

62
И 90

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

ВЫПУСК

I

ОНТИ • 1935

06 85807

КОМИССИЯ ПО МАРКСИСТСКОЙ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ ПРИ КВТО ЦИК СССР

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

СБОРНИК ПЕРВЫЙ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: АЛЕКСАНДРОВ А. Я., ~~АЛЕКСАНДРОВ А. Я.~~,
ГУРЕВИЧ Ш. И. (ОТВ. СЕКРЕТАРЬ), ЗВОРЫКИН А. А. (ЗАМ. ОТВ. РЕД.),
КОЛЬМАН Э., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М. (ОТВ. РЕД.), РУБИНШТЕЙН М. И.,
СОРОКИН М. Л., ТАЛЬ Б. М.

ИЮН 1968

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА



ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦИК СССР

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И НОМОГРАФИИ

МОСКВА

1985

ЛЕНИНГРАД



Предисловие

Ноябрьский пленум Центрального комитета нашей партии в 1929 г. предложил ввести в программу втузов курс марксистской истории техники. Но многообразные вопросы истории техники далеко выходят за пределы рамок преподавания этой дисциплины во втузах. Появление наряду с ленинградским „Архивом истории науки и техники“ специальных сборников в Москве (издание которых организовала газета „Техника“) в таких условиях следует расценивать как факт большого политического и культурного значения.

Марксистская история техники как раз то звено, которое необходимо для всей нашей исторической науки. Понимаемая в широком смысле слова как критическая история технологии, как история человеческого труда, эта новая историческая дисциплина подготавливает фундамент для всех исторических наук.

Целый ряд сложных и неясных моментов в истории развития народного хозяйства, в экономике и политике, в истории науки и идеологии в свете изученного материального базиса человеческого общества получают свою исчерпывающую, ясную характеристику. Критическая история технологии рушит почву под ногами идеалистической исторической школы. Она показывает не только материальные основы тех или иных явлений, но и помогает вывести эти явления в прямой связи с развитием материальных производительных сил и развитием техники.

Для нашего времени знаменателен повышенный интерес к истории как в условиях капиталистического, так и в условиях социалистического мира. Буржуазные ученые обращают свой взор назад, идеализируют и приукрашивают прошлое человечества, стараясь уйти от настоящего. Мы это делаем для того, чтобы выкристаллизовать наши перспективы в борьбе за создание нового бесклассового социалистического общества.

Интерес к истории у нас вызван не только общим ростом культуры вообще, не простым стремлением заниматься „на досуге“ вещами, имеющими лишь познавательную ценность. Большевики никогда не были поклонниками чистой науки, науки, оторванной от практики. Мы не можем отделять науку от практики, от борьбы за создание новой жизни, о которой на протяжении тысячелетнего существования мечтали лучшие умы. Может ли быть изучение истории техники в наших условиях развлечением „на досуге“, если на глазах у всех со сказочной быстротой реализуются и материализуются наиболее передовые технические идеи, над открытием и развитием которых работали целые поколения ученых и техников. Примеров тому сколько угодно. Вспомним хотя бы тот юношеский энтузиазм, который вызвал среди ученых и инженеров Советского союза такой документ, как тезисы тт. Молотова и Куйбышева к XVII съезду, ярчайший документ, который „скупыми“ словами и цифрами рисует грандиозную программу завершения технической реконструкции СССР во второй пятилетке.

Диапазон технических идей, ограниченных определенным отрезком времени, недостаточен для командиров технических фронтов Страны советов. Парадоксально, но факт, что стройка технической основы бесклассового социалистического общества требует не только кирпичей настоящего, но и кирпичей прошлого. Все, о чем мечтали лучшие представители человечества, все, что завоевано и накоплено человечеством в области науки и техники, все, что давил и разрушал капитализм в своем одностороннем развитии производительных сил, — все это должно быть использовано в строительстве материальных основ социалистического общества.

Глубочайшую актуальность в свете этого приобретает история техники. Это она в состоянии мобилизовать опыт прошлого для строительства будущего. Практическое значение должен и будет иметь этот сборник, потому что он, опираясь на учение Маркса — Ленина — Сталина о технике, стремится подойти к современным проблемам в историческом разрезе, потому что он стремится обобщить опыт технического развития человеческого общества за многие годы. Совершенствуясь в этом направлении, сборник выйдет далеко за пределы своей относительно узкой задачи — способствовать постановке курса истории техники в наших вузах.

Успешное разрешение задач, поставленных редакцией сборника, зависит от той поддержки, которую она получит со стороны инженерно-технических кругов Советского союза. Начатое по инициативе газеты „Техника“ важное и полезное дело расцветет, если товарищи, интересующиеся марксистской историей техники, включатся в работу по совершенствованию этих сборников.

