило от кавказского наместника великого князя Михаила Николаевича. Краткую историю возникновения Чатахского завода описал в своих «Воспоминаниях» будущий министр финансов Витте.



МИНИСТР ПУТЕЙ  
СООБЩЕНИЯ ГЕНЕРАЛ-  
ЛЕЙТЕНАНТ ПАВЕЛ  
ПЕТРОВИЧ МЕЛЬНИКОВ

Завод этот находился недалеко от Тифлиса (Тбилиси), и наместник предполагал использовать его для производства рельсов, предназначенных для будущей Закавказской железной дороги, которая должна была соединить Тифлис и Поти. Министр финансов находил это предложение весьма уместным, как для целей строительства, ремонта и возможного продления Закавказской дороги, так и вообще для целей развития промышленности на Кавказе.

Объявленная цена, хотя и превышала цену британских рельсов, но, в целях стимуляции промышленного развития, а также для компенсации владельцам завода – Витте-старшему и его компаньону Бернулли, понесенных ими затрат на устройство завода, была признана приемлемой. Тем не менее, проект этот так и не был осуществлен из-за скоропостижной смерти Витте.

### ЛИСИЧАНСКИЙ ЗАВОД

В том же 1866 г. при Министерстве путей сообщения была создана Комиссия для изыскания способов к развитию в России рельсового производства. Появились новые проекты по организации рельсового производства на Юге. Одним из них был завод, место для которого было выбрано в Лисичанске, на берегу Северного Донца, в 80 верстах от Луганского завода. Производство рельсов в Лисичанске должно было обходиться дешевле, чем на



Урале, а, кроме того, позволило бы провести сравнение с технической и экономической точек зрения рельсового производства на древесном и минеральном топливе.

Первоначально планировалось построить завод с одной доменной печью производительностью 200 тыс. т чугуна в год и железоделательный завод для производства рельсов и котельного железа годовой производительностью 350 тыс. пудов. Позднее был принят осторожный вариант, по которому сначала строилась доменная печь, и лишь после успешного производства не менее 50 тыс. т чугуна требуемого качества, продолжалось строительство передельных производств.

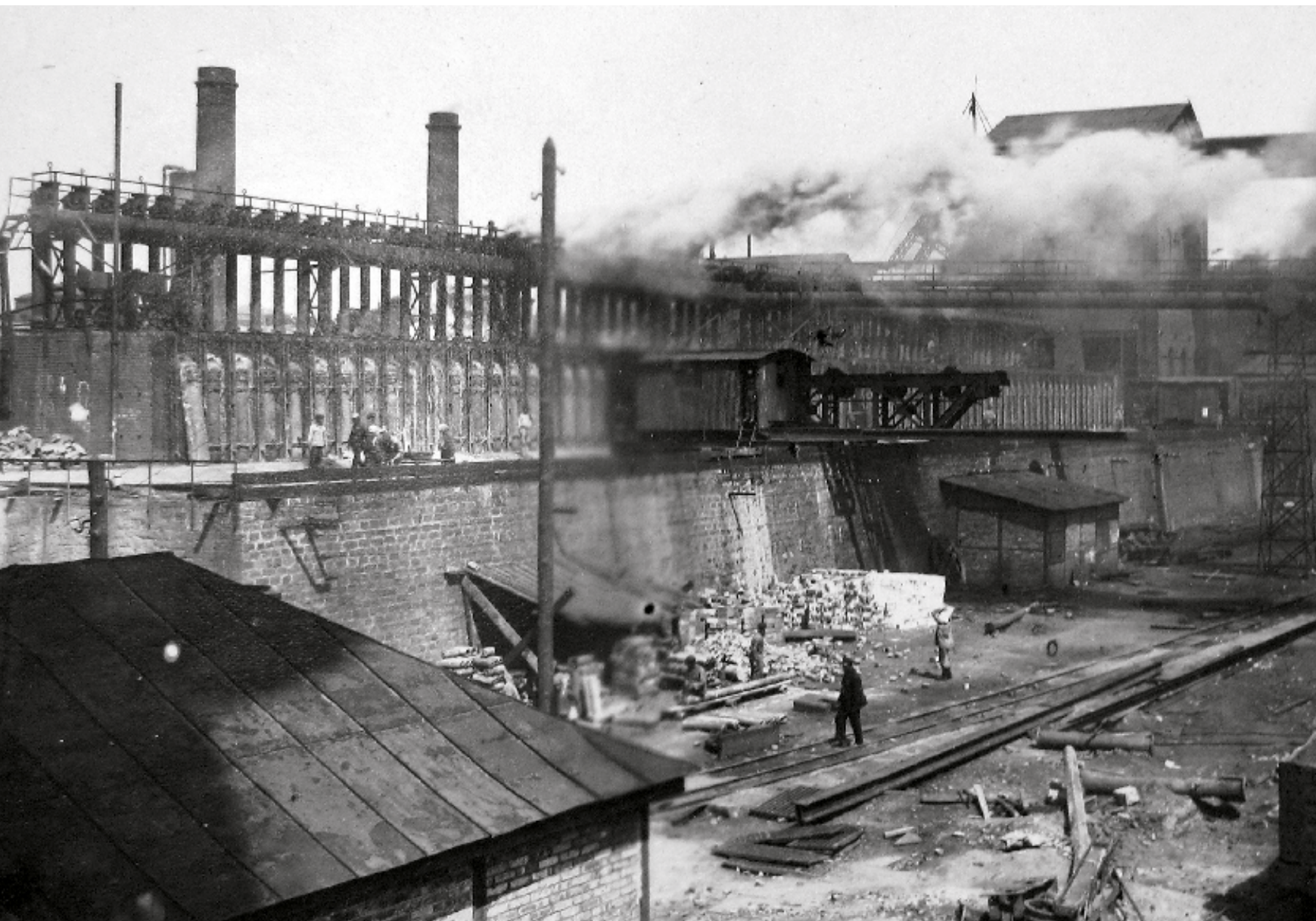
Постройка завода была окончена в 1870 г., однако планируемых показателей достичь не удалось, уголь коксовался плохо, доставка руды обходилась дорого. Наладить выплавку чугуна не удалось, и, произведя 40 тыс. т чугуна, Лисичанский завод – последняя попытка казны освоить богатства Юга – был закрыт.

Коксовые печи

В этой связи уместно привести характерный пример, который, возможно, является историческим анекдотом. Одно высокопоставленное лицо, получившее в подарок статуэтку, отлитую на Лисичанском заводе из местного чугуна, показывало ее как очень ценную вещь, поскольку «она представляла почти единственное изделие завода, стоившего правительству несколько сот тысяч рублей».

## В НОВОРОССКИХ СТЕПЯХ

1866 г. оказался отмечен еще одним важным событием: князю Сергею Кочубею была выдана концессия на организацию рельсового производства на Юге России «из туземного материала и на местном минеральном топливе». Концессия эта предполагала выплату правительственной премии в 50 коп. за каждый пуд рельсов в течение 10 лет. Однако, несмотря на столь щедрое стимулирование, князю не удалось собрать необходимый капитал ни в России, ни за границей. Именно эту концессию через три года приобрел у князя Джон Юз.







Джон Джеймс Юз  
(1814, Мертир-Тидвил — 1889, Санкт-Петербург) — валлийский промышленник, основатель Донецка

Таким образом, к концу 1860-х гг., когда в новоросских степях появился будущий основатель Донецка, история неудачных попыток создания здесь металлургического производства с использованием каменного угля насчитывала без малого сто лет. При этом уголь Донецкого бассейна, на который обратил внимание еще Петр I, появился на рынке в значительном количестве лишь в 1870 г., с открытием Курско-азовской железной дороги. Лучше всего охарактеризовал многолетние бесплодные попытки промышленного освоения Юга Дмитрий Менделеев: «Хоть и были способные к делу люди, но не было головы, зна-тока, а с казенною обстановкой не было и настойчивости».

### ДЖОН ЮЗ

В предыдущих томах неоднократно упоминались знаменитые заводы в британском Уэльсе: Мертир-Тидвил,

Сайфарта, Эбб-Вэйл, поражавшие современников масштабами производства. С этими заводами был тесно связан человек, сыгравший ключевую роль в промышленном развитии России в последней четверти XIX в. Именно ему удалось решить проблему, над которой билось российское правительство со времен Чарльза Гаскойна (также выходца со знаменитого британского завода, правда, не уэльского, а шотландского).

Александр Куприн в очерке «Юзовский завод» в 1896 г. приводил следующую «народную» версию возникновения «Новороссийского общества» и завода: «Большущее дело, – заговорил опять наш собеседник. – Вы знаете, сколько земли у завода? Шестнадцать тысяч десятин. Вся земля у светлейшего князя Ливена куплена. И любопытно, как это дело началось. Покойный Иваныч Юз после Севастопольской кампании служил простым котельным мастером в Кронштадте. Ну-с, пришлось ему как-то в конце шестидесятых годов в Екатеринославской губернии побывать; видит, богатеющая земля: и руда, и уголь каменный, и известняк – все, что только хочешь... Он сейчас в Лондон. Подался к одному тамошнему миллионщику, к другому, к третьему да так дело двинул, что в несколько месяцев огромный капитал собрал... И пошла работа».

Хотя, основная канва событий, в целом, верна, на самом деле все было, конечно, намного сложнее, начиная с личности самого основателя – Джона Джеймса Юза. Кстати, в современной транскрипции его фамилия звучит как «Хьюз», однако, в истории остался именно вариант «Юз», да и сам он подписывал бумаги именно так.

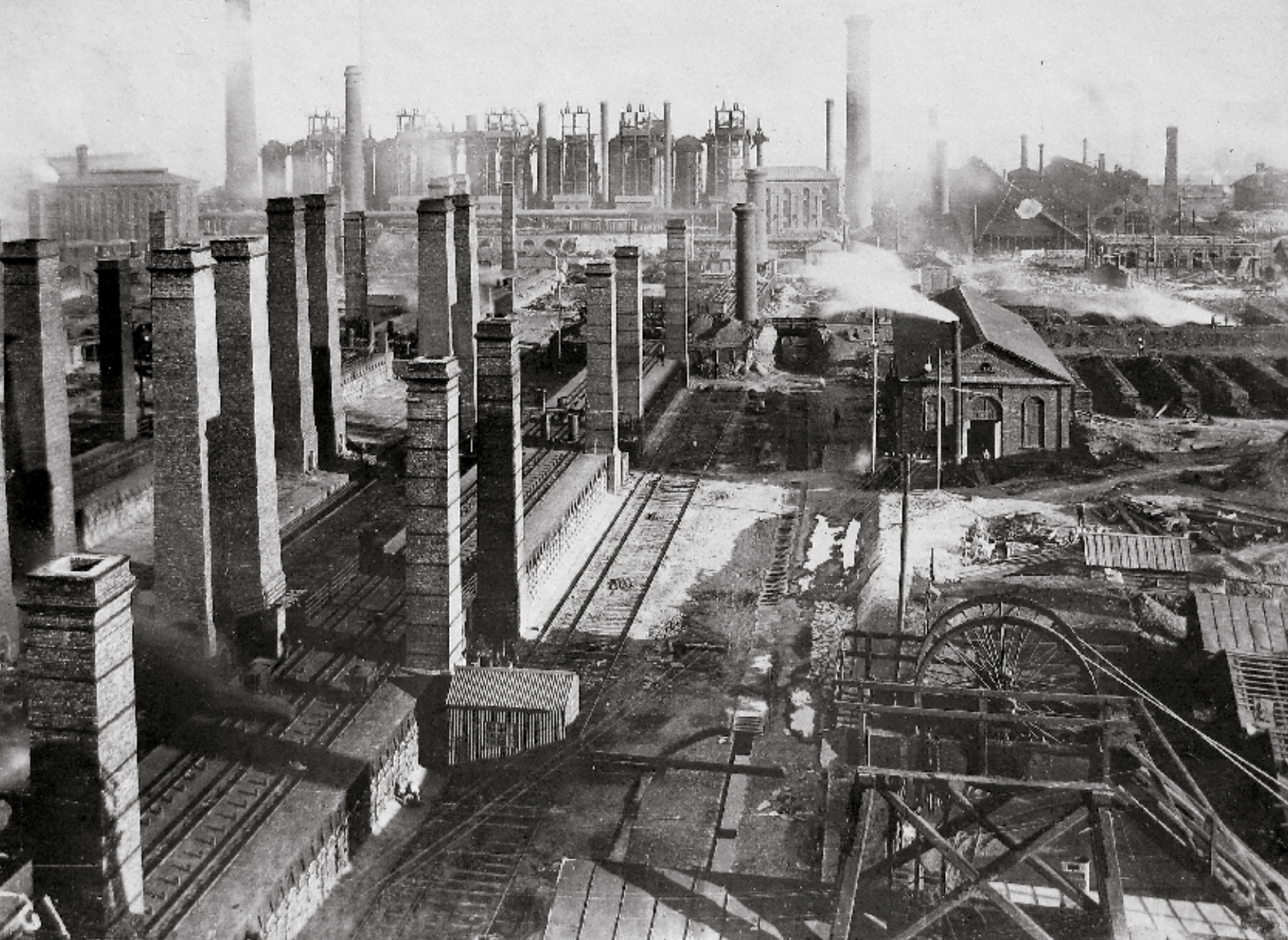
Родился Джон Юз в 1814 г. в Мертир-Тидвиле – крупном угледобывающем и металлургическом центре. Отец Джона работал на расположенном неподалеку заводе Сайфарта, где прошел путь от горнового доменной печи до главного инженера. Сюда же, на должность помощника горнового, устроился и младший Юз.

### «НЕ ПО-КОНФОРМИСТСКИ НАСТРОЕННЫЙ МИНИСТР»

К концу 1830-х гг., получив необходимый опыт, Юз покидает «родное гнездо» в Сайфарте и переходит на работу на другой крупный уэльский завод – Эбб-Вэйл. Биограф описывал его в этот период так: «...осанистый с круглым лицом человек с ясными глазами, доброжелательно-грубоватый, в голосе которого одинаково естественно уживаются и юмор, и команда... Все в нем напоминает не поконформистски настроенного министра».

На новом месте Юзу удалось в полной мере проявить свои способности и достичь планки управляющего заводом. Почивать на лаврах молодой управляющий не стал, и в начале 1840-х гг. перебрался на берег Бристольского залива – в город Ньюпорт, на должность инженера литейного и механического завода «Юксайд Инжиниринг». Здесь Джону Юзу удалось проявить не только





Коксовый цех,  
1900 г. (сейчас  
Донецкий коксохи-  
мический завод)

свои технические и управленческие способности, но и бизнес-хватку: в 1852 г. он стал владельцем предприятия.

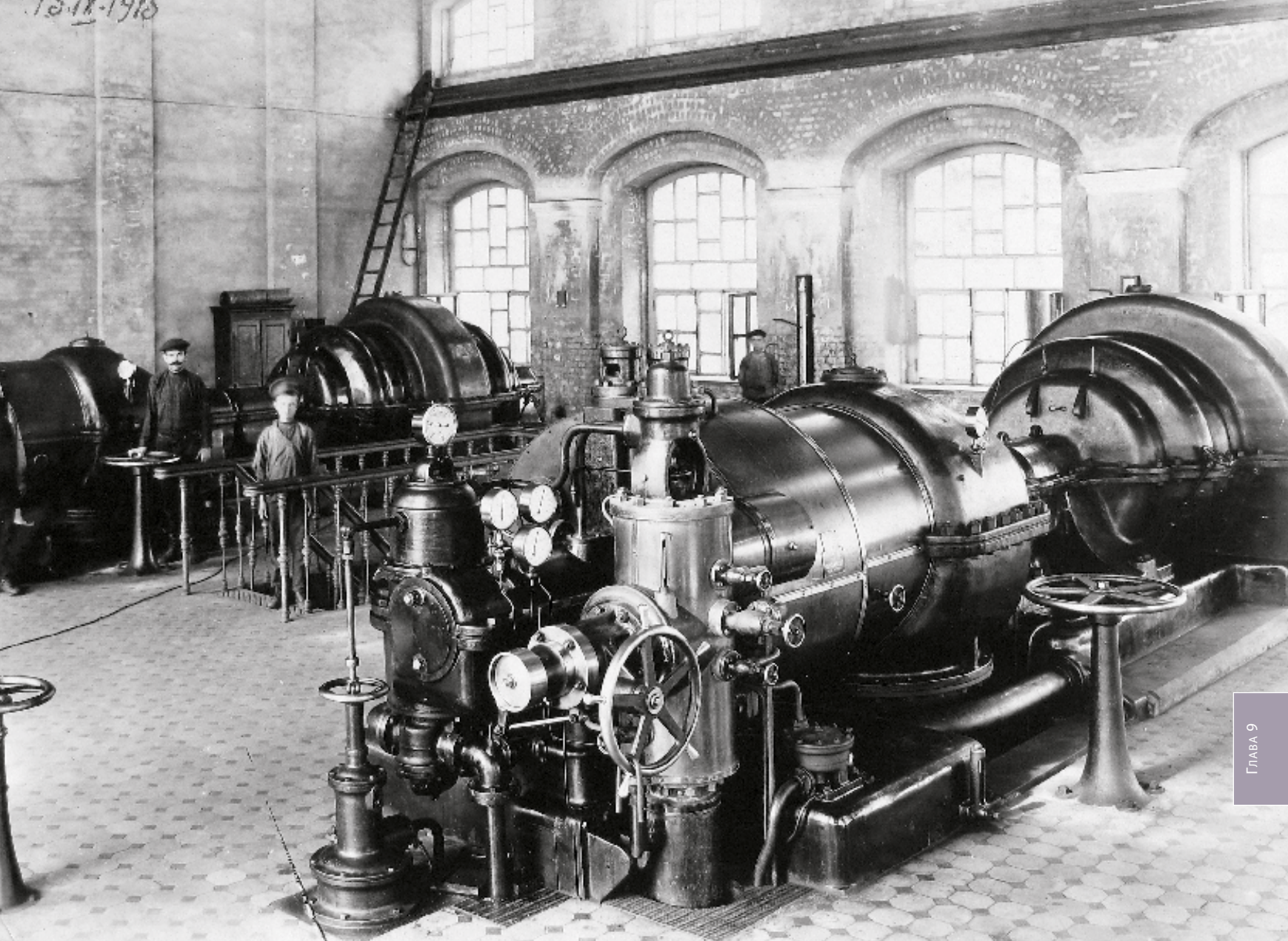
В это же время Юз устроил и личную жизнь, женившись в 1844 г. на Элизабет Льюис – двадцатилетней дочери владельца крупной нью-портской гостиницы. После бракосочетания Джон и Элизабет поселились на Церковной улице, в непосредственной близости от Юксайдского завода, где в скромном особняке родились их восемь детей (6 сыновей и 2 дочери).

Получив контроль над предприятием, главной продукцией которого были цепи, якоря и прочие металлические изделия для нужд британского флота, Юз приступил к его перепрофилированию. Молодой промышленник сделал шаг в новом направлении, организовав производство броневых листов для обшивки боевых кораблей. 25 июля 1860 г. он получил правительственный патент под но-

мером 1805 «за изобретение улучшений в производстве обшивки», а годом ранее его компания вошла в ассоциацию судостроителей, где Юз получил место в совете директоров. Этот конгломерат судостроительных и машиностроительных компаний, созданный крупным лондонским предпринимателем Чарльзом Маре, владельцем верфи в Миллуолле, выиграл тендер Адмиралтейства на поставку корабельной брони.

Таким образом, 1866 г. Джон Юз встретил успешным предпринимателем, управлявшим передовым предприятием, уставный капитал которого составлял 2 млн. фунтов. Однако в том же году все закончилось. Британское судостроение постигла беда, подобная «железнодорожной горячке» – безудержное инвестирование в новую отрасль, сильно опередившее реальное развитие производства, привело к надуванию «биржевого пузыря», который вскоре лопнул.





Банковская паника привела к кризису, и уже к ноябрю 27 тыс. рабочих остались не у дел. Именно это событие привело Джона Юза в Россию, куда он отправился в 1868 г. в надежде обеспечить свое производство заказами. Итог поездки был неутешителен: броневые плиты уже производились на Ижорском заводе, и дальнейших заказов не предвиделось, что предопределило окончательный крах производства в Миллуолле. Однако для самого Юза всё только начиналось.