Будем надеяться, что первый сборник при всех его возможных недостатках, поможет собрать широкий актив всех интересующихся историей техники. Будем рассчитывать, что этот сборник явится полезным началом на трудном, но высокоэффективном пути по выполнению прямых наказов великих основоположников научного социализма.

Г. М. Кржижановский

Основные вопросы преподавания и изучения истории техники

В 1929 г. ноябрьский пленум ЦК ВКП(б) в резолюции, посвященной подготовке технических кадров, указал на необходимость введения в программы технических вузов специальной дисциплины — марксистской истории техники. Для того чтобы понять причины введения этой дисциплины и цели, которые оно преследовало, необходимо вспомнить, как ставилась тогда проблема подготовки технических кадров.

1929 год вошел в историю как год великого перелома. Под руководством партии рабочий класс широко развернул фронт социалистического строительства, осуществляя план первой пятилетки и проводя политику индустриализации и социалистической переделки сельского хозяйства „под знаком решительного наступления социализма на капиталистические элементы города и деревни“ (Сталин). В этих условиях чрезвычайно остро стал вопрос о технических кадрах. Часть старых специалистов пошла по пути прямого вредительства. Беспощадно борясь с вредительскими элементами, привлекая и используя кадры старых техников, готовых честно работать с советской властью, партия уже в 1928 г. со всей серьезностью ставит задачу „создания новой технической интеллигенции из людей рабочего класса, преданных делу социализма и способных руководить технически нашей социалистической промышленностью“¹.

Создание новой технической интеллигенции было связано с политической вовлеченности в советские вузы людей из рабочего класса и с серьезной перестройкой системы технического образования в свете новых требований, вызванных всем ходом социалистической реконструкции. Введение курса марксистской истории техники и было одним из элементов этой перестройки.

Давая развернутую характеристику новым требованиям в деле подготовки технических кадров, ноябрьский пленум ЦК указал, что „развитие промышленности и сельского хозяйства на основе последних достижений мировой науки и техники, коренная перестройка всего производственного аппарата, сложность происходящих социально-экономических процессов в условиях борьбы между социалистическими и капиталистическими элементами — требуют нового типа технических руководителей и организаторов строящегося социалистического хозяйства (промышленности, транспорта, сельского хозяйства, финансов, кооперации, торговли и т. д.)“².

Характеризуя этот новый тип технических кадров, резолюция ноябрьского пленума ЦК указывала, что они „должны обладать достаточно глубокими

¹ Сталин, Вопросы ленинизма, изд. 9-е, стр. 345.

² „Директивы ВКП(б) по хозяйственным вопросам“, стр. 608.

специально-техническими и экономическими знаниями, широким общественно-политическим кругозором и качествами, необходимыми для организаторов производственной активности широких масс трудящихся¹.

Мероприятия, проведенные партией в деле подготовки технических кадров, обеспечили огромный количественный и качественный скачок вперед на этом участке социалистического строительства. Наряду с другими мероприятиями это помогло выполнить основную задачу первой пятилетки — «создание собственной передовой технической базы для социалистической реконструкции всего народного хозяйства». А это в свою очередь определило технические задачи второй пятилетки — пятилетки построения бесклассового социалистического общества.

Новый этап социалистического строительства — этап освоения и завершения социалистической реконструкции всего народного хозяйства предъявляет еще большие требования техническим кадрам страны. Глубокая и разносторонняя подготовка, широкий политический кругозор, т. е. все то, что требовал в свое время ноябрьский пленум ЦК от советских специалистов, сейчас приобретает особенно большое значение. Исключительно важной задачей поэтому является полное осуществление директив ноябрьского пленума ЦК и последующих директив партии и правительства о характере подготовки технических кадров нашей страны. Особенно это относится к такому участку, каким является марксистская история техники, так как здесь прямые директивы ноябрьского пленума выполнены в очень малой степени.

Как же должен быть построен курс марксистской истории техники, чтобы он в общей системе технического образования помогал выковыванию материалистического мировоззрения, созданию широкого политического кругозора и расширения технического кругозора у новых специалистов?

Прежде всего курс истории техники должен вырабатывать у будущих специалистов классовый подход к вопросам техники, показывать классовые основы техники в условиях капитализма и социализма. Значение истории техники для классового воспитания технических кадров великолепно учитывает официальная буржуазная наука. В целях упрочения своего господства буржуазная наука культивирует и всемерно поощряет работы по истории техники идеалистического порядка. Авторы этих работ видят движущие силы технического прогресса в откровениях разума или сводят историю техники в «надклассовую» несоциальную область чистой науки, чистой техники.

Пример классового использования истории техники дает нам национал-социалистическое правительство Германии. В своем выступлении, посвященном преподаванию истории вообще и истории техники в частности, германский министр народного просвещения Фрик указывал, что «среди всех предметов школьного преподавания история занимает первое место. Поэтому метод преподавания истории и создание новых исторических книг требуют величайшего внимания. Так как при подготовке исторического материала необходим известный выбор, то в первую очередь должны быть изучены силы, творящие историю. Изучение этих сил, действовавших во все века, будет способствовать развитию правильного взгляда на историческое развитие, на задачи современности и будущего»².