### НОВОРОССКАЯ ЭПОПЕЯ

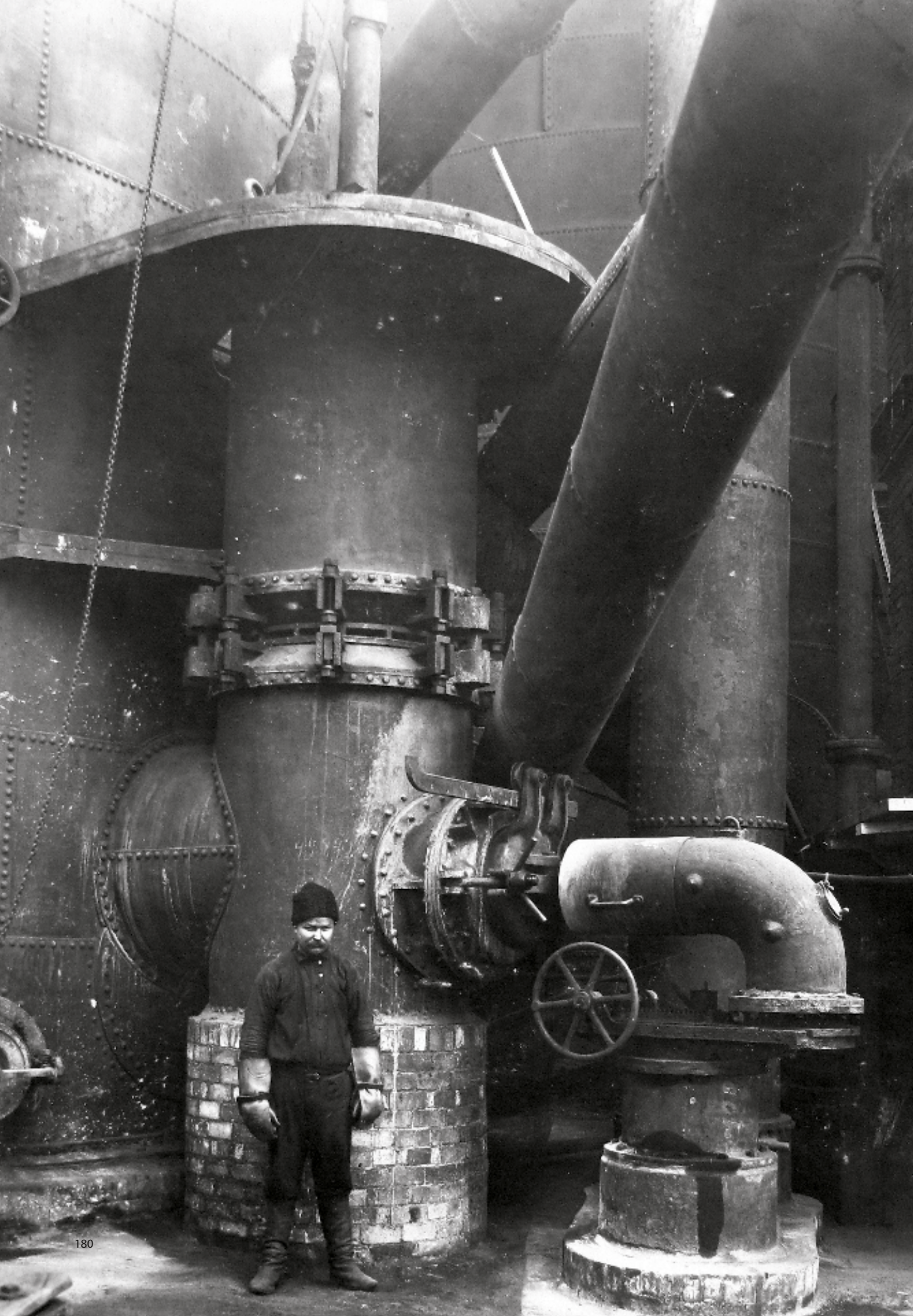
Новоросская эпопея вовсе не была такой авантюрой, какой она может показаться на первый взгляд: действия Джона Юза были подкреплены не только личным опытом техника, промышленника и предпринимателя, но и обширными связями, как среди британских промышленников, так и среди российских властей. В качестве постав-

щика корабельной брони Юз и раньше бывал в России, в частности, участвовал в проекте укрепления кронштадтского форта «Константин» (видимо, отсюда и пошла история о «простом котельным мастере из Кронштадта»), где познакомился с инженером-фортификатором полковником Оттомаром Герном, членом Артиллерийского комитета. Герн свел британского промышленника с великим князем Константином Николаевичем, который сыграл выдающуюся роль в проведении Великих реформ и создании в стране современной крупной промышленности.

Вероятно, именно в процессе переговоров с представителями российского правительства было определено подходящее место – район села Александровка, располагавшийся на землях князя Павла Ливена. Завод предполагалось строить «на угле» – вблизи располагалось крупное месторождение, разрабатываемое с 1842 г., за-

ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ,  
1915 г.





Газовщик доменной  
печи, 1915 г.



пасы местной руды были более скромными. Однако, поскольку расход угля был существенно выше расхода руды, а затраты на перевозку велики, такой подход был вполне оправдан. Место для строительства завода было выбрано на правом берегу реки Кальмиус. Руду предполагалось добывать в 25-40 верстах к югу от завода, близ селений Стылы, Каракуба, Александринки, а известняк – в Еленовке.

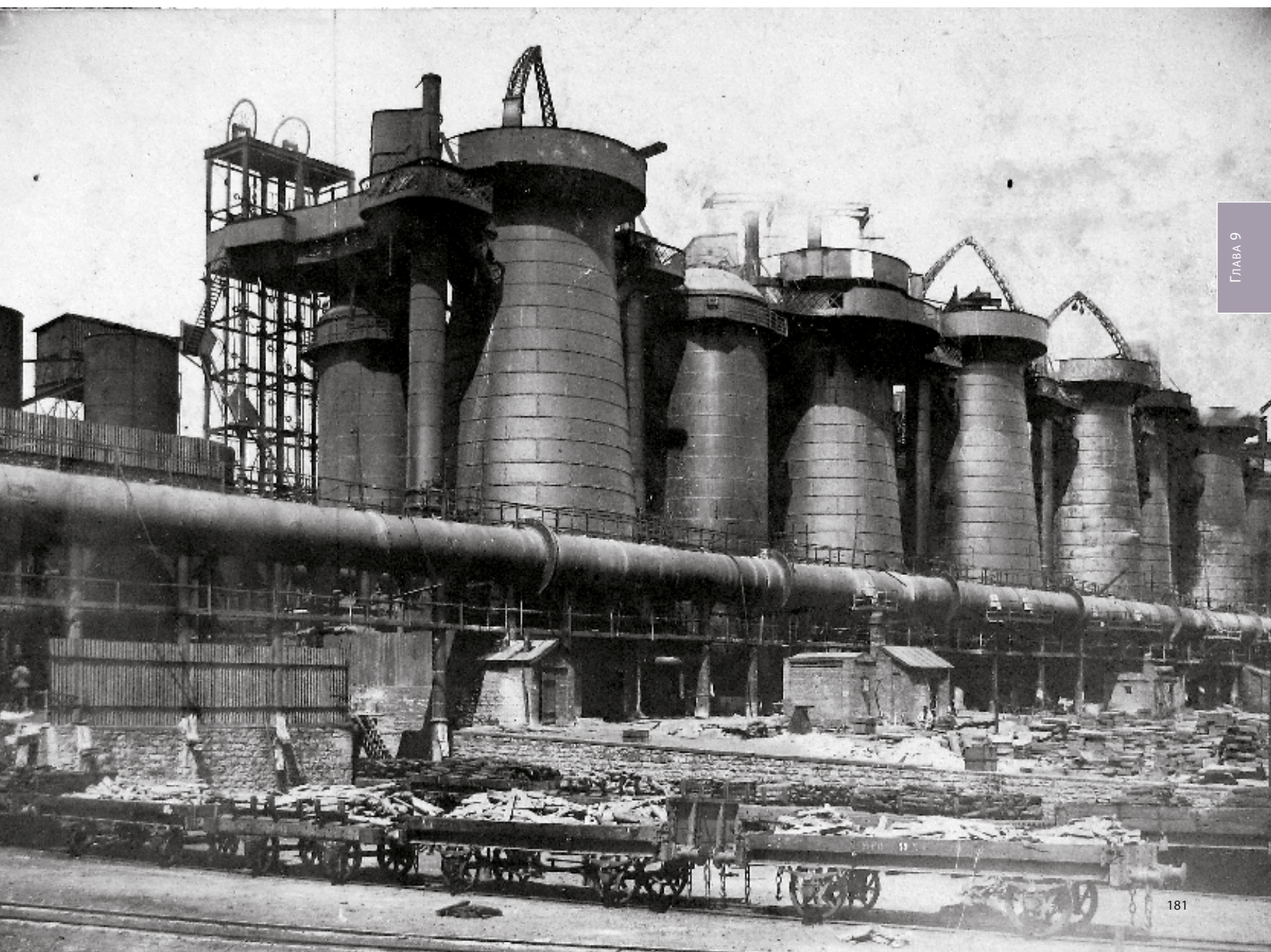
К концу 1868 г. Юз достиг соглашения с Ливенем о покупке участка в 500 десятин (546 га) для строительства завода и разработки угля в его владениях. Следующий вопрос, приобретение концессии, также был решен довольно быстро – князь Сергей Кочубей уступил ее за 24 тыс. фунтов стер-

лингов. В 1874 г. Джону Юзу также была передана концессия, выданная в 1868 г. железнодорожному магнату Самуилу Полякову при постройке Курско-азовской железной дороги. Концессия эта предполагала сооружение Азовского рельсового завода производительностью не менее полумиллиона пудов рельсов в год.

#### «НОВОРОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО»

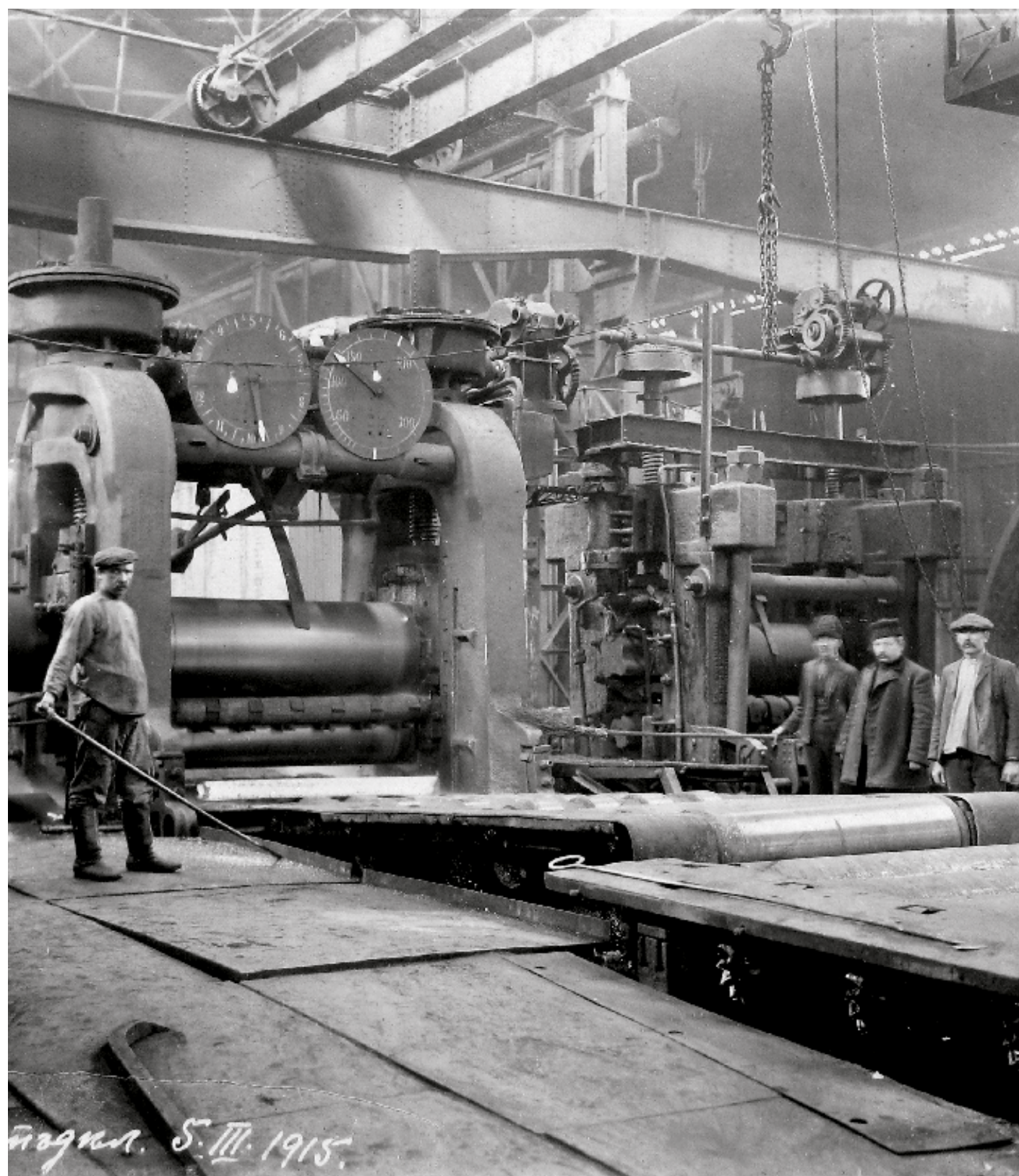
Оставалась самая трудная на первом этапе задача – найти инвесторов, готовых вложиться в рискованное дело. При этом не помогали даже правительственные преференции – как отмечал министр финансов Михаил Рейтерн: «Повышение льгот лишь убеждает иностранных капиталистов в безнадежности предприятий в России».

Доменный цех  
1906 г.





Листопрокатный  
стан Лаута, 1915 г.

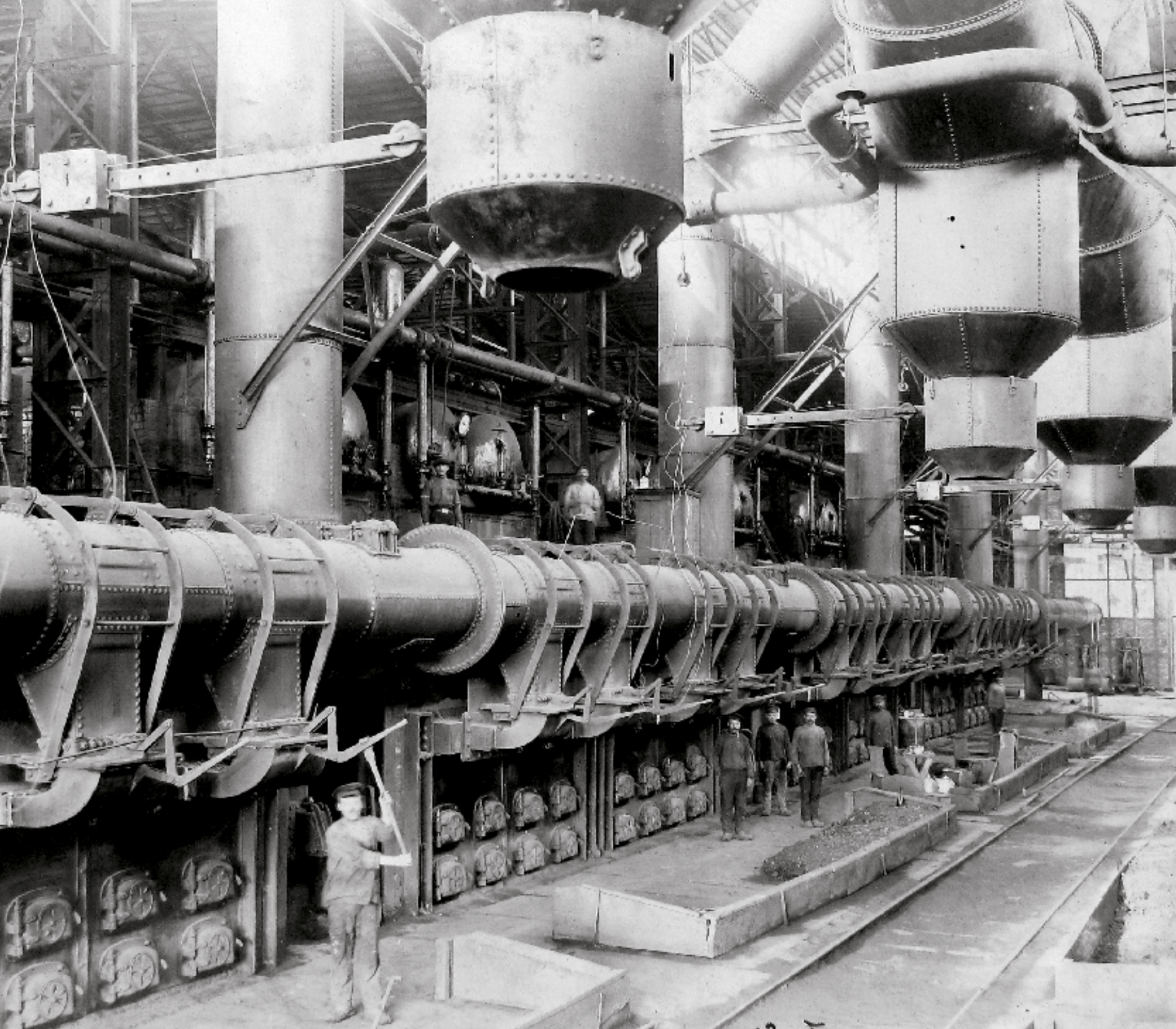






ПОГРУЗКА КОКСА  
У ЭЛЕВАТОРА





ПАРОВЫЕ КОТЛЫ,  
1915 г.

Однако на стороне Юза играли его высокая репутация и связи в британских деловых кругах. В частности, среди акционеров Millwall Company был знаменитый железнодорожный подрядчик Томас Брасси, построивший к тому времени двадцатую часть всех железных дорог в мире и сумевший, благодаря своему здоровому авантюризму (по подсчетам биографов, на каждую его удачную сделку приходилось шесть неудачных), нажить

баснословное богатство в 5,2 млн. фунтов стерлингов. Его участие в деле помогло привлечь других инвесторов, в том числе сэра Дэниела Гуча, возглавившего «Новороссийское общество» и его брата Джона Вирета Гуча. Был среди акционеров и знаменитый механик и оружейник сэр Джозеф Уитворт, а также несколько крупных британских предпринимателей и государственных деятелей: Александр Огилви, сэр Уильям Вайсмэн и Бринсли де Курси Никсон.



С российской стороны в общество вошли: Оттомар Герн, бывший не только военным инженером, но и весьма предприимчивым человеком (он представлял интересы великого князя Константина Николаевича), князь Дмитрий Нессельроде (также представлявший интересы Романовых) и князь Павел Ливен.

Итогом долгих переговоров стало подписание министром путей сообщения генерал-лейтенантом Павлом Мельниковым и министром финансов, статс-секретарем Михаилом Рейтерном с одной стороны, и доверенным Джоном Юза Эммануилом Ките Гвейером с другой, договора на создание «Новороссийского общества каменноугольного, железного, стального и рельсового производств» с уставным капиталом в 300 тыс. фунтов стерлингов (3 млн. рублей) и главным офисом в Лондоне. Директором-распорядителем «Новороссийского общества» стал Джон Юз. 18 апреля 1869 г. соглашение получило высочайшее одобрение императора Александра II.

Согласно договору между правительством и акционерами «Новороссийское общество» брало на себя обязательства: «вести разработку каменного угля...; устроить и пустить в полный ход, не позже как через 9 месяцев со дня утверждения договора доменные печи для выплавки чугуна...». Кроме того, Общество должно было «постройку рельсового завода закончить через 2 года после утверждения договора и выкатывать рельсы из железа собственной выделки; устроить механические мастерские для постройки машин и всяких железных поделок для инженерных потребностей».

Со стороны правительства Обществу были гарантированы закупки 3 млн. пудов рельсов в течение 10 лет с премией к обычной цене в 50 коп. за пуд, а также беспошлинный ввоз оборудования. Также правительство даровало «дозволение Обществу для сооружения железной дороги протяженностью до 85 верст, от одного из пунктов Харьковско-Азовской железной дороги, близ Бахмута, по направлению к Югу до устраиваемого Новороссийским обществом завода и копей...». Год спустя в договор было внесено дополнение, согласно которому при неисполнении взятых обязательств денежный залог в сумме 20 тыс. фунтов стерлингов переходит в русскую казну, а сам договор от 18 апреля 1869 г. теряет силу.