Вряд ли нужно пояснять, что под «силами, творящими историю», Фрик отнюдь не подразумевает классовую борьбу. По мнению Фрика, «техника является одной из таких сил, творящих историю», так как «с ее помощью коренным образом перестраиваются формы человеческого существования»; силой же, творящей технику, является «немецкий дух».

¹ «Директивы ВКП(б) по хозяйственным вопросам», стр. 808.

² «VDI Nachrichten», № 20, 1933 г.

В словах Фрика, призванного переделать идеологию трудящихся Германии в нужном для германской буржуазии направлении, характерно прежде всего понимание огромного значения истории техники для выработки мировоззрения подрастающего поколения и стремление как можно скорее прибрать к рукам эту область для того, чтобы использовать ее для укрепления своего господства. Характерно и стремление отвергнуть столь излюбленный в Германии подход к изучению истории техники, заключающийся в описании отдельных изобретений, в лучшем случае расположенных в хронологическом порядке. Национал-социалистический министр народного просвещения говорит о том, что „в первую очередь должны быть изучены силы, творящие историю“. И это не случайно. В условиях ожесточенной классовой борьбы старая форма изложения истории техники, задача которой заключалась в том, чтобы отгородить эту область от классовой борьбы и представить дело таким образом, что история техники занимается изучением машин, а машины никакого отношения к социальной жизни не имеют, оказалась недостаточной. Целое поколение историков техники в Германии должно будет перестроить свою работу для изложения истории техники в новой форме, которая соответствует потребности буржуазии на новом этапе. Фрик формулирует лишь этот новый „социальный заказ“.

Комментируя программу Фрика по истории техники, автор статьи „VDI Nachrichten“¹ излагает те „научные“ принципы, которые отныне должны быть положены в основу курса. „Она (история техники — А. З.) способствует, — пишет он, — сглаживанию социальных противоречий, она показывает на бесчисленных примерах выдвижение и успехи талантливых людей. История великих людей (техников), вышедших из народа, показывает, что Германия и в этом отношении не уступает никакой другой стране“. Ради наступления на рабочий класс сегодня национал-социалисты не прочь признать значение лиц физического труда в развитии техники в прошлом. Эту классическую социальную демагогию развивает и „сам“ рейхсканцлер Гитлер. На первом конгрессе организации „Немецкий рабочий фронт“ (Deutsche Arbeiterfront) он заявил: „Мы знаем, что огромное число людей, основавших нашу промышленность, происходит не из среды собственников, а из людей труда. Только у этих людей сила мышц превратилась в гениальность духа, они были вдохновенными (божьей милостью) изобретателями и организаторами. Этим людям мы и наши соотечественники обязаны своим существованием. Без их труда пропитание и жизнь 55 миллионов людей на ограниченном пространстве нашей страны оказались бы совершенно невозможными“.

Мы сознательно остановились более подробно на прямолинейной и простоватой философии техники, развиваемой людьми, которые отныне командуют развитием официальной науки в Германии. Основные звенья этой философии таковы: необходимо вернуться к изучению движущих сил истории, техника — движущая сила истории, немецкий дух — движущая сила техники, бог — вдохновитель немецкого духа.

Задача марксистской истории техники заключается не только в разоблачении этой „научной“, с позволения сказать, истории техники, но и в показе ее классовой основы. Пророческими и в отношении истории техники являются слова Маркса, сказанные им в отношении буржуазной экономической науки. С разворачиванием классовой борьбы между пролетариатом и буржуазией „пробил смертный час для научной буржуазной экономики, — говорил Маркс. — Отныне для буржуазного экономиста вопрос заключается уже не в том, правильна или неправильна та или другая теорема, а в том, полезна она для капитала или вредна, удобна или неудобна, согласуется

¹ „VDI Nachrichten“, № 20, 1933 г.

с полицейскими соображениями или нет. Бескорыстное исследование уступает место сражениям наемных писак, беспристрастные научные изыскания заменяются предвзятой, угодливой апологетикой¹. Более яркую иллюстрацию к этим словам, чем та, которую дает сейчас официальная наука Германии, в том числе и история техники, которая проникнута стремлением утопить классовую борьбу пролетариата в шовинистическом угаре и в социальной демагогии, нельзя придумать.

Разоблачая классовую основу буржуазной науки во всех ее вариациях — от механистического сведения истории техники к описанию развития отдельных машин до явно утилитарных ее построений в целях удовлетворения непосредственных интересов господствующих классов, — курс марксистской истории техники должен излагать не надуманный, а действительный ход истории, вскрывая классовый характер технического прогресса на всех этапах истории человечества. Опираясь на работу основоположников марксизма, надо показать не только то, как определенный классовый строй налагал отпечаток на характер современной ему техники, но и вскрыть действительные движущие силы развития ее, например: при капитализме конкуренция отдельных капиталистов, их стремление вводить машины для получения сверхприбыли. Эту истинную подоплеку триумфального шествия капиталистической техники Маркс охарактеризовал достаточно ярко в первом томе „Капитала“: „...перед капиталистически применяемыми машинами вовсе и не ставится такой цели (облегчить труд человека — А. З.). Подобно всем другим методам развития производительной силы труда, они должны удешевлять товары, сокращать ту часть рабочего дня, которую рабочий употребляет на самого себя, и таким образом удлинять другую часть его рабочего дня, которую он даром отдает капиталисту. Машины — средство производства прибавочной стоимости“².

Классовые корни технического прогресса вскрываются и в том, что Гитлер в своей речи пытается выставить как аргумент в пользу социальной гармонии. Верно, что среди изобретателей в различные периоды капиталистического развития были люди физического труда. Но лишь единицам удавалось доживать до торжества своих изобретений. Большинство же изобретателей гибло в нищете, в неизвестности, в то время как владельцы предприятий тем или иным способом присваивали себе эти изобретения и превращали их в орудие своего обогащения и в орудие еще большего порабощения рабочего класса. Классическую характеристику этого процесса, превращающего прогресс техники и науки в орудие порабощения, дал Маркс, говоря еще в 1856 г., что „результат всех наших изобретений и нашего прогресса, очевидно, тот, что материальные силы наделяются духовной жизнью, а человеческое существование оглушается до степени материальной силы“³.

Чем ближе к современности, тем явственнее становится роль капиталистической техники не только как фактора повышения эксплуатации, но и как непосредственного орудия в классовой борьбе. Если в 1846 г. Маркс в письме П. В. Анненкову, критикуя Прудона, мог в отношении Англии сказать, что, „начиная с 1825 г., изобретение и применение машин было только результатом войны между рабочими и предпринимателями“⁴, то теперь использование технического прогресса для наступления на рабочий класс стало всеобщим. С циничной откровенностью это признают к бесчисленным выступлениям представители господствующих классов⁵.

¹ Маркс, Капитал, т. I. Послесловие ко 2-му изданию, стр. XIX.

² Маркс, Капитал, т. I, изд. 8-е, стр. 280.

³ Маркс — Энгельс, Письма, 4-е изд., стр. 97.

⁴ Там же, стр. 16.

⁵ Об использовании технического прогресса для наступления на рабочий класс и укрепления позиций буржуазии см. Бессонова „Развитие машин“, Бухарина „Техника и

Но если в условиях капитализма машины „вызывают голод и истощение“, то в условиях социализма полностью реализуется возможность использования машин для облегчения труда в силу того, что машина, по выражению Маркса, „одарена чудесной силой — сокращать и делать плодотворнее человеческий труд“¹.

Это принципиально иное положение техники в стране социализма, где она играет роль фактора, облегчающего труд, должно быть разъяснено советскому специалисту в курсе истории техники.

Советский специалист должен ясно понимать, что рост техники в условиях социализма ведет не к безработице и нищете, а к росту материального благосостояния трудящихся масс. И, наконец, он должен понимать (и это самое главное) роль техники в деле строительства социализма, в деле создания бесклассового социалистического общества. Если капиталистическая техника была орудием наступления на рабочий класс, то советская техника в руках пролетариата является орудием наступления на капиталистические элементы города и деревни.

Классовый подход к вопросам техники непосредственно связан с выработкой материалистического мировоззрения у будущих инженеров. Это требует понимания общественной обусловленности техники, ее роли в материальном базисе и производительных силах отдельных исторических формаций. В этом отношении задача курса марксистской истории техники самым непосредственным образом смыкается с задачей курсов диалектического и исторического материализма и политической экономии. Курс должен строиться, исходя из того, что слушателям уже известны „законы развития человеческого общества“ и что они полностью усвоили учение о диалектике развития производительных сил и производственных отношений, как исходном пункте марксистского анализа общественного развития.

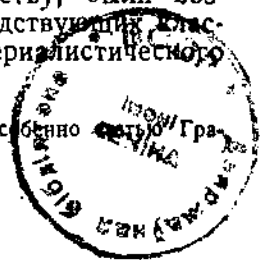
Но если курс политической экономии, сосредоточивая внимание на производственных отношениях как форме развития производительных сил, занимается изучением „экономического закона движения современного общества“ в связи с развитием производительных сил, то марксистская история техники своим исходным моментом берет анализ производительных сил отдельных исторических формаций. Затем история техники выделяет материальный базис каждой общественной формации (материальные условия, необходимые для осуществления процессов труда, сосудистую систему производства и механические средства труда) и собственно технику („костно-мускульную систему производства“), или технологию, охватывающую механические средства труда в их функционировании и их естественно-научной основе.