### ОВЕЧИЙ ХУТОР

Началось сооружение завода. Еще до заключения концессионного соглашения, летом 1869 г., Юз лично обследовал район будущей стройки, а также тщательно изучил многочисленные материалы геологических разведок. Поселившись на Овечьем хуторе, он принялся за рекогносцировку местности. Джон Юз осмотрел заброшенные и действующие шахты мощного Смоляниновского пласта, опробовал в переоборудованной кузнице образцы руды. Также он договорился с окрестными помещиками

и крестьянами о разработке и подвозе руды, глины, известняка, нанял для работы на шахтах и строительстве заводского поселка жителей соседних сел, самым крупным из которых была Александровка с населением свыше 1000 человек, после чего вернулся в Великобританию, чтобы набрать специалистов и заказать оборудование.

Ввиду упомянутого промышленного кризиса, Юзу не составило труда набрать сотню металлургов, составивших костяк будущего завода. Более трудной оказалась задача закупки оборудования, особенно с учетом того, что на конечном отрезке маршрута его предстояло везти на воловьих упряжках. Подготовка площадки и строительство шахт началось в 1869 г., а летом 1870 г. в таганрогский порт прибыли восемь кораблей, доставивших оборудование, инструменты, материалы и британских специалистов.

### ЗАТРУДНЕНИЯ И «ЗАКОЗЛЕНИЕ»

В первый же год строительства возникли затруднения. Началась Франко-Прусская война, внесшая значительные коррективы в график перевозок. Возникли проблемы с перевозкой грузов из порта Таганрога на строительную площадку, так что потребовалось личное вмешательство министра путей сообщения графа Владимира Бобринского, только что сменившего на этом посту Павла Мельникова (тем не менее, два месяца оборудование пролежало в порту). Наконец, вспышка холеры унесла жизни нескольких британских специалистов и посеяла панику среди нанятых рабочих.

Понимая, что возникшие проблемы могут сдвинуть график ввода мощностей, Юз 1 декабря 1870 г. пишет великому князю письмо, которое заканчивается следующими словами: «Таким образом, хотя я встретил задержку в самом начале, но рассчитываю, что мастерские и кузницы мои начнут работать осенью будущего года. Я счастлив, что могу заявить Вашему Императорскому Высочеству, после тщательных наблюдений, о высоком минеральном богатстве здешней местности, и высказать убеждение, что через пять лет Россия, при энергии и настойчивости, будет независима от Европы касательно дельного железа для потребностей флота, войска, железных дорог». В том же декабре 1870 г. Министерство финансов России дало отсрочку «Новороссийскому обществу» по исполнению взятых им обязательств до 24 апреля 1871 г.

В означенный день, 24 апреля 1871 г., из доменной печи Юзовского завода был выпущен первый чугун, однако, уже через три дня в печи начала образовываться насталь, и 2 мая печь «закозлило». По этой причине 2 июня 1871 г. было принято высочайшее решение, что дела на заводе Юза обстают неудовлетворительно. Масла в огонь подлил адъютант генерал-адмирала Константина Николаевича лейтенант Леонид Семечкин, по результатам инспекции

обвинивший «спекулятора» Юза в неудачном выборе места и полном незнании дела. Тем не менее, концессия не была аннулирована, и британскому промышленнику был предоставлен еще один шанс.

Расплавить настыль не удалось, но, работая на тихом ходу, можно было экспериментировать с составом шихты, что и делалось в продолжение всего лета. Проблема заключалась в низком качестве местной руды, которое удалось нивелировать лишь путем смешивания с более качественной криворожской рудой, доставляемой гужевым транспортом. Из Великобритании доставили марганцевую руду, с помощью которой удалось снизить вязкость шлаков.

Наконец, осенью печь остановили, разобрали, извлекли «козла» и фактически построили заново (за исключением кожуха и металлоконструкций). Восстановленную домну задули 24 января 1872 г. Через год запустили пудлинговые печи, в сентябре 1873 г. были прокатаны первые рельсы. Впрочем, первые блины, точнее, рельсы, выходили комом – в конце 1873 г. приемка браковала до двух третей продукции. Тем не менее, постепенно технология отработывалась, и спустя три года доля брака была снижена до 5 %. В этот период на предприятиях «Новороссийского общества» уже было занято 1806 рабочих.

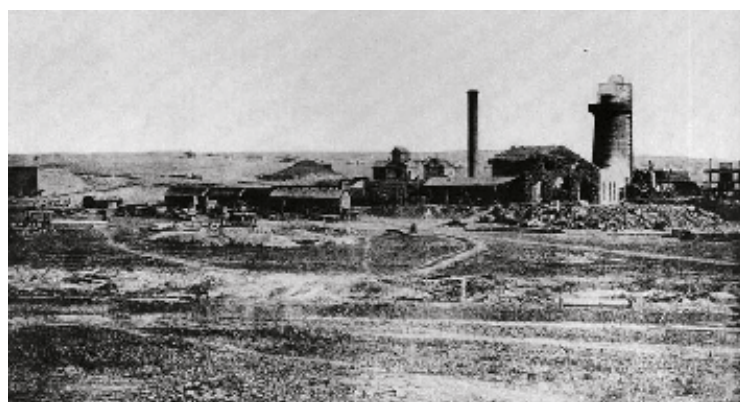
Вместе с тем, приобретались окрестные шахты, которые связывались подъездными путями с заводом. Началась разработка камня, извести, глины и производство огнеупорного кирпича. В 1874 г. Юзовский завод начинает производство сортового железа, в 1876 г. задувается вторая доменная печь, что обеспечивает суммарное производство чугуна более миллиона пудов (16 тыс. т) в год.

## ПЕРВЫЕ ДИВИДЕНДЫ

Русско-турецкая война 1877-1878 гг. обеспечила рост заказов, и через год общество впервые выплатило дивиденды, а также смогло потратиться на модернизацию: в 1879 г. начинается производство марганцевого чугуна, необходимого в сталеплавильном производстве, в том же году была запущена первая мартеновская печь, а с 1880 г. Юзовский завод переходит на производство стальных рельсов.

Одновременно разрастался заводской поселок, который стал называться Юзовкой, а позднее, слившись с Александровкой и Рутченково, превратился в город Донецк. В 1882 г. была продолжена Константиновская железная дорога от станции Еленовка до Мариуполя, и предприятия «Новороссийского общества» получили прямой выход к Азовскому морю.

Впрочем, немало было и тех, кто делал упор на то, что Юзовский завод был не самым технически передовым. Например, будущий академик Михаил Павлов, посещавший Юзовку в 1884 г., писал: «В Англии, на родине коксового доменного производства, в то время было



много устаревших заводов, отстававших лет на 50 от металлургической техники – вот такой-то завод англичане устроили у нас». Но, будем справедливы – не всегда желание иметь передовое в техническом отношении производство совпадает с возможностями, особенно если это производство строится практически в голой степи, и даже огнеупорную глину на первых порах приходится возить из Великобритании. Вклад Джона Юза в развитие Юга России и страны в целом трудно переоценить: именно его пример наглядно показал, что на Юге можно строить крупные заводы приносящие прибыль.

Юзовский завод создал устойчивый спрос на сырье и инициировал масштабную добычу железной руды в Криворожье. Во многом благодаря ему в 1884 г. появилась Екатерининская железная дорога, связавшая руду Криворожья с углем Донбасса, получил развитие Мариупольский порт. Все это подготовило почву для дальнейшего развития, так что в новый век Россия вошла уже совсем другим государством, способным конкурировать на мировой арене.

## ЛИЧНАЯ ЖИЗНЬ ИВАНА ЮЗА

Скажем еще несколько слов о личной жизни Джона Юза. Не в последнюю очередь успех «Новороссийского общества» был обеспечен потрясающей коммуникабельностью его основателя, который, впервые посетив район Александровки, еще не зная языка, сумел установить прекрасные отношения с местными жителями, в том числе получил важнейшие сведения от бывшего пастуха местной помещицы Чеботаревой, маркшейдера-самоучки Якова Древицкого.

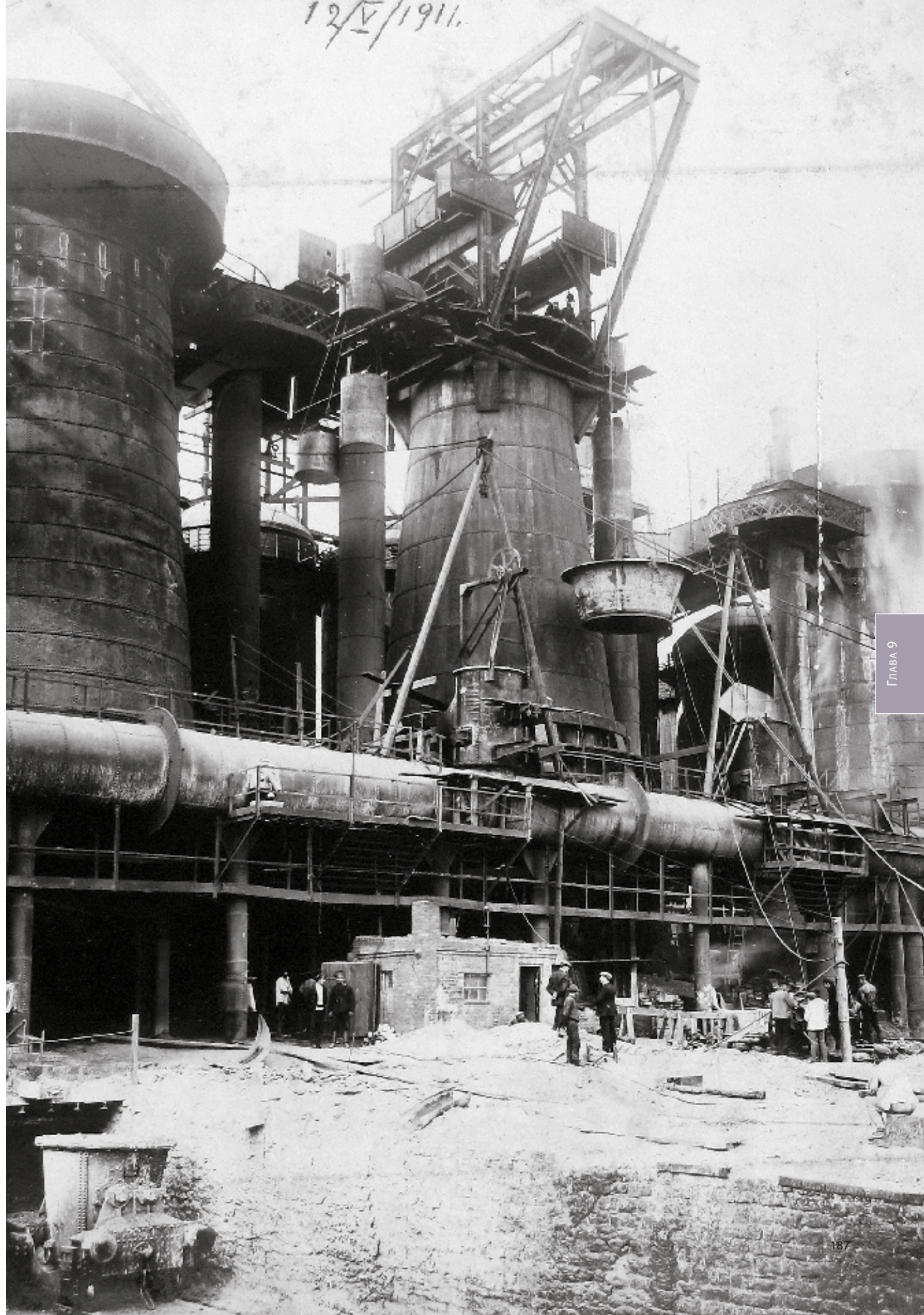
В Российскую империю Юз приехал с четырьмя старшими сыновьями – Джоном Джеймсом, Артуром Дэвидом, Айвором Эдвардом и Альбертом. Энергии этого импозантного британца хватало не только на решение нескончаемых проблем на стройплощадке и в высших сферах: уже в 1870 г. у него и его горничной родился внебрачный сын Иван.

ПЕРВАЯ ДОМЕННАЯ  
печь 1872 г.



12/V/1911.

Строительство  
доменной печи №4,  
1911 г.





МАРТЕНОВСКАЯ ПЕЧЬ,  
1912 г.









В 1873 г. Юз арендовал (позже купил) землю юго-западнее строящегося завода у помещицы Екатерины Аркадьевны Лариной, решив построить здесь для своей семьи более просторный дом, чем саманная хата, в которой они жили до этого. Летом 1874 г. Юз с сыновьями перебрались в новый восьмикомнатный одноэтажный дом. В 1877 г. в Юзовку прибыли жена Юза Элизабет, старшая дочь Сара Анна и младший сын Оуэн Тюдор. Однако Элизабет дом по вкусу не пришелся, и, прожив в Юзовке чуть больше года, она вернулась в Англию.

В 1880 г. Юз начал строить двухэтажный особняк, однако, вскоре работа прервалась, сначала из-за смерти младшего сына, а затем и жены. Дом достраивали уже сыновья Юза. Здесь они прожили до 1903 года, когда навсегда покинули Юзовку, переехав сначала в Санкт-Петербург, а затем в Великобританию.

Умер Джон Юз на самой заре взрывного развития Донбасса, который был обеспечен, во многом, его трудами. Чтобы заручиться поддержкой правительства для осуществления своих планов по дальнейшему развитию производства, он отправился в Санкт-Петербург, где остановился в гостинице «Англетер». Отсюда он вышел на свою последнюю прогулку по столичным улицам и внезапно потерял сознание. «Иван Иванович» Юз умер 28 июня 1889 г.

### СУЛИНСКИЙ ЗАВОД ПАСТУХОВА

Почти одновременно с заводом Юза на Юге был основан Сулинский завод Дмитрия Пастухова. В 1868 г. он обратился в областное правление Войска Донского с просьбой отвести ему участок земли в районе поселка Сулин Черкасского округа для устройства чугунолитейного завода. В следующем году участок был выделен, в мае 1870 г. было получено согласие императора, а 11 июля 1870 г. Пастухов заключил контракт с правлением Войска Донского, по которому обязался построить завод за три года.

Доменная печь была запущена осенью 1872 г., но первое время плавка на антраците шла плохо, и лишь в 1874 г. удалось достичь приемлемых результатов. Одновременно со строительством доменного цеха велось строительство литейного, прокатного, костыльного и огнеупорного цехов. О проблемах использования антрацита уже говорилось в главе о доменной плавке, поэтому здесь мы не будем возвращаться к этому вопросу. Отметим лишь, что использование антрацита привело к значительным убыткам и, вследствие недостатка средств на развитие завода, Дмитрий Пастухов был вынужден в 1892 г. продать его практически за бесценок своему двоюродному брату, ярославскому купцу Николаю Пастухову.

Стан 250 прокатного цеха, 1910 г.





### «РАБОЧИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ТИПА»

Даже после удаchi Юза и относительной удаchi Пастухова, еще 15 лет эти заводы были единственными крупными металлургическими предприятиями на Юге, пока в 1885 г. «Общество Брянского завода» не начало строительство на Днепре Александровского завода, который был пущен двумя годами позднее.

Здесь уместно привести наблюдение Дмитрия Менделеева, который писал: «Наши русские порядки таковы, что выгодных дел у нас множество, но в них не идут – пока два, три первых примера не обратят общего внимания». Именно успех Юза, выплачивавшего в конце 1880-х гг. по 25 % дивидендов, обеспечил это внимание.

Через два года после пуска Александровского завода, в 1889 г., начал работу Днепровский завод «Южно-Днепровского Общества», в 1892 г. была задута первая доменная печь Гданцевского завода «Криворожского общества», а в мае 1894 г. выпустил первую продукцию Дружковский завод «Донецкого общества». Шесть южных заводов выплавляли в 1893 г. 20 млн. пудов чугуна. Через три года это количество удвоилось и составляло уже около 40 млн. пудов – почти столько же, сколько давали в год 85 заводов Урала.

За период промышленного подъема 1890-х гг. на Юге были введены в строй 17 металлургических предприятий с 37 доменными печами, крупнейшим предприятием был

завод «Новороссийского общества». В 1899 г. на Юзовском заводе было выплавлено 17,7 млн. пудов (290 тыс. т) чугуна, число заводских рабочих достигло 7147 человек, а горняков – 5839 человек. «Что ж, конечно, посмотреть всякому лестно. Такого заводища, пожалуй, во всей империи не сыщешь другого. Аграмаадное дело!», – писал Куприн.

Отметим также, что немаловажным «продуктом» Юзовского завода было формирование новой промышленной культуры, основанной на европейском опыте, то есть фактически превращение крестьян в пролетариев, которые составили персонал новых южных предприятий. По этому поводу профессор Горного института и член Горного Ученого Комитета Александр Митинский писал: «На юге – рабочий европейского типа, а на Урале – специфически уральского». Дело в том, что на Урале со времен крепостного права укоренилась традиция «страдовать», когда рабочий на 1,5-2 месяца отлучался на полевые работы. Юз же боролся с этим явлением, не разрешая рабочим держать земельные участки, для чего в летний период повышал оплату в полтора раза. В результате средняя зарплата рабочих Урала составляла 177 руб. в год против 450 на Юге, это способствовало отрыву крестьян от земли и превращению их в пролетариат, единственным источником дохода для которого является заводская работа. ✱

СТРОИТЕЛЬСТВО  
МАРТЕНОВСКОГО ЦЕХА,  
1911 г.





## Глава 10.

# Металлургия патриархальная и инновационная

«Всемирная история показывает нам, что периоды особенного развития интеллектуальной и коммерческой деятельности совпадали с прогрессом горного дела и металлургии. Как в новых, так и в древних веках существовали постоянные отношения между элементами общего прогресса в цивилизации и количеством и разнообразием минерального богатства, получаемого из недр земли».

**А.М. Лоранский, «Краткий исторический очерк административных учреждений горного ведомства в России», 1900 г.**

«Горное дело во внутренних губерниях, столь рано возникшее, не могло развиваться так сравнительно быстро и широко, как на Урале, где было такое обилие лесов, потребных для изготовления угля».

**Ю. Гессен, «История горнорабочих СССР»**

Церковь Гусевского  
завода, г. Гусь-Железный.



**ВОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ТРАДИЦИИ** предпринимательству как субъективному фактору развития производственных процессов отводилась скромная роль. На современном этапе развития историко-экономической науки исследователи отходят от упрощенного взгляда на предпринимательскую деятельность. В исследованиях по истории техники предприниматель все чаще выступает в качестве ключевого элемента производственной системы. Конкретной модели развития техники соответствует определенный тип предпринимательской деятельности и стиль предпринимательского поведения. Поэтому каждую модель промышленного развития характеризуют не только производственно-технические показатели, но и спектр социальных, поведенческих, ментальных, конфессиональных, этических и психологических факторов, реализуемых и воспроизводимых в ней предпринимателями. Именно такого рода взаимодействие определяет результативность индустриальных процессов.

### ПОЧЕМУ ЭТО АКТУАЛЬНО?

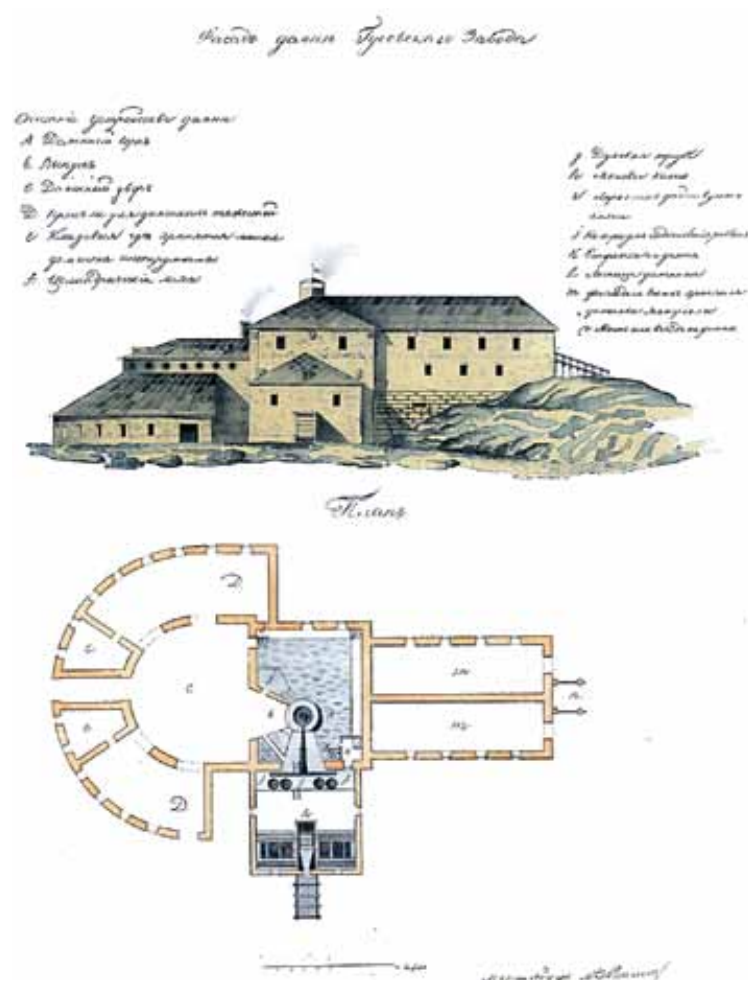
Изучение механизма общественного прогресса является одной из актуальных задач экономической истории, потому что во все времена стратегия развития заключалась в интенсификации общественного производства и каждая историческая эпоха формировала новые эффективные модели промышленного развития. Результативность функционирования мануфактуры, завода, предприятия определялась «техникой выживания и развития», определяющейся эффективностью руководства и стилем управления. Важными составляющими «техногенной среды» были уровень развития научно-технической и инженерно-конструкторской мысли, информационное обеспечение и институциональная организация общества, позиция и конкретная деятельность властей.