Выше мы уже упоминали о том, что марксистская история техники должна содействовать формированию материалистического мировоззрения у будущих советских специалистов. Возможности ее в этом отношении весьма значительны. Именно промышленность и техника постоянно разрушают идеалистические представления, начиная от суеверий первобытных дикарей, которые, „еще не имея никакого понятия о строении своего тела и не умея объяснить сновидения, пришли к тому представлению, что их мышление и ощущения причиняются не телом их, а особой от тела душой“², и кончая всеми последующими идеалистическими построениями, которые, вопреки исторически разрушавшемуся невежеству, были возможны лишь благодаря прямой заинтересованности господствующих классов в их сохранении. Даже ограниченность самого материалистического

экономика современного капитала“, а также ряд статей из журналов, особенно „Граны“ и „Проблемах экономики“.

¹ Маркс—Энгельс, Письма, стр. 87.

² Маркс—Энгельс, т. XIV, стр. 643.



мировоззрения в предшествующие исторические эпохи объясняется недостаточным развитием промышленности, техники и науки: „Материализм прошлого века (XVIII), — пишет Энгельс, — был преимущественно механическим, потому что из всех естественных наук к тому времени достигла известной законченности только механика, и именно только механика твердых тел (земных и небесных) — короче, механика тяжести. Химия имела еще детский вид, в ней придерживались еще теории флогистона. Биология была в пеленках; растительный и животный организм был еще мало исследован, его отправления объяснялись чисто механическими причинами. В глазах материалистов XVIII столетия человек был машиной, как животные — в глазах Декарта“¹.

Марксистская история техники должна показать, как на базе расширения производственного опыта создавались предпосылки для правильного разрешения основных философских проблем об отношении мышления к бытию. „Лучше всего развиваются эти философские измышления, как и все другие измышления, самой практикой, т. е. опытом и промышленностью. Мы можем доказать правильность нашего понимания данного явления природы тем, что мы сами его вызываем, порожаем его из его условий и заставляем служить нашим целям“², — указывал Энгельс, разоблачая кантовскую вещь в себе и показывая ее превращение в вещь для нас. „В пример можно привести красящее вещество марены, ализарин, которое мы теперь получаем из каменноугольного дегтя гораздо дешевле, чем получали прежде, когда оно росло на полях в корнях марены“³.

Если Энгельс бьет Канта примером, взятым из промышленности, то этими же примерами из промышленности и техники, примером практики, бьет Ленин эпигонов неокантианства. Величайшее значение, которое имеют для обоснования материалистического мировоззрения философские работы Ленина, касающиеся оценки техники, заключается не только в том, что он в борьбе с неокантианцами показал значение практики (техники) для разрешения вопроса о познаваемости внешнего мира, но и в том, что он показал значение истории техники и науки для формулирования марксистской теории познания.

Указывая на отсутствие принципиальной разницы между явлением и „вещью в себе“ и говоря, что различие существует лишь между тем, что познано, и тем, что еще не познано, Ленин пишет: „В теории познания, как и во всех других областях науки, следует рассуждать диалектически, т. е. не предполагать готовым и неизменным наше познание, а разбирать каким образом из незнания является знание, каким образом неполное, неточное знание становится более полным и более точным“⁴. Связывая появление знания из незнания с процессом практической деятельности человека, с развитием техники, Владимир Ильич продолжает и углубляет положение Маркса о роли критической истории технологии в деле формирования общественного сознания.

К сожалению, товарищи, занимающиеся историей техники, совершенно не замечают ни в работах Маркса, ни в работах Ленина этой стороны дела⁵.

Они сосредоточивают свое внимание лишь на общественной обусловленности технического развития, на роли классовой борьбы в техническом прогрессе, на взаимозависимости науки и техники, на преемственности технического развития и т. д. Цитируя знаменитое 89-е примечание о кри-

¹ Энгельс, Людвиг Фейербах, Сочинения, т. XIV, стр. 647.

² Там же, стр. 645.

³ Энгельс, Людвиг Фейербах, Сочинения, т. XIV, стр. 645.

⁴ Ленин, Материализм и эмпириокритицизм, Сочинения, т. XIII, стр. 84.

⁵ См. все работы товарищей по истории техники вплоть до последней статьи т. Волкова в журнале „Под знаменем марксизма“, № 4, 1933 г.