При этом ключевой фигурой успеха был и остается предприниматель: как живой человек, с присущими ему чувственно-эмоциональными и нравственно-психологическими качествами; как человек, обладающий средствами производства; как участник общественных отношений, вынужденный руководствоваться интересами других субъектов и социальных групп; как подданный государства, приводящий свои действия в соответствие с правовыми нормами и государственной «волей».

### ЗАМОСКОВНЫЙ ГОРНЫЙ ОКРУГ

В 1722 г. в Москве была учреждена берг-контора, которой поручалось наблюдение за горным производством в центре России. Заводы, находившиеся в ее подчинении, стали называться замосковными.

Развитию горного дела в Центральной России мешала необходимость сохранить леса. В 1754 г. с этой целью был издан сенатский указ об уничтожении винокуренных и



Доменная печь Гусевского завода.

железодельных заводов в пределах двухсот верст от Москвы. Добыча руды в Замосковном округе была чрезвычайно трудоемким процессом, так как она залегала небольшими пластами и гнездами. Поэтому разработка велась дудками и штреками. Замосковский горный округ обладал лишь одним важным преимуществом – он находился в наиболее промышленно развитом регионе страны. Это давало возможность сократить путь товара к потребителю и удешевляло продукцию.

В 1770-х гг. в средней полосе России насчитывалось 33 металлургические предприятия. В бассейне Оки была построена группа пензенско-нижегородско-тамбовских заводов: Рябковский, Еремшинский, Виндreeвский и др. На юго-западе сформировалась группа брянско-жиздринских заводов: Верхнепесоченский, Бытошевский, Радицкий, Любохонский, Людиновский, Есенковский и др. Эти заводы, связанные с бассейном Днепра через р. Десну, обслуживали левобережную Украину. Действовала также тульско-каширская группа заводов, причем



Усадьба Нарышки-  
ных на Моховой  
улице. С 1818 по  
1870-е гг. - Горное  
правление и Пробир-  
ная палата, после  
перестройки с  
1880-х до  
1930-х гг. - Москов-  
ский архив МИД.

многие старые заводы этого района закры-  
лись, а новые строились ближе к югу и юго-  
западу, где еще сохранились леса.

Важнейшая особенность металлургиче-  
ской промышленности Замосковского гор-  
ного округа заключалась в том, что доменные  
и передельные заводы были составной ча-  
стью сложных многоотраслевых хозяйств. Пло-  
щадка для строительства заводов выби-  
ралась с учетом близости сырья и топлива и  
наличия полноводной реки, которую исполь-  
зовали как в качестве транспортной артерии,

так и для строительства плотины, обеспечивающей про-  
изводство водяной энергией. С точки зрения обеспе-  
ченности ресурсами замосковские заводы находились в  
разных условиях. Заводы выксунской группы И.Р. Бата-  
шева, гусевской группы А.Р. Баташева, Людиновский и  
Сукременский Мальцова производили продукцию от 9  
до 11 мес. в году. Другие заводы имели меньший объем  
производства и ощущали недостаток в некоторых видах  
сырья и действовали от 4 до 8 мес. в году.

### МОСКОВСКОЕ ГОРНОЕ ПРАВЛЕНИЕ

Предпринимательство как основа современного индус-  
триального общества сформировалось под воздействи-  
ем комплекса факторов, характеризующих эпохи Про-  
мышленной революции и Индустриализации, в их числе:  
государственная политика, социальные отношения, раз-  
витие рынка и институтов собственности, природно-ге-  
ографические особенности, культурная традиция, мен-  
тальность и т.д. В таком контексте первую половину  
XIX в. принято считать временем самоидентификации  
предпринимательства, определения его современного со-  
циального статуса. Практически в тех же хронологиче-

ских рамках осуществлялась деятельность Московско-  
го горного правления, под началом которого находились  
предприниматели Замосковского горного округа. Начав  
свою деятельность в 1806 г., правление просуществова-  
ло до 1865 г.

Замосковский горный округ включал Владимирскую,  
Нижегородскую, Пензенскую, Тамбовскую, Рязанскую,  
Калужскую, Орловскую, Тульскую, Костромскую и Во-  
логодскую губернии. В первой половине XIX в. на его тер-  
ритории действовало около 40 металлургических пред-  
приятий.

Деятельность Замосковского округа нашла отражение  
во многих исторических источниках. Много внимания  
его предприятиям уделялось на страницах ежемесячного  
«Журнала мануфактур и торговли», выпускавшегося Де-  
партаментом мануфактур и внутренней торговли в 1825-  
1866 гг. Уникальный материал об образе жизни в завод-  
ских хозяйствах, о взаимоотношениях горнозаводчиков  
и рабочих сохранила мемуарная литература.

### ИЗ ЛИДЕРОВ В АУТСАЙДЕРЫ

В XVIII в. развитие промышленности, прежде всего ме-  
таллургической, суконной и полотняной, вывело Россию  
на передовые для того времени рубежи, она заняла первое  
место в мире по выплавке чугуна, т.е. по производству,  
которое являлось своеобразным индикатором уровня  
технического прогресса. В конце XVIII в. экспорт железа  
составлял около 13 % от всей русско-европейской тор-  
говли.

В первой половине XIX в. положение коренным об-  
разом изменилось. Нельзя сказать, что отечественная ме-  
таллургия перестала развиваться: с 1801 по 1861 г. при-  
рост выплавки чугуна составил почти 75 %. Однако при  
сопоставлении темпов развития горного дела и метал-  
лургии в различных странах обнаруживается заметное  
отставание России. В первую очередь от Англии – основ-  
ного потребителя русского металла в XVIII в.

Когда в начале XIX в. основным для русской метал-  
лургии стал внутренний рынок, это породило трудности,  
связанные с реализацией продукции. Огромная масса  
оставшегося на внутреннем рынке отечественного же-  
леза отнюдь не снизила его цену. М.И. Туган-Барановский  
писал по этому поводу: «За четверть века русское железо  
совсем не понизилось в цене, а английское упало больше  
чем на 60 %. Понятно, что при таких условиях вывоз  
русского железа за границу должен был сократиться, а  
внутри страны сбыт железа не возрастал». В результате  
в 1850-х гг. правительство вынуждено было создать ко-  
миссию по рассмотрению вопроса о «чрезвычайной до-  
роговизне русского железа». В то время низкая цена со-  
ртового железа и рельсов, изготовленных в Англии и  
поставляемых во все концы света, обращала на себя все-  
общее внимание. Поражало то, что английский заводчик





СТРАДНАЯ ПОРА  
(Косцы). Г. Мясое-  
дов. 1887 г. СПРАВА:  
СОХА И КОСА СЕРЕДИ-  
НЫ XIX в., ТАМБОВ-  
СКИЙ КРАЕВЕДЧЕСКИЙ  
МУЗЕЙ.

мог поставить в Петербург железо по цене от 85 до 90 коп. за пуд (1850 г.), тогда как русское железо продавалось по 1 руб. 65 коп. – 1 руб. 70 коп.

Высокие цены уменьшали спрос на металл и, следовательно, препятствовали увеличению его производства. На всю Россию середины XIX в. с 60 млн. населения была одна железная дорога; в некоторых районах страны на тысячи верст не было никакой промышленности, сельский потребитель использовал железо только на соху с двумя железными наконечниками по 15 фунтов каждый и на две косы массой около 3 фунтов. Ежегодное потребление железа на одного человека в России исчислялось 6 фунтами, тогда как в Пруссии и Франции оно составляло 30 фунтов, в Бельгии – 1 пуд, в Англии – 3 пуда.

В 1859 г. на долю России приходилось менее 4% (18 млн. пуд.) от мировой выплавки чугуна (460 млн. пуд.). К этому времени ее опережали Англия с годовым производством 234 млн. пуд., Франция – 53, Соединенные Штаты – 52, Пруссия – 24, Австрия – 20, Бельгия – 19 млн пуд. Россия утратила позиции мирового экспортера железа. Если в конце XVIII в. годовой экспорт



*На всю Россию середины XIX в. с 60 млн. населения была одна железная дорога; в некоторых районах страны на тысячи верст не было никакой промышленности, сельский потребитель использовал железо только на соху с двумя железными наконечниками и на две косы.*

российского железа доходил до 3 млн. пуд., то в 1850-е гг. он составлял только 750 тыс. пуд.

## **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ПОЛИТИКА**

В промышленной политике начала XIX в. преобладали петровские идеи. Предприятия основывались на труде крепостного населения. Была продолжена линия Екатерины II на поддержку дворянского предпринимательства. В 1794 г. были сделаны разграничения в объеме податей между заводами. Построенные с пособием от казны стали платить их в полуторном размере. Окончательное юридическое решение вопроса было осуществлено при Александре I. В 1811 г. Министерством финансов были выделены два разряда собственности: к одному отнесены предприятия, основанные по праву дворянства, к другому – основанные по Берг-привилегии 1719 г. и владеющие крепостными согласно указу 1721 г., т.е. получившие посессии в людях, землях, лесах, рудниках. Последний вид владения стал называться посессионным, что подчеркивало его более низкое положение по отношению к дворянской собственности.

Правовая основа продолжала регулироваться указами 1719 и 1721 гг. Была введена своеобразная структура двойного управления предприятиями посредством внедрения в штаты заводов представителей горного правления. Проведенными реформами правительство делало серьезную заявку на улучшение горнозаводского производства, но этого не произошло.

Наличие даровой низкоквалифицированной рабочей силы стало препятствием на пути технического совершенствования мануфактуры. Более того, в периоды спадов производства эти даровые рабочие руки были в тягость, так как их содержание вовлекало владельцев в расходы, подрывая основы функционирования рыночного хозяйства.

Проблема застоя металлургической промышленности России заключалась не столько в технической отсталости отрасли (эта причина была производной), сколько в существующих крепостнических отношениях. Правительство не желало видеть этих причин. Новая правительственная комиссия, созданная в 1852 г. для изыскания средств на развитие железного производства в России, по привычке свела все обсуждение к вопросу о запретительных таможенных тарифах на ввоз морем иностранного чугуна и железа.

11 мая 1857 г. Александром II был утвержден новый умеренный протекционистский тариф, который допускал иностранный металл на русский рынок. Примерно тогда же началось падение производительности заводов. Некоторые наиболее предприимчивые горнозаводчики смогли приумножить свои богатства, но большинство оказалось не в силах приспособиться к новым условиям рынка, разорившись, они ушли с исторической арены.

## **ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БЮРОКРАТИИ**

В системе управления Замосковным горным округом сложилась трехуровневая система: горное начальство (Департамент горных и соляных дел и Московское горное правление) – губернское и уездное правление – владельцы и заводское управление. Повсеместно практиковалась форма управления заводами через поверенных, а также сдача заводов в аренду.

Определяющим стал феномен бюрократии. В связи с открытием Московского горного правления произошло своеобразное огосударствление промышленности. Заводовладелец без соответствующего разрешения не мог не только изменить профиль завода, но даже ввести там усовершенствования, например, установить паровую машину. В основе жесткого государственного регулирования лежало желание полностью контролировать развитие стратегически важной отрасли. Результат оказался плачевным: несмотря на значительные ссуды, выдаваемые правительством заводам, и такие меры, как отстранение от управления наиболее нерадивых заводчиков, отдача имений обанкротившихся владельцев в опеку, привлечение к судебной ответственности виновных в разорении имений, российская промышленность так и не смогла конкурировать по темпам развития с европейской.

Вместе с тем, созданный с целью реализации политики государственного попечительства бюрократический аппарат оказался бесконтрольным. Система управления через управляющих и приказчиков создавала благодатную почву для злоупотреблений, а постоянное вмешательство центральных органов власти порождало безынициативность, инертность и, в конечном итоге, безответственное отношение к служебным обязанностям. Заводское производство интересовало большинство «заинтересованных» участников процесса лишь с точки зрения личного обогащения.

## **«СЛУЖЕНИЕ ОТЕЧЕСТВУ»**

Многие из будущих промышленных кланов горнозаводчиков сформировались в тульской Оружейной слободе. Во главе ее в XVII в. чаще всего оказывались представители одних и тех же немногочисленных родов. Уже в это время происходила их консолидация: между Баташевыми, Мосоловыми, Лугиными, Демидовыми, принадлежавшими к верхушке Оружейной слободы, заключались межсемейные браки. Помимо множества перекрестных родственных связей происходила и координация предпринимательской деятельности горнозаводчиков.

Металлургия, имеющая стратегическое государственное значение, относились к «недемократической» сфере предпринимательства, в которой государство осуществляло строгий контроль. Заводовладельцы оказывались тесно связанными с правительственными



государственными структурами или с отдельными влиятельными лицами, попадали в зависимое от них состояние.

Полномочия государства позволяли лишать предпринимателя прав владения заводом в случае, если он не выполнял возложенные на него обязательства. Это заставляло заводчиков любыми способами обеспечивать «запас прочности». Предпринимательство превращалось в своего рода дипломатию, «заигрывание» с государством, в процессе которого, нередко приходилось жертвовать частью своего материального состояния, принимая невыгодные решения или прибегая к тактике «денежно-финансовых пожертвований». Была разработана своего рода доктрина «служения отечеству», которая распространялась на всех участников производственного процесса.

### «ТОРГОВЫЙ ДОМ БАРКОВЫХ»

Крупный многоотраслевой капитал в Замосковном горном округе сформировался в 1850-1860-е гг. Расширение «владений» наиболее успешных горнозаводчиков стало возможным в основном благодаря покупке предприятий, оказавшихся в тяжелом финансовом положении. Приобретаемые металлургические предприятия они рассматривали либо как средство выгодного вложения свободных капиталов, полученных в непроизводственной сфере (откупа, торговля, кредитно-банковские операции), либо как составную часть более обширного производства (механического, машиностроительного), либо как элемент инфраструктуры паровозных и железнодорожных обществ.

В 1820-х гг. владельцы гусевских заводов, обеспокоенные падением рентабельности производства, ввели новую систему продажи путем «заторжек», т.е. по письменным требованиям покупателей. Постепенно заводы почти полностью утратили самостоятельность в сбыте продукции. Все продавалось по контрактам вперед на год или два торговцам железом. Контрагенты имели при заводах конторы и складские магазины. Готовые изделия они отправляли сухим или речным путем, в зависимости от времени года и спроса на него, в разные города России. Такой порядок реализации продукции превращал торгового капиталиста как бы в совладельца предприятия. Договоры не только определяли закупочные цены, но и диктовали сорт и количество производимого товара.

Во второй четверти XIX в. сбыт железных изделий в Центральной России монополизировал торговый дом Барковых. Дмитрий и Никифор Сергеевичи Барковы были крепостными А.А. Баташева. Отпущенные в 1816 г. на волю, братья перешли в купечество. Их предпринимательская деятельность не ограничивалась торговыми операциями, в 1840-х гг. они взяли в аренду рудные разработки предприятий наследников Шепелевых и Баташевых, а в 1860-х гг. Барковыми принадлежали многие

металлургические и машиностроительные заводы Замосковского округа.

### УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ

На протяжении первой половины XIX в. широкое распространение в системе управления замосковскими горными заводами получили арендные отношения. Почти повсеместно практиковалась форма управления заводами через поверенных. Наряду с умелым руководством, важным условием успешного функционирования предприятий было наличие квалифицированных мастеров, которые непосредственно отвечали за организацию производственного процесса. От их знаний и способностей зависели результативность деятельности и успех предприятия.

В силу того что в России не хватало собственных специалистов, часто использовался труд иностранных специалистов. Однако техническое руководство большинством металлургических заводов осуществляли отечественные инженеры. Одним из наиболее известных представителей технического управленческого персонала был потомственный мастеровой Выксунского завода Антон Копьев. Он обучался архитектуре и механике у царскосельского архитектора А.М. Горностаева.

Многие из изобретений Копьева были реализованы в производстве. Модель ручной мельницы была преподнесена им будущему преемнику престола Александру Николаевичу, а четыре модели (пильной, молотильной, кирпичеделательной и дробильной машин) заслужили одобрение Вольного экономического общества, по представлению которого Копьев был награжден золотыми часами.

Наибольшую известность Копьеву принесла модель водяных мехов. Ученый комитет Департамента горных и соляных дел в 1826 г. постановил, что нельзя иметь «...сомнения насчет прочности и удобства устройства его» и рекомендовал поместить описание в «Горном журнале». Член ученого комитета, флигель-адъютант полковник Мердер, направил прошение на имя министра финансов Е.Ф. Канкрин о награждении Копьева серебряной медалью для ношения на Аннинской ленте с надписью «За полезное». В 1827 г. соответствующее распоряжение министра финансов было получено.

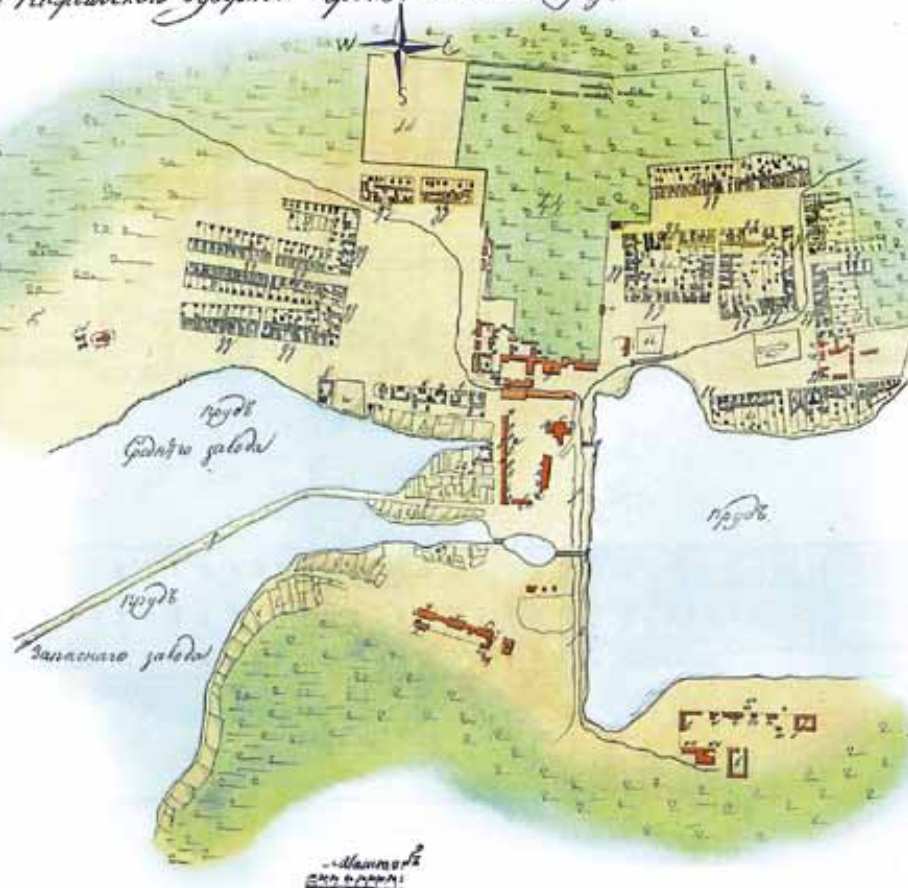
### ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Несмотря на очевидные объективные и субъективные трудности, отечественная металлургия продолжала развиваться. Ее основой оставалась энергия воды. Грандиозная система гидротехнических сооружений была создана для питания энергией машин и механизмов выксунских заводов. Водные ресурсы района их расположения составляли реки: Вилия, Железница, Большой и Малый Выксун, Велетьма, Сноведь и Унжа.