тической истории технологии, они останавливаются на первой части этого примечания (как делает т. Волков) или, приводя все примечание, ограничиваются комментированием лишь первой части. Между тем вторая часть как раз характеризует значение критической истории технологии для процесса формирования общественного сознания. „Технология раскрывает активное отношение человека к природе, непосредственный процесс производства его жизни, а следовательно, и общественных отношений его жизни и вытекающих из них духовных представлений. Даже всякая история религии, абстрагирующаяся от этого материального базиса, не критична. Конечно, много легче посредством анализа найти земное ядро причудливых религиозных представлений, чем, наоборот, из данных отношений реальной жизни вывести соответствующие им религиозные формы. Последний метод есть единственно материалистический, а следовательно, научный метод“¹. Религия здесь взята Марксом как крайний пример духовных представлений. Выводы в отношении религиозных представлений поэтому могут быть отнесены ко всему общественному сознанию. Гений Маркса не желает ограничиваться нахождением „земного ядра причудливых религиозных представлений“, или, говоря более широко, не желает ограничиваться признанием того, что бытие определяет сознание, а идет дальше — ставит (и в целом ряде областей блестяще сам же осуществляет) требование „из данных отношений реальной жизни вывести соответствующую им религиозную форму“ или, опять-таки говоря шире, Маркс показывает как мышление (вплоть до самого отвлеченного) определяется не только характером общественного строя, но и процессами производства.

Если Маркс только поставил вопрос о роли истории технологии в формировании общественного сознания, то Ленин этот вопрос подверг глубочайшей разработке. Критикуя Плеханова, показывая, что Плеханов проблему познания ставит как проблему отражения метафизически застывших вещей, говоря, что „диалектика и есть теория познания (Гегеля) и марксизма“², Ленин следующим образом описывает диалектику научного познания: „идея, т. е. „истина“, как процесс — ибо истина есть процесс, — проходит в своем развитии три ступени: 1) жизнь, 2) процесс познания, включающий практику человека и технику (см. выше), 3) ступень абсолютной идеи (т. е. полной истины). Жизнь рождает мозг. В мозгу человека отражается природа. Проверая и применяя в практике своей и в технике правильность этих отражений, человек приходит к объективной истине“³.

Техника — необходимая ступень в процессе развития сознания, элемент человеческой практики, который более всего связан с формированием сознания, с развитием не только естественных наук, но и теории познания — диалектики, — вот что утверждает Ленин. И в свете этого все заявления Ленина о необходимости изучения истории науки и техники получают иной смысл, чем тот, который им до сих пор придавали наши историки техники. Именно в связи с созданием материалистической теории познания Ленин считает необходимой диалектическую обработку истории человеческой мысли, науки и техники.

Но если история техники хочет осуществить заветы Маркса, Энгельса и Ленина об историческом показе того, как происходит приближение сознания человека к сущности субстанции природы, то она в своем исследовании не может ограничиться лишь выделением общественной обусловленности целеполагающей деятельности человека. Она должна развернуть исторический показ двух форм объективного процесса природы и деятельности человека и соотношений этих форм, она должна показать, как

¹ Маркс, Капитал, т. I, стр. 281.

² Ленинский сборник IX, 2-е изд., стр. 212.

³ Там же, стр. 19.

„техника механическая и химическая“ не сразу и не полно отражает сущность субстанции природы, как в процессе своего развития человеческое общество накапливает эмпирический материал, как через миллиарды повторений формулируются в сознании человека логические связи и научные представления, охватывающие законы природы, и, наконец, самые общие формы человеческого мышления. Опираясь на ряд высказываний классиков марксизма, надо проследить параллельно с этапами развития производительных сил и техники развитие человеческих знаний, начиная с возникновения счета по пальцам у первобытных народов, с возникновения зачатков математики, астрономии и геометрии, вызванных потребностями земледелия, и кончая материалистической теорией познания — диалектикой.

Миллионы раз должны были повторяться те или иные явления, прежде чем человек обобщил и сформулировал гипотезы и законы естествознания. Но для того чтобы сформулировать законы мышления, нужно было не только накопление явлений и их обобщение. Нужно было для этого научиться своими действиями вызывать преднамеренный результат, а это прежде всего было связано с деятельностью человека в производстве и технике. Только из анализа состояния науки и техники античной Греции можно понять, например, почему в философии Аристотеля появляются элементы диалектики, которые так старался скрыть Гегель в своей истории философии и которые кропотливо выявлял Ленин при критическом ее чтении¹. Но если успех в развитии производительных сил, техники и науки античной Греции должен помочь понять тот исторический шаг, который был сделан Аристотелем в разработке теории познания путем формирования крупинки диалектики, то недостаточность развития производительных сил и техники, а главное историческая ограниченность общественного строя античной Греции, привела и не могла не привести Аристотеля к тому, что он не пошел дальше этих крупинки диалектики, о которых Ленин говорил: „Прехарактерны вообще везде, во всей книге, живые зачатки и запросы диалектики“². Классовая идеология последующих эпох сделала все, чтобы уничтожить эти крупинки диалектики: „поповщина убила в Аристотеле живое и увековечила мертвое“³.