Специальный план Выхунского гидроузелового завода  
составлен в Нижне-Волжской губернии Средних тобовских уезд владения Г. Шенников.

Описание

- А. Завод
- Б. Ачинский водоподъемный завод
- В. Волжский водоподъемный завод
- Г. Выхунский
- Д. Выхунский
- Е. Выхунский
- Ж. Выхунский
- З. Выхунский
- И. Выхунский
- К. Выхунский
- Л. Выхунский
- М. Выхунский
- Н. Выхунский
- О. Выхунский
- П. Выхунский
- Р. Выхунский
- С. Выхунский
- Т. Выхунский
- У. Выхунский
- Ф. Выхунский
- Х. Выхунский
- Ц. Выхунский
- Ч. Выхунский
- Ш. Выхунский
- Щ. Выхунский
- Ъ. Выхунский
- Ы. Выхунский
- Э. Выхунский
- Ю. Выхунский
- Я. Выхунский



1. Выхунский завод
2. Выхунский завод
3. Выхунский завод
4. Выхунский завод
5. Выхунский завод
6. Выхунский завод
7. Выхунский завод
8. Выхунский завод
9. Выхунский завод
10. Выхунский завод
11. Выхунский завод
12. Выхунский завод
13. Выхунский завод
14. Выхунский завод
15. Выхунский завод
16. Выхунский завод
17. Выхунский завод
18. Выхунский завод
19. Выхунский завод
20. Выхунский завод
21. Выхунский завод
22. Выхунский завод
23. Выхунский завод
24. Выхунский завод
25. Выхунский завод
26. Выхунский завод
27. Выхунский завод
28. Выхунский завод
29. Выхунский завод
30. Выхунский завод

Первым звеном обширного комплекса гидросооружений стал Выхунский пруд. Он был сооружен в месте слияния рек Выхун (Большой и Малый), Ягодной и Березовой. Пройдя этот пруд, вода поступала в Средний пруд (плотина 0,5 км), потом в Нижний (плотина 1,6 км.), а затем в «большой» пруд Железнодорожного (Дощатинского) завода. Другой водной артерией, питавшей систему гидросооружений выхунских заводов, была р. Железница, которая, образуя несколько прудов, попадала в Средний пруд.

В районе Верхнежелезнодорожного (Вильского) завода располагались три пруда. Первый был сооружен в месте впадения реки Вилии в Железницу. Ниже по течению Железницы располагался пруд Проволочного завода, еще ниже была построена плотина, накапливающая воду для действия «пошвенной» мельницы. Вблизи от Выхунского завода Железницу перегораживала огромная плотина длиной в 4,3 км, образуя Запасный пруд, площадь которого превышала 780 ес. Глубина Выхунского пруда достигла 5,3 м., Запасного пруда – 3,5 м., Среднего – 2,8 м., Нижнего – 1,4 м.

На других заводах выхунской группы энергетическая система была организована по аналогичной схеме. В округе Верхнежелезнодорожного железодобывающего завода по р. Железнице располагались 3 плотины. При Велетинском заводе было 2 пруда. Дощатинский и Пристанский заводы, отстоявшие друг от друга, примерно на 2 км, для своего действия имели на Железнице 2 плотины и на реках Мотмоске и Окуловке по одной. Сноведский завод имел 2 плотины на речке Сноведи, впадающей в Оку. По аналогичной схеме осуществлялось снабжение энергией Унженского завода. Вода при этом поступала из пруда на речке Унге. Всего на 6 заводах выхунской группы показатель силовой мощности гидравлических колес в среднем составил 170 л.с.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ

К середине 1820-х гг. цилиндрическими мехами были снабжены все заводы выхунской группы. На Среднем заводе двудвумными цилиндрическими мехами были оборудованы 6 молотовых горнов. Для приведения их в

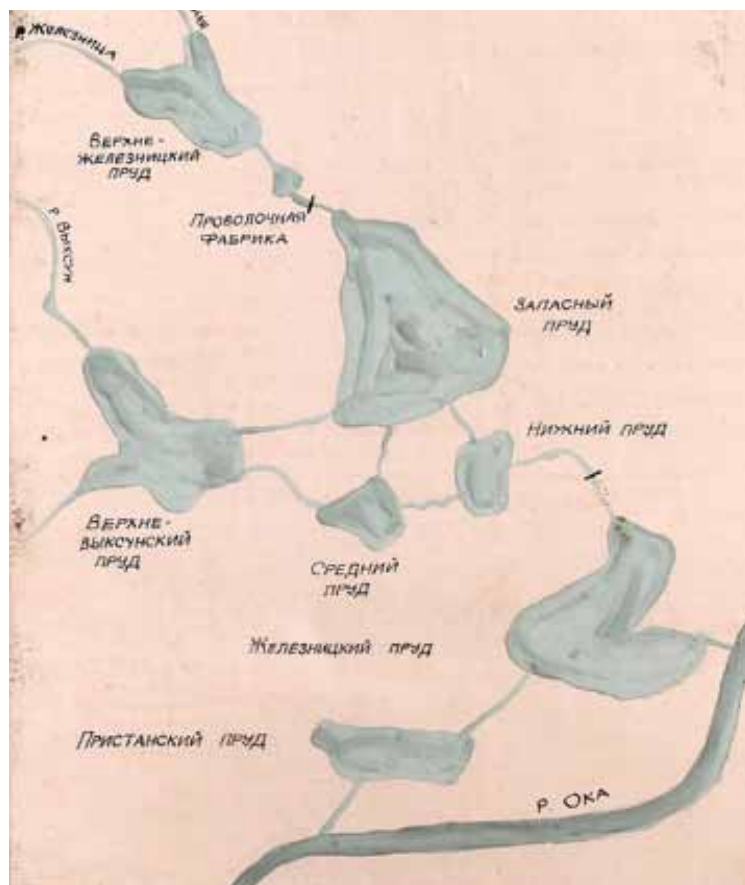


действие были устроены 6 водяных колес, при маловодье пускалась в ход восьмисильная паровая машина. На Нижнем заводе два кричных цеха были снабжены 10 горнами с 10 молотами и 2 печами с 2 молотами для обработки кричного железа. Для их обслуживания были установлены воздухоудные машины с 12 цилиндрами, которые обычно приводились в движение водяным колесом, а зимой – паровой машиной в 14 л.с.

Новым направлением в практике производства железа стало развитие газового пудлингования. В 1837 г. Фабер-дю-Фор сконструировал удачную газовую печь для отбеливания чугуна, а в 1838 г. – газо-пудлинговую печь. В российской металлургии это новшество впервые было внедрено на Воткинском заводе в 1842 г. Совершенствованием процесса пудлингования успешно занимался А.А. Иосса (1810-1894), который в 1850 г. организовал на Воткинском заводе строительство газо-пудлинговых и газосварочных печей нового типа.

Наибольшего развития к 1860 г. пудлингование получило на Выксунском (14 пудлинговых печей) и Велетинском (5 пудлинговых печей) заводах. Всего к началу Великих реформ на заводах Замосковского округа действовали 32 пудлинговые печи.

Выксунская  
гидросистема.







Доменная печь  
Истинско-Залипяжского завода.

В общем объеме производства железа в 1862 г. кричным способом было произведено 260983 пуд. (21 %), puddling – 879249 (72 %), контуазским – 91 477 пуд. (7 %).

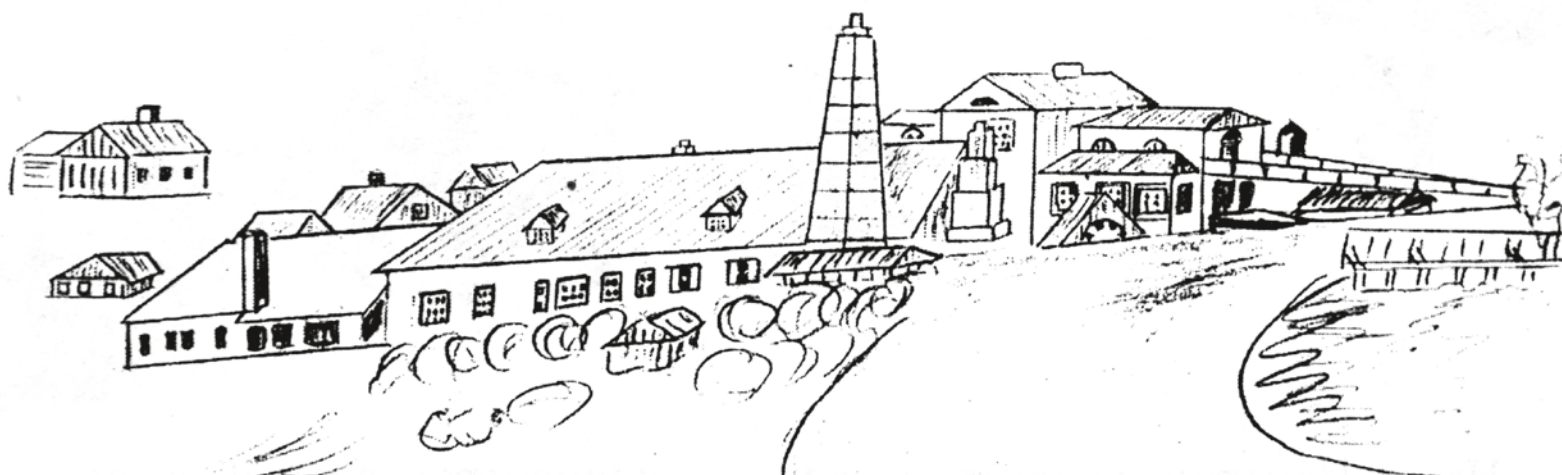
Листопрокатное производство было освоено на заводах Замосковского округа в начале XIX в. Судя по описанию производственного процесса на Выксунском заводе И.Р. Баташева, составленному в 1817 г., изготовление листового железа подразделялось на две операции – «катальную» и «доштагую». Первая осуществлялась «катальной продольной» машиной, на которой разогретые полосы железа расплющивались валками и разрезались на листы длиной в аршин. Затем заготовки нагревались и расплющивались по ширине на «катальной поперечной» машине. «Доштагая» операция заключалась в том, что расплющенные листы складывались в стопку (до 120 шт.) и после разогрева в печи подавались под гладильный молот. Потом листы обрезались до необходимых размеров.

### ИГОЛЬНАЯ МАНУФАКТУРА

Одним из старейших в Замосковном горном округе был Истинско-Залипяжский чугунолитейный и железоделательный завод. Построен он был в 1716 г. купцами Томи-







Истынско-Залипяжский завод. Рисунок М.П. Полторацкий, 1856 г.

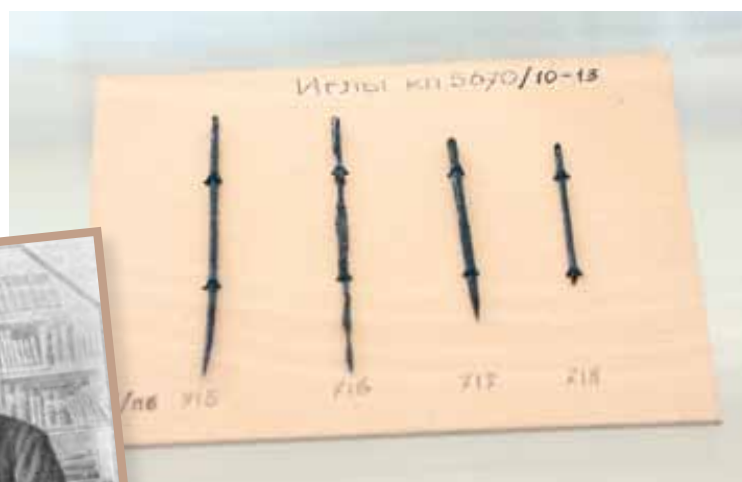
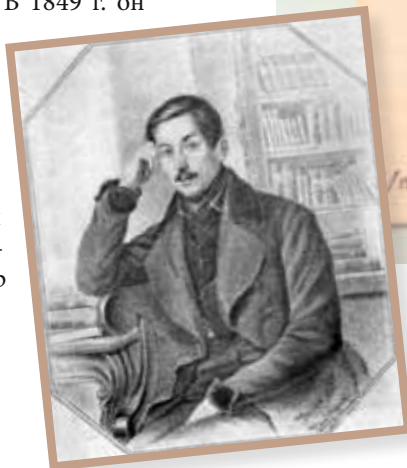
линым и Рюмиными и располагался в Пронском уезде Рязанской губернии, в 35 верстах от г. Пронска на реке Истье. На заводе имелась домна, молотовая и проволочная фабрики. В составе завода были сооружены первые в России Коленская и Столпянская игольные фабрики, на которую по указу Петра I отданы были «игольного мастерства иноземцы, для обучения игольной фабрики российского народа против заморского дела».

Впоследствии заводы перешли по наследству князю Григорию Кильдяшеву и его пасынку, московскому 1-й гильдии купцу Ивану Рюмину. В 1773 г. предприятия купил генерал-аудитор-лейтенант Петр Кириллович Хлебников (1734-1777), служивший в штате генерал-фельдмаршала графа К.Г. Разумовского. Имея, по словам современников, «безмерную любовь к словесным занятиям», он собирал рукописи, книги, газеты, периодические издания и даже летучие листки со стихотворениями, речами, эпиграммами. Таким путем Хлебников составил ценную библиотеку, богатую, редкими изданиями и манускриптами. Сын Петра Кирилловича, Николай, значительно приумножил библиотеку, которая после него по наследству досталась сначала Д.М. Полторацкому, а потом известному библиофилу Сергею Дмитриевичу Полторацкому.

С.Д. Полторацкий много занимался усовершенствованием своих заводов и фабрик. В 1849 г. он пригласил из Ахена мастеров, которые совершенно изменили на Коленской и Столпянской фабриках систему производства игл, заменив ручную работу машинной.

Машины для изготовления иглок были сконструированы в середине XVII в. в Англии, и с тех пор

Библиофил Сергей  
Дмитриевич Полторацкий



Барабан для штамповки иглок, проволочный канат, иглы производства игольной фабрики в селе Коленцы, музей «Рязанский Кремль».



В. А. Тропинин. «Кружевница». 1823 г.

постоянно совершенствовались. Первой операцией была обрезка проволоки на отрезки равной длины. Затем заготовки вставляли в специальные барабаны, подвергали «красному» калению раскатывали специальным инструментом – роликовой вилкой. При этом с заготовок сходила окалина, и они выпрямлялись.

На следующем этапе производилась заточка острия. Длина заготовки соответствовала двойной длине иголки, концы превращались острия двух иголок, середина – в два ушка. Ушко иглы должно иметь очень гладкие края, иначе будет трудно вдеть нитку. Поэтому места, где пробивали ушки, предварительно тщательно шлифовали. Прodelка ушка состояла из двух операций – штамповки (сплющивания) и пробивки ушка. После пробивки ушка две иглы разламывали, отделявали на точиле и подвергали закалке.

Однако из-за резкого удорожания древесного угля владельцы завода оказались в сложном финансовом положении, и в 1854 г. завод был взят в «казенный присмотр», для чего сюда были командированы чиновники Москов-



В.А. Тропинин. Золотошвейка. 1826 г.

ского горного правления: надворный советник Н.А. Петров и титулярный советник В.Е. Синецын. Главным управляющим делами был назначен коллежский секретарь А.Ф. Китовский. На тот момент завод был связан контрактами с торговым домом в Касимове под названием «Фирма Дмитрия Баркова сыновья В.Ф.Т. и И. Барковы». В 1860 г. Истинско-Залипяжский завод перешел во владении Барковых. Кроме того, Барковыми в Касимове был основан лудильный завод, на заводе выделялись листовое глянцевое и обыкновенное железо, луженая жечь и луженая посуда.

### НЕ ХУЖЕ ЗАГРАНИЧНЫХ

Одним из наиболее успешных горнозаводчиков первой половины XIX в. был И.А. Мальцов. Металлургическим производством он занялся в 1820 г., когда купил железные заводы наследников Демидовых – Брынский, Есенковский, Сукременский, Быровский и Людиновский. В скором времени его заводы завоевали себе славу передовых в России. Еще до 1820 г. Мальцов был человеком, известным в де-





Дятково, железнодорожная станция и хрустальная фабрика.

ловых кругах. Начиная с постройки силикатных предприятий. В 1765 г. он построил стекольную фабрику «Стеклоянная Радица», затем в 1780 г. хрустальную фабрику в поместье Дятково Орловской губернии, в 1785 г. была сооружена Черпятинская (Старь) стекольная фабрика, в 1799 г. – Знеберская посудная фабрика. Помимо стекольного производства Мальцов приобретал и строил винокуренные заводы: Любохонский, Семиобратский, Крапивинский, Епишевский и Марачевский. Кроме того он возводил разного рода вспомогательные предприятия: кирпичные, канатные, маслобойные. В деревне Верхи был построен сахарный, в Любохне – рафинадный завод. В Жиздринском уезде Мальцов владел 5 свеклосахарными заводами.

В 1830-х гг. владения, принадлежавшие Мальцову, занимали площадь около 2000 кв. верст и были расположены на

территории трех смежных уездов трех губерний в водоразделе бассейнов Оки и Десны вдоль судоходной реки Болвы.

В конце 1830-х гг. «стеклянная империя» перешла к Сергею Ивановичу Мальцову. Новый владелец особое внимание уделял развитию машиностроения. Мальцов внимательно следил за техническими усовершенствованиями, для введения которых приглашал иностранных специалистов. Новые доменные печи проектировал профессор Дорн из Тюбингена. Для сооружения сталеплавильных печей приглашался английский инженер Кинкель.

На мальцовских заводах были изготовлены первые винтовые двигатели для военных кораблей и первые паровые молотилки. Здесь же были построены и первые пароходы для Десны и Днепра. Для освоения пароходостроения приглашался знаменитый шведский инженер





Нистрэм. В 1850 г. у Мальцова было 7 металлургических заводов: Людиновский, Сукременский, Верхнепесоченский, Нижнепесоченский, Иваново-Сергиевский, Радицкий, Любохонский.

Людиновский завод был единственным предприятием, где изготавливался «полный состав снарядов для свекло-сахарного производства: паровые машины, паровики, котлы с двойным дном и змеевиками, аппарат Говарда». Здесь же в 1852 г. была сооружена паровая машина мощностью 40 л.с. для Гусевской бумагопрядильной фабрики.

Современники высоко оценивали продукцию предприятий Мальцова. Действительный статский советник и кавалер Вяземский отмечал, что «механические изделия и инструменты, изготовленные на заводах шепелевских и мальцовских, ...с точностью и чистотой там отделанные, совершенно заменяют выписанные иностранные».

### КОСЫ, ВИЛЫ И КОЛЕСА

Совершенствование технического уровня заводов позволило передовым предприятиям Замосковского округа перейти к производству машиностроительной продукции и сложной металлообработке. Началось изготовление паровых машин, гидравлических прессов, прядильных и токарных станков, винокуренных аппаратов, труб, паровых котлов, печных приборов, плугов, молотильных машин.

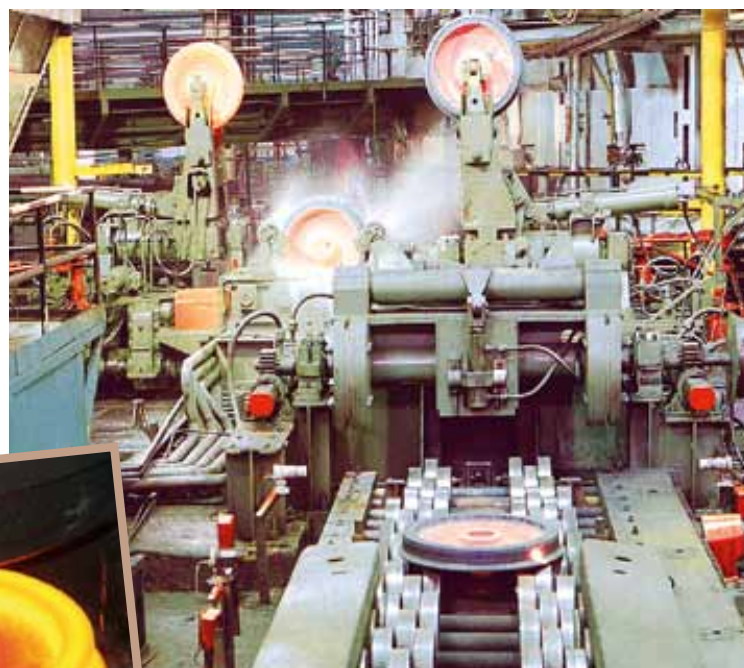
Вилопрокатный цех и его продукция.