Но если возникновение элементов диалектики у Аристотеля может быть понято только в связи с анализом тогдашнего развития производительных сил, науки и техники, то еще большую роль играет анализ состояния науки и техники для понимания последующих этапов формирования материалистической диалектики, выступавшей вплоть до Маркса под идеалистическим покрывалом. Все развитие естествознания и техники укрепляло позицию материалистического мировоззрения. Недаром Ленин, показывая колебания естествоиспытателей и связывая эти колебания с их общественным положением, подчеркивал, что вопреки всему „на стороне материализма неизменно стоит подавляющее большинство естествоиспытателей“⁴.

Формируя материалистическое мировоззрение учащихся, связывая развитие этого материалистического мировоззрения с развитием промышленности и техники, марксистская история техники должна вместе с тем расширять и практический, технический кругозор будущих инженеров. Технический опыт прошлого нельзя рассматривать как простой балласт, отброшенный современной техникой в мусорную корзину истории. Этот опыт, откristаллизованный в процессе тысячелетней практики человеческого общества, использовавший естественно-научные законы, взятые в опреде-

¹ Ленинский сборник XII, Философия Аристотеля, стр. 233—247.

² Там же, стр. 331.

³ Там же, стр. 329.

⁴ Ленин, Материализм и эмпириокритицизм, Сочинения, т. XIII, стр. 291.

ленных комбинациях, и материализованный в орудиях труда человека, может быть использован и для решения современных технических проблем.

Два момента характеризуют обогащение человечества в процессе технического развития. С одной стороны, арсенал отдельных отраслей промышленности обогащался технологическими приемами, которые базировались на тех или иных научных принципах. С другой стороны, в своем историческом развитии человек совершенствовал конструктивное оформление орудий и машин, применяемых для ведения производственных процессов. Для истории техники интересны прежде всего изучение и систематика технологических приемов и в меньшей степени — конструктивные формы, в которых воплощались эти приемы. При этом необходимо делать различие между характером технического развития до эпохи промышленного переворота и после него. Если в первом периоде, не имея научной базы, человек эмпирически находил формы для своей производственной деятельности, то во втором периоде человек не только подвел научную базу под свою производственную практику (в отношении некоторых приемов это произошло спустя тысячелетия после их появления), но и впредь стал в основном решать производственные вопросы на строгой базе естествознания, ибо „принцип крупной промышленности: всякий процесс производства, взятый сам по себе и прежде всего безотносительно к руке человека, разлагать на его составные элементы, создал всю современную науку технологии“¹.

Можно привести бесчисленное количество примеров того, как под исторически найденные формы подводилась впоследствии прочная научная база и как эта научная база способствовала дальнейшему совершенствованию технологических приемов. Возьмем хотя бы обогащение руды, основанное на разном удельном весе компонентов, составляющих руду. Обогащение по удельному весу было знакомо человеку еще в доисторический период его существования. Примером такого обогащения является добыча золота промывкой на бараньих шкурах, когда более тяжелые частички золота задерживались на шкуре, а более легкие частички породы смывались. Следы от применения обогащения, основанного на разнице удельных весов, открывают нам археологические раскопки. Первобытный горняк обогащал руды при помощи грубо выдолбленных деревянных корыт, подвешенных на веревках и наполненных измельченной рудой. Раскачивая медленно корыто, первобытный горняк отмучивал породу с более легким удельным весом. Это делалось еще задолго до того, как Архимед (живший за 287—212 лет до нашей эры) открыл свой закон и сделал попытку измерить удельный вес различных веществ.

Но, несмотря на тысячелетнее знакомство с методами обогащения, наука об обогащении сформировалась только в последние десятилетия на основе обобщения огромного материала, который дали развернутые экспериментальные и теоретические работы по изучению процесса падения составных частей руд в различной среде. При этом наряду со старым методом обогащения возникли другие — электромагнитные, электростатические, флотация, цианирование и т. д.

Но независимо от того, подведены или нет научные принципы под те или иные технологические приемы исторического человека, независимо от того, используются или нет эти приемы в современной технологии, история техники должна самым обстоятельным образом их изучить, так как в новых условиях, на новом этапе развития производительных сил и техники эти приемы могут быть вновь рационально использованы. „Познание человека, — писал Ленин, — не есть (resp. не идет по) прямая линия, а кривая линия, бесконечно приближающаяся к ряду кругов, к спирали“².

¹ Маркс, Капитал, т. I, изд. 8-е, стр. 377.

² Ленин, К вопросу о диалектике, Сочинения, т. XIII, стр. 304.