Одним из технологически сложных видов металлообработки являлось производство кос. На заводах Баташевых оно осуществлялось следующим образом. Быварщики сваривали томленную сталь и уклад в заготовку, бойщики разбивали заготовку на тонкие полотна, правщики придавали им форму косы, калильщики осуществляли закалку изделия, отпускальщики производили повторный нагрев (отпуск). Затем наклепщики частыми ударами выпуклого молота придавали косе упругость, гладильщики выточенным молотком заглаживали неровности на поверхности косы, наконец, взрезывальщики очищали лезвие от шероховатостей.

Традиции изготовления качественных сельскохозяйственных орудий труда сохраняются в Выксе до сих пор – здесь и в настоящее время работает уникальный вилопрокатный цех, продукция которого поставляется во



Колесопрокатное производство в Выксе.





*По структуре заводское хозяйство во многом напоминало помещичье имение, а предприниматели, достигшие всеми правдами и неправдами дворянского звания, по положению практически уподоблялись помещикам, воссоздавая в своих владениях дворянскую культурную среду. Разумеется, это у них получалось с разной степенью успеха. Нередко, перенимая внешние атрибуты дворянской культуры, предприниматели оставались не более чем «мещанами во дворянстве».*

Христорождественская церковь,  
Выкса





многие страны. В 2013 г. цех отметил свое 105-летие. За эти годы цех произвел свыше 800 млн. штук вил.

Еще одним уникальным и стратегически важным производством, освоенным выксунскими умельцами, стало изготовление железнодорожных колес. От паровозных и вагонных колес, выдерживающих на себе огромную тяжесть при быстром движении, требуется особая прочность. Поэтому оси, колесные центры (колеса без бандажей) и бандажи (или шины) изготавливаются из самого высокосортного материала. Железнодорожные колеса, подобно колесам телег, состоят из колесного стана, обтянутого ободом. На внутренней стороне колеса формируется выступ, препятствующий соскакиванию колеса с рельса. Бандаж с выступом (ребордой) составляют поверхность катания. Крупн изобрел способ отливки бандажей из цельной стальной заготовки без шва. Заготовка для бандажа после проковки вальцевалась и очень точно обтачивалась, чтобы соответствовать необходимому диаметру. Готовый бандаж надевали на обод (колесный центр) после нагрева в специальной печи, диаметр обода был приблизительно на 1/1000 больше внутреннего диаметра бандажа.

Колесное производство эффективно функционирует в Выксе и сегодня. Современный колесопрокатный цех на ВМЗ был введен в строй в 1973 г. Объединенная металлургическая компания (с 1999 г. Выксунский металлургический завод входит в состав ОМК) является крупнейшим производителем железнодорожных колес в Европе, обеспечивает колесной продукцией более 60% потребностей российского рынка. ОМК поставляет колесную продукцию в более чем 20 стран ближнего и дальнего зарубежья.

В 1998 г. Выксунский металлургический завод («ВМЗ») выпустил первую опытную партию колес с повышенной твердостью обода. Были применены интенсивные режимы термообработки и новые схемы легирования. После многоэтапных испытаний, в 2005 г. Регистром сертификации на федеральном железнодорожном транспорте «ВМЗ» был выдан сертификат на серийное производство колес повышенного качества и твердости. К настоящему моменту Выксунский завод произвел более трех миллионов таких колес повышенного качества.

В июне 2014 г. на Выксунском металлургическом заводе введена в эксплуатацию первая в России линия по производству цельнокатаных железнодорожных колес для скоростных и высокоскоростных поездов «Ласточка» и «Сапсан». По комплектации оборудования и уровню автоматизации она не имеет аналогов в мире. Уникальное сочетание высокоточной финишной обработки колес и необходимых видов контроля качества позволит выпускаемой продукции конкурировать с ведущими мировыми производителями. На линии мощностью 10 тыс. колес в год будет производиться высокотехнологичная продукция, обеспечивающая движение железнодорожных поездов со скоростью до 250 км/час.

## ЗАВОДСКАЯ УСАДЬБА

Первую половину XIX в. принято называть золотым веком российской усадьбы. Жизнь русского «дворянского» предпринимателя в усадьбе, эмпирия повседневного существования, бытовая культура, ценностные ориентиры являлись важнейшими элементами формирования его менталитета.

«Своеобразная поэзия усадебной культуры – острая смесь утонченности европейцев и чисто азиатского деспотизма – была немыслима без существования рабов». Эта мысль, высказанная Н. Врангелем, весьма точно выражает особенности, составляющие фундамент дворянской культуры. В свою очередь усадьба воздействовала на крестьянский двор и крестьянское хозяйство посредством агротехнических нововведений, помощью в неурожайные годы, благотворительностью в области образования и медицины.

Дворянская усадебная культура представляет собой сложное многоплановое явление. Оно включает в себя и культуру аристократических дворянских кругов, и культуру передовой дворянской и крепостной интеллигенции, и часть народной культуры. На протяжении нескольких веков дворянские усадьбы фактически являлись организаторами сельского производства, были центрами экономического и культурного развития значительных территорий. Их архитектурные ансамбли: хозяйственные постройки, парки, пруды, кладбища, часовни, церкви оказывали огромное влияние на окружающих.

В провинциальные дворянские усадьбы приносились элементы культуры и быта столичных городов. Музыка, живопись, театр, библиотеки, коллекции старинных вещей и редких растений становились неотъемлемой частью. Сюда устремились в поисках вдохновения поэты, художники, музыканты. Сама атмосфера усадьбы располагала к творчеству, сочинительству. «Усадебная атмосфера невольно формировала особое мироощущение, приоритеты, отношения в семье, задавала естественный ритм, определяемый тесным общением с природой и сезонными циклами».

По структуре заводские хозяйство во многом напоминало помещичье имение, а предприниматели, достигшие всеми правдами и неправдами дворянского звания, по положению практически уподоблялись помещикам, воссоздавая в своих владениях дворянскую культурную среду. Разумеется, это у них получалось с разной степенью успеха. Нередко, перенимая внешние атрибуты дворянской культуры, предприниматели оставались не более чем «мещанами во дворянстве».

Особое внимание уделялось садам и паркам. Часто они занимали большую площадь и объединялись с прилегающими к ним рощами и лесами. Мода на планировку усадебных парков постоянно менялась. В XVIII в. преобладали так называемые французские, или правильные, регулярные парки. В основе плана здесь лежала четкая ге-

ометрическая система расположения аллей. Аллеи направляли внимание на архитектурные сооружения: павильоны, беседки, а также на водоемы. В XIX в. стали появляться английские пейзажные парки. В них фоном служил естественный ландшафт, устраивались «руины», гроты, сюрпризы. В Центральной России характерным было включение в парки плодовых садов.

Огромное воздействие усадьба оказывала на окриту не только в экономической и административной, но и в духовно-религиозной сфере. Невдалеке от выксунского господского дома на возвышенном месте находилась Христорождественская (Большая) церковь. Она была построена в 1773 г. и разделялась на холодную и теплую. Холодная была с высоким куполом и готическим иконостасом. Между ней и колокольней располагались два придела, составлявшие теплую церковь, с колоннами, отделанными под мрамор. Полы были выложены чугунными плитами, изготовленными на Сноведском заводе. Усадьба и Христорождественская церковь сегодня являются главными достопримечательностями



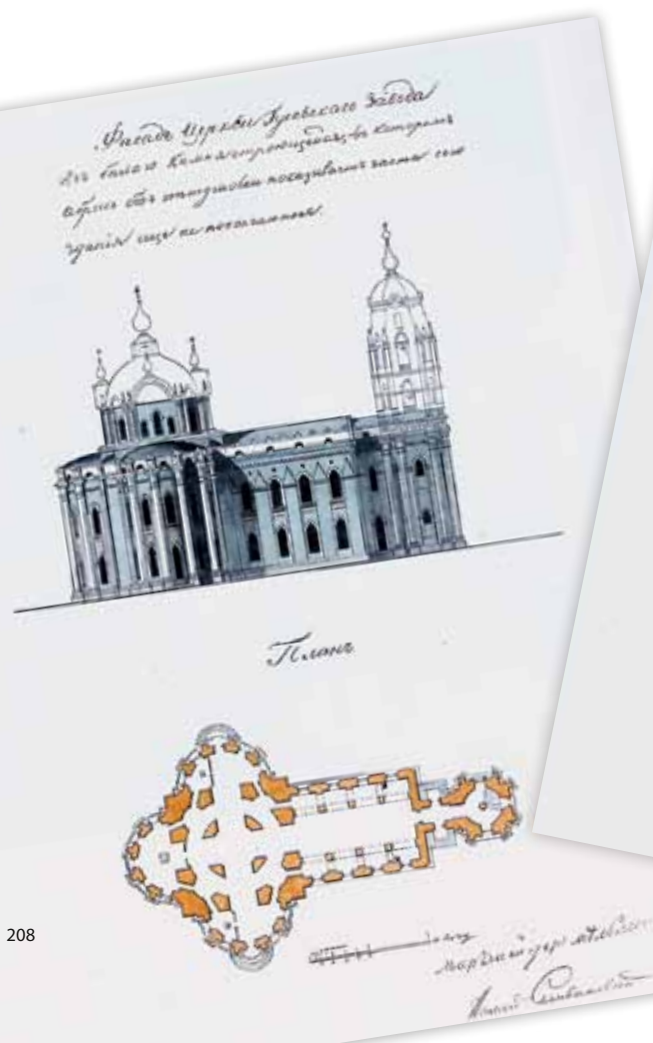
Винтовая лестница  
Арсенала в Кремле

города Выкса. В 2013 г. ОМК за успешную реставрацию усадебного комплекса Баташевых-Шепелевых была отмечена национальной премией «Культурное наследие».

### ЧУГУННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ

Квадратные чугунные половые плиты, отливаемые в земляные формы прямо на литейном дворе доменной печи, имели размер 0,71 x 0,71 м. Такие полы сохранились в одной из церквей тульского Заречья и церквях, расположенных вокруг Сноведского завода. Позднее стали отливать половые плиты фигурной формы, которые можно видеть в соборе Донского монастыря, церкви Всех Скорбящих Радостей в Москве и в храмах Выксы.

В условиях климата центральной России гладкие чугунные полы были непрактичны, особенно зимой, когда приносимый на ногах снег образовывал на них скользкую наледь, поэтому плиты отливали с рельефом. Такой чугунный пол был в церкви Никиты мученика в Москве, в церквях сел Решное,







Досчатое и Вия. Обычай хоронить служителей церкви и знатных прихожан внутри храма привел к тому, что на месте захоронения чугунная плита с орнаментом стала заменяться надмогильной плитой с обозначением имени похороненного здесь лица. Со временем мемориальные чугунные плиты с надписями вышли за пределы церковных стен и стали размещаться на монастырских дворах и кладбищах, прикрывая могилы.

Барельефы, мемориальные доски, бюсты, решетки, перила, балконы и всевозможная арматура крупных и мелких размеров производилась на чугунолитейных заводах Урала, а для центральных губерний России – на выксунских заводах. Чугунные элементы парковой архитектуры (решетки, перила, чугунные вазы, беседки) особенно востребованные в первую половину XIX в. изготавливались по проектам К.И. Росси, В.П. Стасова, А.Н. Воронихина, О.И. Бове.

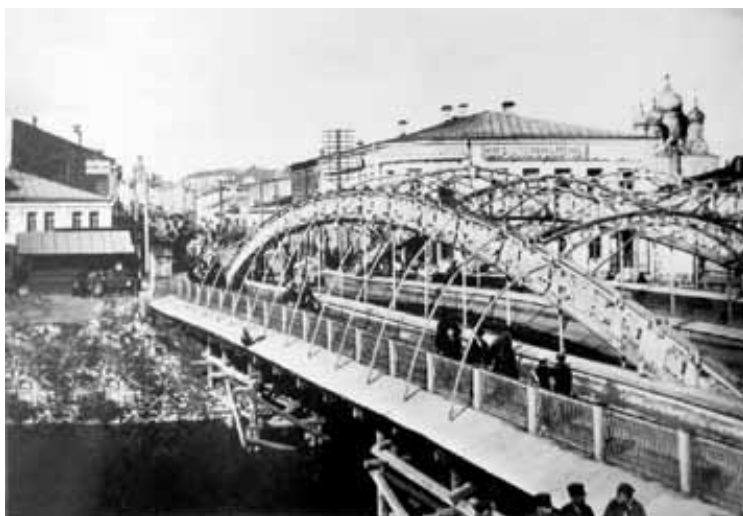
Выдающими работами по украшению Москвы являются уникальные изделия Сноведского чугунолитейного завода:



МОСКОВСКАЯ  
ТРИУМФАЛЬНАЯ  
АРКА







Чугунный Пятницкий мост (до 1889 г.)

винтовая лестница Арсенала в Кремле, лестница Нескучного дворца в Москве, мост на Обводном канале у Пятницкой улицы. Особое место занимает чугунное оформление Триумфальной арки. Она сооружалась с 1824 по 1834 г. по проекту архитектора О.И. Бове. Чугунные архитектурные элементы были изготовлены по моделям скульпторов И.П. Витали и И.Л. Тимофеева. Ими были исполнены фигуры воинов, сидящие фигуры Славы, квадрига со стоящей на ней крылатой Победой, гербы всех губерний, орнаменты, капители и колонны.

### ТРУБНЫЕ ПРОЕКТЫ

Усилиями рабочих выксунских заводов также выполнены «трубные проекты»: мытищинский водопровод с двумя паровыми машинами, резервуарами на Сухаревой башне в Москве, бассейнами и фонтанами на площадях: Сухаревой, Лубянской, Театральной и в Александровском саду; паровая машина и водопровод в здании Московского воспитательного дома. Трубный профиль металлургии Выксы бережно и успешно сохраняют и развивают до сих пор. Именно изготовление труб большого диаметра стало своеобразной «визитной карточкой» предприятия на международной арене в наши дни. Сегодня Выксунский завод – крупнейший в России производитель труб большого диаметра. Ежегодно завод производит от 1,5 до 2 миллионов тонн труб.

В 2005 г. на Выксунском металлургическом заводе введена в строй первая в России линия по производству одношовных прямошовных труб диаметром до 1420 мм, которая позволила отказаться от импорта труб для мощных газовых и нефтяных магистралей. Она позволяет изготавливать трубы с внутренним давлением до 250 атм., с внешним антикоррозийным и внутренним гладкостным покрытием. Этот набор уникальных характеристик никогда ранее не использовался в России.







В 2010 г. Объединенная металлургическая компания (ОМК) стала единственным российским поставщиком труб для строительства газопровода «Северный поток», который проложен из России в Германию по дну Балтийского моря. Всего для строительства газопровода «Северный поток» на Выксунском металлургическом заводе произведено более 460 тыс. тонн труб большого диаметра.

Международная репутация ОМК позволила ей стать в 2014 году участником реализации крупнейшего проекта современности – трубопровода «Южный поток».

В 2008 г. ОМК ввела в строй уникальный Литейно-прокатный комплекс. А в 2011 году компания завершила строительство металлургического комплекса «Стан 5000», при создании которого были применены нестандартные компоновочные решения, позволяющие производить уникальный прокат с использованием контролируемой прокатки и ускоренного охлаждения. Стан предназначен для массового производства сложного сортамента проката, который в настоящее время в ограниченном объеме производится лишь некоторыми фирмами Японии и Германии.

«Инновационная волна», генерируемая ОМК, распространилась на Урал, и достигла Чусовского металлургического завода – одного из старейших предприятий черной

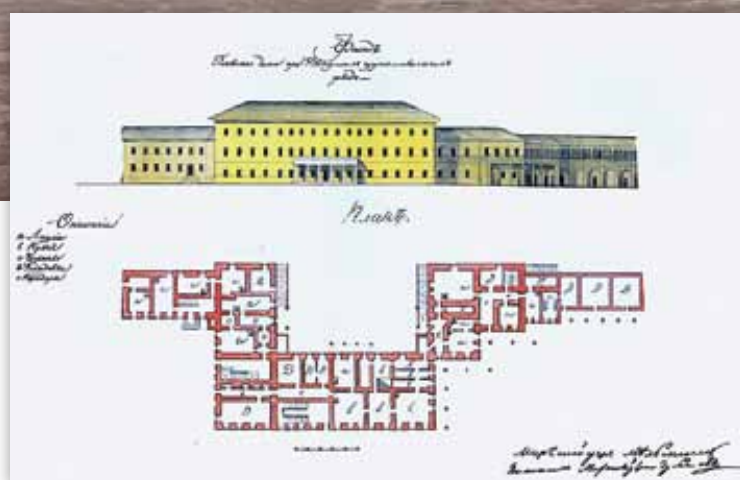
металлургии. Завод был основан в 1879 г. Франко-Русским уральским акционерным обществом, созданным князем Голицыным и французским предпринимателем Барруеном. Заложенный по французскому проекту, завод долгое время был самым современным металлургическим предприятием Урала.

Проект создания трубно-сталеплавильного комплекса в городе Чусовой Пермского края стартовал в 2012 году. Объем вложений составил более 60 млрд. руб. и по степени сложности новому проекту сегодня нет равных во всей российской металлургии. Причем впервые в отечественной практике кардинальная модернизация градообразующего металлургического завода осуществляется в условиях действующего производства.

Комплекс будет производить до 500 тыс. т обсадных и насосно-компрессорных труб высоких групп прочности с премиальными резьбами. Они нужны для обустройства новых российских месторождений нефти и газа с особыми условиями эксплуатации, которые предполагают использование более сложных методов, в том числе наклонного бурения. Кроме того, продукцией нового трубно-сталеплавильного комплекса (ТСК) станет рессорная полоса и заготовка для железнодорожных колес.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ  
КОМПЛЕКС  
«Стан 5000»





## ГОРНОЗАВОДСКАЯ АРХИТЕКТУРА

Для первой половины XIX в. характерно следование принципам утилитаризма и практицизма, предполагавшим строгость и простоту художественно-стилистических форм и архитектурных решений. Вполне естественно, что стиль барокко, в рамках которого существовали совершенно иные подходы к строительству, не получил распространение в промышленном зодчестве, чуждом пышности и декоративности. Гораздо больше соответствовала требованиям и нормам заводской архитектуры стилистика классицизма.

Архитектурно-стилистическими изысками в структуре имений отличались дома заводовладельцев, особенно роскошные в том случае, если те проживали при своих заводах, а также церкви. Большинство господских домов сооружались в два, а в некоторых случаях и в три этажа. Возводились они обычно на берегу пруда с видом на завод.

Из числа господских домов горнозаводских хозяйств к особо масштабным сооружениям принадлежал дом Баташевых в Гусь-Железном. Современники считали его шедевром архитектурного творчества. Судя по плану и сохранившимся описаниям первой половины XIX в. это было двухэтажное здание с примыкающими к нему многочисленными хозяйственными постройками, оранжереями, зимним садом и парковым ансамблем. Не менее роскошным был господский дом при Выксунском чугуноплавильном заводе. Как по внешнему виду, так и по внутреннему оформлению его можно отнести к сооружениям так называемого «дворцового стиля» архитектуры.

## РУССКАЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТРАДИЦИЯ»

До эпохи Великих реформ крепостная мануфактура в металлургии России занимала ключевые позиции. В 1859 г. по Замосковному горному округу значилось 42 завода. Из них только пять были основаны на вольнонаемном труде, эти предприятия производили менее 13 % железных изделий округа. Развитие металлургии находилось в прямой зависимости от социально-экономической системы крепостной России, характерными чертами которой являлись: малоемкий внутренний рынок, медленный торговый оборот, большие процентные ставки в финансовых операциях, отсутствие хороших путей сообщения.

Горнозаводская промышленность первой половины XIX в. функционировала в виде территориально-произ-





ЯУЗСКАЯ БОЛЬНИЦА, БЫВШИЙ МОСКОВСКИЙ ОСОБНЯК И.Р. БАТАШЕВА.

водственных и социально-экономических комплексов. Каждый завод имел определенную территорию с расположенными на ней предприятиями, лесными массивами, земельными владениями и рудными месторождениями. Внутри этих комплексов складывалась характерная инфраструктура и социокультурная среда.

В развитии горнозаводских хозяйств существенное значение имела так называемая «технологическая традиция», заключающаяся в преемственности способов организации производства. Вся структура формировавшегося в течение десятилетий заводского комплекса с его громоздкими формами функционирования проявляла «устойчивый консерватизм и сопротивляемость» к нововведениям. Причем это

происходило на трех уровнях: на уровне горнозаводчиков, со сложившейся привычкой хозяйствования; на уровне рабочих, с устоявшимися формами организации труда и жизнедеятельности в рамках заводского хозяйства; на уровне

государства, со сформировавшейся правовой системой, направленной на поддержание «баланса сил» и решение «стратегических задач».

За первую половину XIX в. часть значительная заводов закрылись, многие перешли в собственность купцов. Однако произошедшие изменения не заставили промышленность работать по-европейски. Пример России показывает, что несоответствующая процессу индустриализации система социальных ценностей может задерживать экономическое развитие, хотя подавить его она не способна.

Важную роль в условиях «экономики переходного периода» играет мотивация предпринимателей. Анализ предпринимательской деятельности горнозаводчиков показывает, что опыты рационального хозяйствования носили локальный характер и не могли создать механизм внутреннего воспроизводства инноваций. Горнозаводчики не смогли выработать новой трудовой мотивации, в основе которой лежали бы стимулы рационального расходования средств. В большинстве своем они остались в плену дворянской социальной психологии с ее традициями пренебрежительного отношения к деньгам. Сам статус дворянина не оставлял выбора в модели жизненного поведения, требуя соответствия сословной принадлежности к элите российского общества. Целью жизни становилось достижение уровня так называемого «праздного потребления», которое должно было обеспечить почетное место в обществе.

Освоение передового индустриального опыта требовало «высокой предпринимательской культуры», постоянного совершенствования навыков управления и организации производства. В известной степени, подобными чертами характера обладали горнозаводчики Замосковского округа Иван и Андрей Родионовичи Баташевы, Сергей Иванович Мальцов, Сергей Дмитриевич Полторацкий. \*

ФРАГМЕНТ ОФОРМЛЕНИЯ ЯУЗСКОЙ БОЛЬНИЦЫ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКУЮ ТЕМАТИКУ.



## Приложение

Автор – Кручер Геральд Николаевич

# Металлы индустриальной эпохи

«Этому металлу суждено великое будущее!»

**Н. Чернышевский об алюминии**

### НАЧАЛО ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Наиболее известными древними изделиями из цветных металлов на территории России являются скифские золотые украшения так называемого «звериного стиля». Скифские племена, обитавшие в течение тысячи лет в северном Причерноморье, освоили металлургию золота, серебра, меди и бронзы. В IX–XI вв. в Киевской Руси эти металлы использовались для чеканки монет, изготовления церковной утвари, украшений и оружия.

Производство цветных металлов резко возросло в правление Петра I, когда были организованы первые государственные мануфактуры. В 1730 г. производство казенной меди достигло 212 т. В XVIII в. сбыт меди был полностью монополизирован государством, она в основном расходовалась на монеты. Продажа металла на рынке для переработки ремесленниками составляла в этот период менее 20 % от ее производства. Москва была главным потребителем меди, в Первопрестольной работали четыре фабрики «амуничных и мундирных вещей» (булавки, пуговицы, пряжки).

На Иргинском (Средний Урал) и Алтайском медеплавильных заводах в 1730-е гг. было освоено производство медных кованых котлов и тазов. В Красном селе в 1732 г. наладили выпуск медного снаряжения для армии и флота, проволоки и посуды. Потребление меди этой мануфактурой достигало 48 т в год. В 1741 г. на Юговском и Иргинском медеплавильных заводах купца Осокина были построены фабрики по производству латунной посуды (чайников, кофейников, чернильниц). В 1749 г. пущена фабрика медного передела у Шлиссельбурга.

Так как медь в середине XVIII в. была единственным валютным металлом, добывавшимся в стране, Сенатский указ от 1756 г. обязал доставлять на монетные дворы всю выплавляемую медь. В то время крупнейшим был Екатеринбургский монетный двор, на котором работало до 1000 рабочих. В 1770 г. он израсходовал на чеканку 2900 т меди. Для сравнения в 1760–1770 гг. ежегодная выплавка меди в Англии составляла 3750 т, в Германии – 670 т, в Швеции – 860 т.

При Павле I было введено обязательное покрытие подводной части военных кораблей медными листами для защиты от обрастания морскими организмами, снижающими скорость хода. В 1798 г. в составе флота было 39 линейных кораблей и 17 фрегатов, подводные части которых были покрыты медью.

На рубеже XVIII–XIX вв. в Москве функционировали 11 предприятий по обработке меди (300 работающих), а также 38 заведений по производству изделий из золота и серебра



(500 работающих). В Санкт-Петербурге в 1790 г. около 50 мастеров занимались обработкой меди и до 200 – ювелирными работами по золоту и серебру.

### ЛИСТЫ, ТРУБЫ И ПАТРОНЫ

В XVIII в. медные изделия делали по сложной технологии, включающей три или четыре плавильных операции и ковку молотами. Сначала из обожженной руды получали в плавильной печи роштейн – сплав сернистых соединений, содержащий 25–30 % черновой меди. Затем его превращали в черновую медь с содержанием 80–85% меди. Далее металл очищали от железа в гармахерском горне, после чего медь становилась пригодной для ручной расковки и выделки предметов домашнего обихода. Однако она не годилась дляковки на молотах с приводом от водяных колес. Такая медь «оседала» при ковке с высокими температурами деформации и не могла применяться для изготовления ответственных изделий. Рафинирование меди проводили повторно в специальном штыковом горне, после чего она могла подвергаться расковке водяными молотами в листы. Латунные слитки отливались в изложницы из двух чугунных досок, промазанных глиной.

Впервые прокатка меди была осуществлена в России на Нижне-Исетском заводе (близ Екатеринбурга) в 1846 г. Там был построен двухвалковый листокатальный стан с приводом от водяного колеса диаметром 7 аршин. На заводе имелось также 9 молотов с водяным приводом. Используя алтайскую медь, завод в 1860 г. выпустил 400 т изделий.

В середине XIX в. крупным потребителем листов из меди и латуни было самоварное производство. В 1850 г. 28 тульских мастерских выпустили 120 тыс. самоваров.

В 1857 г. в Санкт-Петербурге на Выборгской стороне было начато строительство первого в России специализированного завода по обработке меди и ее сплавов. Он выпускал до 17 т в неделю медных труб, изготавливаемых «шишальным способом» – отливкой полых заготовок в земляные формы со стержнем – «шишелем» и последующим волочением на цепных станах с многочисленными промежуточными отжигами.

Во второй половине XIX в. в России начинается развитие промышленности с применением паровых машин, а с начала XX в. – и электропривода. Потребление меди в стране быстро возросло (тыс. т): 1853 г. – 0,35; 1873 г. – 7,9; 1893 г. – 18,4; 1913 г. – 39,4. Шло бурное строительство железных дорог. До конца столетия на российских заводах было выпущено 4020 паровозов; на каждый паровоз расходовали от двух тонн медных листов. Строительство пароходов привело к необходимости организации выпуска медных труб для конденсаторов и судовых магистралей.

В 1860-е гг. на вооружение армии были приняты винтовки с унитарными патронами из листовой латуни, а в 1869 г. был построен первый патронный завод в Санкт-Петербурге. В конце XIX в. для четырех патронных заводов требовалось около 1,5 тыс. т латунных полос в год. Общий выпуск патронов за годы Первой мировой войны достиг 8,5 млрд. шт., на что было израсходовано до 85 тыс. т латунного проката.

### ЗАВОДЫ РОЗЕНКРАНЦА И БЕРДА

В 1866 г. на Санкт-Петербургском заводе немецкого купца Розенкранца было установлено прокатное оборудование: стан для прокатки топочных медных листов, три листопркатных стана, печи для плавки и отжига, девять трубоволочильных станов и металлорежущие станки. Во время русско-турецкой войны 1877-1878 гг. завод получил большие заказы на латунные ленты для гильз и патронов, дымогарные трубы из меди и латуни, паровозные топки из меди, листы из меди, латуни и цинка.

В 1881 г. завод был куплен Франко-бельгийским акционерным обществом, значительно расширившим его: был построен цех с 12 листопркатными клетями и семью печами отжига, плавильное отделение. Общая мощность установленных паровых машин достигала 2000 л. с. В конце XIX в. завод производил 1280 т продукции в месяц. В 1895 г. на заводе было организовано производство медных труб электролитическим осаждением из раствора на оправку с последующей обработкой волочением (способ Эльмора). Этим способом изготавливали медные трубы большого (более 100 мм) диаметра. Завод стал монопольным поставщиком медных труб и топков для Путиловского завода.

В годы Первой мировой войны завод Розенкранца организовал производство медных и латунных кружков и полос для гильз, патронов и капсюлей, прутков латуни для взрывателей, медных шин. Был построен цех прокатки патронной латуни, установлены восемь новых прокатных станков, два стана для прокатки труб, две плавильные печи, 1000-тонный экструзионный и девять штамповочных прессов. Число работающих увеличилось до 3900 человек, а выпуск продукции возрос до 24 тыс. т в год.

Другим предприятием по обработке меди в Санкт-Петербурге был металлообрабатывающий и машиностроительный завод Берда. В 1881 г. он был приобретен французскими акционерами и стал называться Франко-русским заводом. Было организовано производство цельнотянутых медных труб для судостроения. В 1883 г. завод имел пять трубоволоочильных станков. В начале XX в. на заводе был установлен гидравлический пресс Дика для изготовления прутков и фасонных профилей из латуни, а также было организовано производство мельхиоровых листов. В 1914 г. выпуск заводом медной продукции составил 3,7 тыс. т.

### **КОЛЬЧУГИНСКИЙ ЗАВОД**

Кольчугинский завод по обработке цветных металлов был создан в 1871 г. на базе бумажной фабрики в Юрьевском уезде Владимирской губернии, где было много дешевой рабочей силы и леса, а также имелись кустарные меднолитейные и медноплющильные заведения купца Соловьева, работавшие от водяных колес на реке Пекша. Завод первоначально состоял из двух литейных, проволочного и прокатных корпусов. В 1876 г. был введен в эксплуатацию цех по прокатке больших медных листов для паровозных топок, в 1881 г. – отделение по сортовой прокатке прутков из меди и латуни. В 1890-е гг. на заводе было освоено производство мельхиора.

Латунь плавил в тигельных горнах с дровяным или древесноугольным отоплением с подачей воздуха от кожаных мехов. Тигли емкостью 34 кг и изложницы изготовляли из огнеупорной гжельской глины. В начале XX в. латунь стали плавить в графитовых тиглях с нефтяным отоплением. Масса латунных слитков, отливаемых в чугунные изложницы, была увеличена до 50 кг.

Медь для производства паровозных топочных листов плавил в отражательной печи емкостью 10 т и отливали в трехтонные слитки. Прокатный двухвалковый стан приводился в действие от паровой машины мощностью 300 л. с., имел одну большую клеть для прокатки медных слитков и пять небольших клетей для прокатки листов. Медные листы прокатывали «вгорячую» до толщины 17 мм, латунные – в холодную из слитка толщиной 35 мм. Прокатка сопровождалась многочисленными отжигами и травлением.

Впоследствии были установлены два сортовых одноклетевых прокатных стана; один – для горячей прокатки прутков («палок»), второй – для их горячей раскатки в проволоку диаметром 7 мм. Дальнейшее волочение проволоки производили на двух линиях с однократными волочильными барабанами. Все оборудование проволочного корпуса приводили в действие от паровой машины мощностью 250 л. с. через ременную трансмиссию.

В конце XIX в. с развитием электротехники на Кольчугинском заводе было организовано производство медных проводников и кабеля. В 1901 г. завод выпустил 335 т кабельных изделий. В 1910 г. был установлен проволочно-прокатный стан с электроприводом для прокатки вайербарсов до диаметра 5 мм, кабельное оборудование, многократные волочильные машины, позволившие выпускать проволоку диаметром 0,1-0,2 мм. В 1913 г. выпуск кабельных изделий возрос до 4,9 тыс. т.

Перед Первой мировой войной на заводе был построен медеплавильный цех с двумя 19-т отражательными печами и прокатный цех с 22 листопрокатными станами (приводимыми от паровой машины мощностью 900 л. с.). Установили горизонтальный гидравлический пресс Дика усилием 1000 т и двухвалковый стан с валками диаметром 850 мм и длиной бочки 3200 мм для прокатки листов.

С началом войны Кольчугинский завод перешел на двухсменную работу, общий выпуск продукции в 1915 г. возрос до 20 тыс. т, а число рабочих увеличилось с 2,8 до 10 тыс. че-



ловек. В годы войны завод выпускал снаряжные пояски, пульный мельхиор, патронную и пушечную латунь, латунные футляры для снарядов, солдатские котелки.

### НАЦИОНАЛИЗАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Перед Первой мировой войной основной организационной формой предприятий цветной металлургии были акционерные общества с общим капиталом свыше 46 млн. руб.; при этом 86 % его принадлежало иностранцам – французским, английским, шведским и австрийским акционерам. Всего в 1913 г. в российской промышленности по обработке цветных металлов имелось шесть акционерных обществ с семью предприятиями, на которых было занято 15,8 тыс. человек; годовой выпуск металлопродукции составлял 47,4 тыс. т.

После победы Октябрьской социалистической революции к осени 1918 г. вся металлургическая промышленность России была национализирована. В период 1917–1922 гг. интервенция и гражданская война, охватившие большую часть страны, привели к крайнему расстройству всего народного хозяйства. После гражданской войны началось восстановление промышленности. В марте 1922 г. стали выплавлять медь на Калатинском заводе на Урале, в октябре – на Кыштымском заводе. Это создало предпосылки для увеличения выпуска медного и латунного проката на заводах созданного в 1921 г. треста «Госпромцветмет» – на Кольчугинском и «Красном Выборже». В 1922/23 хозяйственном году на этих заводах было выпущено 8,5 тыс. т продукции, а в следующем – уже 13 тыс. т.

Возобновление производства медных топочных листов позволило организовать выпуск новых паровозов. В 1922 г. был выпущен 71 паровоз. Выпуск паровозов в стране неуклонно возрастал, в связи с чем непрерывно увеличивалось производство медных топочных листов. Максимальной величины оно достигло в 1929 г. (2819 т). Технология производства таких листов заключалась в горячей прокатке слитков размерами 250×1150×1150 мм, массой до 2,7 т за 25 проходов до толщины 17 мм с промежуточным нагревом и холодной прокаткой до 11 мм. Прокатка велась на неререверсивном стане дуо 850×3200 мм, установленном до революции. Выход годного составлял 70–75 %. После 1929 г. паровозные топки начали делать из стальных листов, и выпуск медных шишельных листов стал сокращаться.

В 1922–1923 гг. на Кольчугинском заводе осваивается производство металлических сеток для бумагоделательной промышленности, на которых отливается и сушится бумажная масса. До революции в России металлические сетки не производились, а импортировались из стран Западной Европы.

Бронзовые и латунные сетки, изготовленные на Кольчугинском заводе, позволили, начиная с 1929 г., развернуть производство газетной бумаги на мощных целлюлозно-бумажных комбинатах, пущенных в первые годы пятилетки. После этого Советский Союз практически прекратил импортировать бумагу и металлические сетки для ее производства. В 1929 г. на Московском заводе по обработке цветных металлов было организовано производство полированных цинковых листов для клише, предназначенных для полиграфической промышленности, что также позволило избавиться от их импорта.

Коллектив завода «Красный Выборжец» провел в 1920-е гг. большую работу по организации переплавки некондиционного латунного и бронзового лома, шлаков отражательных печей и других отходов цветных металлов, накопившихся за годы войны и революции. В 1924 г. на заводе была пущена вагранка, а в 1926 г. – две ватержетные печи, на которых за 10 лет было выплавлено из отходов около 96 тыс. т черновой меди.

### ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

В 1927 г. на заводе «Красный Выборжец» был пущен электролитный цех с 6 индукционными электропечами емкостью по 320 кг. В том же году электрические индукционные печи емкостью 600 кг были установлены и на Кольчугинском заводе.

В 1928 г. прокатные станы на заводах СССР по обработке цветных металлов были в основном переведены на электрический привод. Пуск Волховской гидростанции – важнейшей ГЭС того времени, а также районных электростанций по плану ГОЭЛРО сделали возможным переход на электроплавку меди и латуни.

Производство латунных листов и лент в 1928–1929 гг. было усовершенствовано за счет перехода на горячую прокатку слитков большого развеса (до 300 кг) по сравнению с применявшимися ранее слитками весом 60 кг. Цикл производства листов сократился в 10–15 раз.

Развитие тракторного и автомобильного производства потребовало организации выпуска медной и латунной ленты для радиаторов. Для удовлетворения повышенных требований к качеству поверхности и к механическим свойствам радиаторных лент необходимо было разработать новую технологию, предусматривающую сплошную машинную шабровку (снятие тонкой стружки) поверхности горячего подката, переход на светлый отжиг медной ленты, улучшение качества продольной резки лент на дисковых ножницах.

Впервые технология производства радиаторной ленты была отработана на заводе «Красный Выборжец». Выпуск такой ленты на заводе в 1936 г. достиг 4,8 тыс. т. Всего с 1929 до 1940 г. в СССР было изготовлено свыше 1,1 млн. автомобилей и около 1 млн. тракторов, производство радиаторных лент для которых составило не менее 50 тыс. т.

В целях повышения точности проката по толщине и для увеличения производительности холодной прокатки в 1930-х гг. на заводах по обработке цветных металлов стали устанавливать многовалковые лентопрокатные станы (кварто и 6-валковые) с валками, вращающимися на роликовых подшипниках. При этом использовали как импортные, так и отечественные станы.

На Кольчугинском заводе были изготовлены 6-ти валковые станы, не уступавшие по своим характеристикам мировому уровню. Применение таких станов обеспечило повышение степени обжатия за проход и между отжигами и уменьшение поля допусков на толщину, что создало предпосылки для введения в 1939–1940 гг. новых ГОСТов на листы и ленты из меди и латуни. Эти стандарты предусматривали сокращение поля допусков по толщине в два раза и повышение требований к качеству поверхности проката.

В годы первой и второй пятилеток было освоено производство:

- бронзовых лент для вкладышей подшипников,
- алюминиевой пружинной бронзы, заменившей дефицитную оловянно-фосфористую бронзу,
- полос из пружинных бронз «куниаль» для электромашиностроения и приборостроения,
- полос купроксной (химически чистой) меди для выпрямителей тока,
- полос из свинцовистых латуней и нейзильбера для приборостроения и часовой промышленности,
- лент из никеля для электронной техники,
- полос термобиметалла для реле.

Крупным достижением стала разработка на Кольчугинском заводе технологии производства биметаллической сталемедной проволоки для телеграфных и телефонных линий. Большое развитие в предвоенные годы получило производство прессовано-тянутых изделий, прутков, профилей, труб и проволоки из цветных металлов. С 1930 по 1934 г. на заводах Главцветметобработки было установлено 10 горизонтальных и вертикальных прессов, в том числе самый мощный, усилием 2500 т, на заводе «Красный Выборжец».

Внедрение гидравлических прессов позволило резко уменьшить толщину стенки трубной заготовки (с 10–15 до 2–3 мм). Отпала необходимость в большом парке штамповочных прессов и подогревательных печей, повысился выход годного, а технологический цикл изготовления латунных труб сократился с 3–4 недель до нескольких дней. Появилась возможность получать трубы и прутки из сложных медных сплавов с повышенной механической прочностью и особыми физическими свойствами.

С 1928 по 1940 г. на электростанциях Советского Союза было введено свыше 9 млн. кВт мощностей, в результате чего выработка электроэнергии возросла почти в 10 раз. Большая часть мощностей была введена на тепловых электростанциях, являющихся крупными потребителями латунных конденсаторных труб. Для каждой конденсационной установки требуется несколько километров труб диаметром 16–19 мм с толщиной стенки 1,0–1,6 мм.



На отечественных заводах было освоено производство таких труб сначала из «морской» оловянистой латуни, а затем (в 1936-1939 гг.) из коррозионностойкого медно-никелевого сплава – мельхиора 70/30. Мельхиоровые конденсаторные трубы были предназначены для теплообменников быстроходных кораблей. До освоения их производства такие трубы ввозились из Италии.

Развивающееся судостроение потребовало также выпуска медных труб большого диаметра (300-400 мм), а технические характеристики самого мощного из имеющихся гидравлических прессов ограничивали максимальный диаметр прессовой трубной заготовки величиной 280 мм. На Кольчугинском заводе в 1935 г. был внедрен оригинальный способ прессования трубной заготовки, тогда неизвестный в мировой практике. Его применение обеспечило выпуск на существующих прессах медных труб диаметром 408 мм.

В 1934-1940 гг. было освоено производство термоэлектродных сплавов – алюминеля, копеля, хромеля и других, что обеспечило возможность создания отечественных точных приборов и пирометрической аппаратуры.

В довоенные годы заводы по обработке цветных металлов по-прежнему располагались в центральном и северо-западном районах. Это были предприятия универсального типа, выпускающие широкую номенклатуру продукции. В 1937 г. численность рабочих на предприятиях отрасли составила 26350 человек.

## МЕТАЛЛ БУДУЩЕГО

Первый алюминий был получен в 1825 г. С применением различных химических способов до 1890-х гг. в мире было изготовлено всего лишь 200 т этого металла, имевшего тогда стоимость как у драгоценных металлов. В 1852 г. тонна алюминия стоила 2,2 млн. рублей. Это ограничивало сферу использования нового металла ювелирными изделиями, столовыми приборами и дорогими безделушками.

Химик К. Байер, работавший в России, в конце 1880-х гг. разработал недорогой способ производства из боксита глинозема оксида алюминия, а в 1886 г. был изобретен электролитический способ получения алюминия из глинозема. Его разработали Холл в США и Эрү во Франции. Строительство первых заводов по выплавке алюминия этим методом в Кливленде (США) и Нейхаузене (Швейцария) привело к резкому снижению себестоимости производства алюминия. Цена тонны металла упала в 1890 г. до 9,5 тыс. руб., а в 1930-е гг. снизилась до 800 руб.

История алюминиевого проката в России началась с обычных кружек. Именно для изготовления солдатских кружек и котелков в годы Первой мировой войны акционерное общество «Меднопрокатный и трубный завод» в Санкт-Петербурге в 1913 г. выпустило 1336 т алюминиевого проката, впервые прокатав партию листов из импортных алюминиевых слитков. Таким образом, отечественные предприятия по обработке меди стали первыми осваивать новый вид продукции – прокат из алюминия и дюралюминия.

В 1920 г. планом ГОЭЛРО было предусмотрено создание алюминиевого производства с выпуском 9800 т в год. В октябре 1928 г. для реализации этого плана был создан Алюминстрой. 27 марта 1928 г. на заводе «Красный Выборжец» в Ленинграде на электролизерах, питаемых током 2000 ампер, из тихвинских бокситов были получены первые 8 кг алюминия.

## ОСНОВА АВИАСТРОЕНИЯ

Судьба алюминия (в силу его уникальных качеств) оказалась связанной с авиацией. Он превратил примитивные деревянные «этажерки» начала прошлого века в современные гигантские воздушные лайнеры, заслужив тем самым свое неофициальное звание «крылатого» металла.

Первым самолетом в мире, изготовленным в 1915 г. полностью из алюминия, был германский «Юнкерс J1» – одноместный моноплан весом 900 кг. Он имел двигатель мощностью 88 кВт и скорость 170 км/ч. До конца Первой мировой войны фирма «Юнкерс» выпустила еще ряд цельнометаллических экспериментальных военных самолетов, сделанных из гофрированных листов алюминиевых сплавов.

После окончания войны началось производство гражданских самолетов «Юнкерс F-13», которых в период с 1919 по 1929 г. было произведено на экспорт 314 экземпляров (в том числе 49 машин в СССР). Это был одномоторный самолет весом около тонны.

В Советском Союзе вопрос о строительстве цельнометаллических самолетов был поднят легендарным конструктором А.Н. Туполевым в начале 1920-х годов. В 1925 г. Туполев создал первый в мире тяжелый цельнометаллический двухмоторный бомбардировщик-моноплан АНТ-4 весом 4,3 т. Копирование схемы этого самолета за границей началось лишь в 1930 г. после его перелета из Москвы в США. Всего было выпущено 216 таких машин.

## **ДЮРАЛЮМИНИЙ**

Немецкий химик Вильм разработал сплав, в который помимо алюминия входили медь, магний, марганец. Сплав оказался более прочным, чем чистый алюминий, но Вильм к тому же подверг его закалке путем нагрева до 500 °С и охлаждения в воде. Прочность повысилась, но результаты испытаний образцов сильно различались. Пока химик, усомнившийся в исправности приборов, их выверял, образцы лежали без дела и к моменту, когда Вильм через несколько дней продолжил испытания, оказались порядком запыленными. Настроенные приборы показали фантастические результаты: за несколько дней прочность образцов возросла вдвое.

Так было открыто явление «старения» алюминиевых сплавов после закалки, когда в течение 5-7 дней сплав становится все прочнее и прочнее. В 1911 г. Вильм, подобравший оптимальный состав сплава и режим термообработки, получил на него патент, который вскоре продал немецкой фирме из города Дюрена, которая и начала промышленное производство сплава. Он получил название «дюралюминий».

В 1922 г. Кольчугинский завод получил правительственное задание на разработку советского дюралюминия, необходимого для производства цельнометаллических самолетов, так как немецкая фирма «Юнкерс» отказалась передать патент на его производство. Под руководством главного металлурга Кольчугинского завода В.А. Буталова группа инженеров занялась разработкой состава нового сплава, технологии литья и прокатки. К августу 1922 г. сплав был получен и в честь своих создателей назван кольчугалюминием.

В 1924 г. из кольчугалюминия был построен первый цельнометаллический трехместный самолет-моноплан АНТ-2 весом 523 кг. Этот самолет сыграл ведущую роль, открыв пути применения алюминия в отечественном самолетостроении и создания мощной алюминиевой промышленности в стране.

Производство проката из кольчугалюминия было организовано не только в Кольчугино, но и на «Красном Выборжце», и на заводе им. Авиахима в Москве. Кольчугалюминий выплавлялся в тигельных печах, после чего слитки толщиной 65 мм отливались в чугунные изложницы. Горячая прокатка осуществлялась на неререверсивных станах дуо, применявшихся для прокатки меди. Холодная прокатка с толщины 3-5 мм велась на листовых станах дуо. Для получения листов толщиной 0,3 мм требовалось до сотни проходов с двенадцатью промежуточными отжигами. Выпускались листы размерами 0,6×6 м, ленты шириной 200 мм и трубы диаметром от 25 до 60 мм. На заводе им. Авиахима было освоено производство листов из авиала, сплава средней прочности системы Al-Si-Mg (алюминий-кремний-магний).

## **СОВЕТСКИЙ «АЛЮМПРОМ»**

В 1927 г., основным поставщиком алюминиевого проката для советской авиации стал ленинградский завод им. Ворошилова. Однако «официальную» историю «алюмпрома» России принято отсчитывать с 1932 г., когда в строй вступил Волховский алюминиевый завод годовой производительностью 12,5 тыс. т глинозема и 15 тыс. т алюминия с применением электролизных ванн силой тока 23 кА. К этому времени была внедрена технология плакирования дюралюминия чистым алюминием, что значительно повысило коррозионную



стойкость авиационной обшивки. Вес слитка был увеличен до 40 кг, а выход годного вырос с 8-10 до 45-50 %.

В мае 1935 г. рядом с Днепрогэсом был пущен второй алюминиевый завод – тогда крупнейший в Европе. Его электролизные ванны работали на токе уже 60 кА. Перед Отечественной войной был пущен третий отечественный алюминиевый завод на Урале.

После организации серийного производства проката из сплавов типа дюралюмин стал возможным массовый выпуск самолетов. В начале 1930-х гг. из алюминиевого проката изготавливались истребители И-2, И-3, И-4, И-5, разведчики Р-5, Р-3ет, средний бомбардировщик АНТ-4 (ТБ-1), самый тяжелый в мире бомбардировщик АНТ-6 (ТБ-3) и пассажирский самолет АНТ-9.

Бомбардировщики ТБ-3 имели вес около 12 т, скорость – свыше 220 км/ч. Они были сделаны из дюралюминовых профилей, труб и гофрированной обшивки толщиной 0,3 мм. ТБ-3 был одним из крупнейших в то время самолетов (размах крыльев 28,7 м). За границей такие самолеты имели тогда смешанную деревянно-стальную конструкцию. Применение каркаса из дюралюминиевых ферм и обшивки из гофрированных дюралюминиевых листов обеспечили самолету высокие технические характеристики.

Советской авиации требовалось все больше «крылатого металла», поэтому уже в ходе первой пятилетки в поселке Сетунь был возведен специализированный завод по обработке легких сплавов. Больше половины выпускаемой продукции завода составляли листы из алюминия и алюминиевых сплавов, 28% приходилось на ленты, 15% – на трубы.

Алюминиевый прокат Сетуньского завода стал основным материалом, позволившим развернуть массовое производство советских самолетов в 1930-е годы. Если в начале 1930-х гг. выпускалось примерно пять самолетов каждые два дня, то в 1937 г. производилось уже по 10 машин в день. Общее количество выпущенных в 1930-е гг. самолетов приближалось к 55 тыс.

История продолжилась в 1936 г. строительством нового завода алюминиевого проката в г. Ступино Московской области. Определяющим стало требование значительного увеличения габаритов обшивочных листов для нового поколения самолетов. Изначально оборудование намеревались закупить в США у компании Alcoa, но она знакомить советских специалистов со своим производством отказалась. Поэтому были закуплены сталепрокатные станы американской компании United, не дававшей гарантии их пригодности для прокатки дюралюминиевых листов шириной 2,5 м.

После пуска в эксплуатацию в июне 1940 г. Ступинский завод стал самым мощным на тот момент в мире предприятием по обработке алюминия (на проектную мощность он вышел в мае 1941 г.). Незадолго до вторжения немецко-фашистских войск в СССР Ступинский завод посетил германский посол фон Шуленбург. Он сильно расстроился: таких крупных станов для прокатки алюминия в Германии не было. Поэтому самолеты с крестами на крыльях длительное время не бомбили завод, рассчитывая захватить его целым и невредимым. На немецких авиационных картах он был обведен красным кружком с надписью «Не бомбить».

Осенью 1941 г. из Сетуни завод легких сплавов был вывезен на Урал, в Верхнюю Салду. Там, на территории строившегося завода Стальмост, уже в марте 1942 г. трубные гидравлические прессы мощностью 3 и 3,5 тыс. т были введены в действие. А через полгода после эвакуации трубопрессовый цех выпускал продукции столько же, сколько и в Сетунь. В 1943 г. завод в Верхней Салде перекрыл проектные мощности в шесть раз, обеспечивая алюминиевым прокатом все отрасли оборонной промышленности.

В 1939 г., вышло постановление правительства о строительстве завода по обработке алюминия в Каменск-Уральском. Первая плавка состоялась в феврале 1942 г., а в 1943 г. на заводе был пущен прессовый цех, в 1945 г. – прокатный.

С 1939 по 1945 г. в Советском Союзе было выпущено 158,2 тыс. самолетов, сделанных в значительной степени из алюминиевых сплавов. За этот же период времени гитлеровская Германия, располагавшая производственными мощностями почти всех оккупированных стран Европы, смогла выпустить лишь 119 тыс. самолетов. \*

# Содержание

- 4** Глава 1. Государственное дело  
Почему это актуально? ♦ Главный Государственный атрибут ♦ Монетные металлы ♦ Литые монеты Китая ♦ Первые чеканные монеты ♦ «Крезусы» и «дарики» ♦ Прерогатива государства ♦ Фальшивомонетчики ♦ Весы ♦ «Обол Харона» ♦ Этруссские монеты ♦ Римские ассы и стипендии ♦ Денарий и солид ♦ Древняя технология чеканки ♦ Денарий Тита Каризия ♦ Монетная стопа ♦ Изготовление штампа ♦ Зубчатые монеты ♦ Монетная магистратура
- 20** Глава 2. Торговая революция  
Почему это актуально? ♦ Межрегиональная торговля ♦ Монетные потоки ♦ Серебряные копии и монетные мастерские ♦ Брактеаты ♦ Грош и кватрино ♦ Рациональные европейцы ♦ Подати и рыцарские турниры ♦ Монета как символ Возрождения ♦ Монетные дворы – первые мануфактуры ♦ Монетный штамп ♦ Монета приобретает лицо ♦ Фальверк и маточник ♦ Вальцевальные станки ♦ Пробирное дело ♦ Новое время ♦ Балансир и гурчение
- 34** Глава 3. Особая печь  
Почему это актуально? ♦ «Чжу-гун» – металл для литья ♦ Осмундская печь и харкхюттор ♦ Железо начинает течь ♦ Дитя энергетической революции ♦ Вода раздувает горны ♦ Дутьевая высокая печь ♦ эволюция техники и искусство Возрождения ♦ Домница и штюкофен ♦ «Чертов камень» ♦ Атрибут индустриализации ♦ Профиль ♦ «Эволюционное древо» ♦ Восстановимость руд и плавкость шлаков ♦ «Огненный» перст ♦ Спрос рождает производительность ♦ Кливлендский психоз ♦ Рациональные соотношения Грюнера ♦ Большие и малые ♦ Последний резерв ♦ Доменное многоцветие
- 56** Глава 4. Фундамент инженерных наук  
Почему это актуально? ♦ Эпистеме и эмпирия ♦ Доменная классика ♦ Печь открывает грудь ♦ Факторы успеха ♦ «Товар и сок» Огневицы ♦ «Спелый и сырой» ход ♦ Из пушки по «козлу» ♦ литейный Двор ♦ Дмение для доменной печи ♦ Любознательный шотландец ♦ Каверзный вопрос ♦ Глобальное доменное потепление ♦ Воздухонагреватели ♦ улавливать и распределять ♦ «Шотландская» печь и «свободная» шахта ♦ Эллиптические печи ♦ Печи нужна вода ♦ «Всеядные» доменные печи ♦ Антрацитовые домны ♦ На подножном корму ♦ Лидер отечественных инноваций ♦ На рубеже веков ♦ Шлаковое многоцветье ♦ От цвета пламени к составу и температуре газа ♦ «Замороженный» прогресс ♦ «Догоняющая» индустриализация
- 96** Глава 5. Заводской центр  
Почему это актуально? ♦ По инструкции Вилима Ивановича ♦ Шлаковые отвалы, кирпичи и ковриги ♦ «Люрмановские кирпичи» ♦ «Шлаковая шерсть» ♦ «Римский» цемент эпохи Индустриализации ♦ Атрибут инновационного производства ♦ «Замечательные продукты» ♦ Мечты Джеймса Будда ♦ Ценная пыль ♦ Рециклинг ♦ Эффективный утилизатор ♦ Вагранка – печь с куполом ♦ «Чугунопомешенный» ♦ Продажа по каталогам ♦ Домнина дочь ♦ В конверторном цехе
- 116** Глава 6. Стальные скрепы государства  
Почему это актуально? ♦ Новое дело ♦ Британский «laissez-fair» ♦ Французский «дирижизм» ♦ Американская «рука рынка» ♦ Дороги становятся железными ♦ Универсальный инновационный закон ♦ Французская стратегия ♦ Американская предприимчивость и европейский консерватизм ♦ Прусские гарантии ♦ Решимость Соломона Ротшильда ♦ Россия перед выбором ♦ Австрийские корни русской железной дороги ♦ «На несколько веков преждевременно» ♦ Под контролем императора ♦ «Самое демократичное учреждение» ♦ «А спросить у немца: а не хочет ли он <х...>?» ♦ «Думой сильного владыки...» ♦ «Вот вам и направление»



- 136** Глава 7. Царскосельские паровозы и голубые вагоны  
Почему это актуально? ♦ Котел и топка ♦ «Спальные вагоны» ♦ «Братство проводников» ♦ Александровский завод ♦ Внук Наполеона ♦ Гальванопластическое заведение ♦ От казенного к частному ♦ Якоря и паровозы Воткинского завода ♦ Равный Эйфелю ♦ Промышленная империя генерала Мальцова ♦ Людиновский завод ♦ На берегу Невы
- 150** Глава 8. Рельсы как символ индустриализации  
Почему это актуально? ♦ Рельсы из пакета ♦ Стальная головка ♦ Переворот в рельсовом деле ♦ «Дабы удобнее достигнуть цели» ♦ «Образцовое рельсовое заведение» ♦ Пока не кончились деньги ♦ Выксунские новаторы ♦ Успех «по случаю открывшихся военных действий» ♦ Железные дороги становятся стальными ♦ Комбинированные рельсы Путилова ♦ На грани рентабельности ♦ На пороге индустриализации
- 168** Глава 9. В новоросских степях  
Почему это актуально? ♦ «Пышный цветок» ♦ «От Петра I до Екатерины II» ♦ «Первые посредством кокса в сей империи отлиты» ♦ «На всегдашние времена» ♦ «Чемодан без ручки» ♦ Отклоненные проекты ♦ Петровский опытный завод ♦ «С целью самообеспечения» ♦ Лисичанский завод ♦ В новоросских степях ♦ Джон Юз ♦ «Ее по-конформистски настроенный министр» ♦ Новоросская эпопея ♦ «Новороссийское общество» ♦ Овечий хутор ♦ Затруднения и «закозление» ♦ Первые дивиденды ♦ Личная жизнь Ивана Юза ♦ Сулинский завод Пастухова ♦ «Рабочий европейского типа»
- 192** Глава 10. Металлургия патриархальная и инновационная  
Почему это актуально? ♦ Замосковский горный округ ♦ Московское Горное правление ♦ Из лидеров в аутсайдеры ♦ Государственная промышленная политика ♦ Феноменология отечественной бюрократии ♦ «Служение отечеству» ♦ «Торговый дом Барковых» ♦ Управление и организация ♦ Рабочие руки ♦ Гидротехнические сооружения ♦ Техническое перевооружение ♦ Игольная мануфактура ♦ Не хуже заграничных ♦ Косы, вилы и колеса ♦ Заводская усадьба ♦ Чугунные архитектурные Формы ♦ Горнозаводская архитектура ♦ Русская «техническая традиция»
- 214** Приложение (автор – Кручер Геральд Николаевич). Металлы индустриальной эпохи  
Начало отечественной цветной металлургии ♦ Листы, трубы и патроны ♦ Заводы Розенкранца и Берда ♦ Кольчугинский завод ♦ Национализация и восстановление ♦ Электрификация ♦ Металл будущего ♦ Основа авиастроения ♦ Дюралюминий ♦ Советский «алюмпром»

УДК 669 (091)  
М54

Подготовлено и напечатано при спонсорской поддержке ЗАО «Объединённая Металлургическая Компания»

Рецензенты:

д-р ист. наук В.И. Завьялов (Институт археологии РАН);

д-р ист. наук, проф. В.В. Запарий (Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина)

М54 Металлургия и время : энциклопедия. Т. 6. Металлургия и социум. Взаимное влияние и развитие / Ю.С. Карабасов, П.И. Черноусов, Н.А. Коротченко, О.В. Голубев. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2014. – 224 с. : ил.  
ISBN

Энциклопедия «Металлургия и время» включает четыре тома, содержание которых отражают более десяти тысячелетий, пройденных металлургией. Подробно и популярно изложены ключевые моменты развития металлургии. Рассмотрены социальные, политические, экологические и другие объективные и субъективные обстоятельства появления изобретений и открытий в области металлургического искусства. Это позволяет сформировать целостную картину постепенного взаимосвязанного культурного, социально-политического и технического развития современной индустриальной цивилизации, в основе которой лежат металлургические технологии.

Книга ориентирована на широкий круг читателей.

УДК 669(091)

ISBN

© ЗАО «Объединённая Металлургическая Компания», 2014

Справочное издание

Металлургия и время: энциклопедия.

Т. 6. Металлургия и социум. Взаимное влияние и развитие.

Компьютерная верстка и дизайн ИИС «Металлоснабжение и сбыт»: В.А. Корнилов, А.Г. Ромицын, А.Л. Рубан

Подписано к печати ...09.2013 г. Формат 70х100/8

Бумага мелованная. Печать офсетная. Печ. л. 27,0. Тираж 1000 экз. Заказ.....



ЗАО «Объединённая Металлургическая Компания»,  
115184, Москва, Озерковская набережная, д. 28, стр. 2



Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4



Издательский Дом МИСиС,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4



ИИС «Металлоснабжение и сбыт»,  
129085, Россия, Москва, ул. Б. Марьинская, д. 9, стр. 1

Отпечатано в типографии Издательского Дома МИСиС,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4  
Тел. (499) 236-76-17, (495) 638-45-22, тел./факс (499) 236-76-35