История техники дает нам картину такого развития с постоянным возвращением на новой основе к старым принципам и приемам. Приведем наиболее характерные примеры. На заре своего исторического существования (вернее, к концу своего доисторического существования), в период, относящийся к эпохе свайных построек, человек перешел от привязывания ручек к каменным орудиям к насаживанию каменных орудий на ручку, научившись просверливать в каменном орудии отверстия при помощи пустотелой кости. Что именно так производилось тогда просверливание, может быть установлено достаточно ясно по найденным орудиям, которые не просверлены до конца (в которых сохранились высверливаемые столбики породы), или по самим высверленным столбикам породы, находимым в районах первобытных мастерских. Сверлимое отверстие для лучшего эффекта посыпалось песком и смачивалось водой.

Принцип этот впоследствии был забыт. Лишь в середине XIX века к нему вернулся в результате изобретения швейцарским инженером Лешо станка для бурения при помощи пустотелых штанг с алмазной коронкой. Еще более полно воспроизводится этот принцип бурения в современном дробовом бурении.

Изучение истории техники под таким углом зрения сразу осовременивает эту дисциплину и делает ее актуальной при решении современных технических проблем. Можно привести и другие примеры, которые показывают, что часто имеет место не только возвращение к давно забытым принципам, но что давно отброшенные конструкции вновь восстанавливаются либо для выполнения тех же операций, либо для применения их в другой области.

Так, например, обстоит дело с насосом Томаса Севери, который был изобретен для откачивания воды из английских шахт и вытеснен атмосферической машиной Ньюкомена (1705 г.). Будучи весьма несовершенным (потреблял много топлива и был опасен для жизни), насос Севери вскоре был отброшен и забыт. Но значительно позже рабочий принцип машины Севери был воспроизведен полностью в изобретенном Галлем паровом пульсометре; в конструкции Галля имеются те же две камеры, что и у машины Севери, но Галль сумел избежать основного недостатка машины Севери — конденсации пара в цилиндре.

Или другой пример. Приспосабливая свою паровую машину для обслуживания машин, требующих вращательного движения, Уатт не смог использовать кривошипный механизм в силу того, что он был запатентован Вашборо. Тогда Уатт предложил ряд других механизмов для превращения прямолинейно-возвратного движения во вращательное. Один из запатентованных и не примененных им механизмов этого рода, так называемая система солнечно-планетарной передачи, был забыт, но в настоящее время получил применение в связи с изобретением Митчеллем качающихся вкладышей.

Очевидно, что историки техники должны будут ознакомиться не только с исторически осуществленными конструкциями, но и с целым рядом конструкций, не использованных в свое время. Говоря о механике, Маркс указывал, что она, „несмотря на величайшую сложность машин, не обманывается на тот счет, что все они представляют постоянное повторение элементарных механических средств“¹. Дальше он проводил в этом отношении параллель между механикой и технологией. „Точно так же технология, — писал Маркс, — открыла те немногие группы основных форм движения, в которых неизменно движется вся производительная деятельность человеческого тела, как бы разнообразны ни были применяемые инструменты“². Но если технология открывает нам „немногие группы ос-

¹ Маркс, Капитал, т. I, изд. 8-е, стр. 378.

² Там же.

новых форм движения", то, вскрывая эти формы движения в примитивных орудиях предшествующих этапов техники, мы можем вернуться к ним вновь, воплотив их в современных орудиях из современных материалов и снабдив эти совершенные орудия не в пример их историческим образцам современными двигателями.

Взять хотя бы для примера чередование этапов интенсивного и экстенсивного развития техники.

В условиях капитализма процессы экстенсивного и интенсивного развития техники самым непосредственным образом связаны с особенностями капиталистического воспроизводства. Маркс во втором томе „Капитала“ пишет: „таким образом, через известные промежутки времени совершается воспроизводство и притом, если рассматривать его с общественной точки зрения, воспроизводство в расширенном масштабе: расширенном экстенсивно, если расширяется поле производства, расширенном интенсивно, если применяются более действительные средства производства“¹. Характерно в этом отношении следующее. Каждый технический переворот являлся как бы скачком, переходом к более совершенным технологическим методам и приемам. В последующие этапы происходило преимущественно освоение переворота, причем кривая эффективности применения тех или иных новых машин вначале идет резко вверх, а затем выравнивается. Это понижение эффективности есть верный признак подготовки к новому скачку.

Маркс показывает, как чередование этих периодов связано с капиталистическими кризисами, которые производят „естественный отбор“ более действительных средств производства, ведут к обновлению средств производства. Но технические перевороты надо брать не только в их общественной обусловленности, но и в свете тех внутренних противоречий, с которыми связаны изменения конструкций машин. Марксистская история техники должна изучать закономерности этих переворотов, определяющих этапы экстенсивного и интенсивного развития. Для примера возьмем развитие парового котла. Повышение эффективности котельного оборудования после изобретения паровой машины Уаттом идет в основном за счет увеличения поверхности нагрева котла. Усилия конструкторов в первое время были сделаны преимущественно в этом направлении; с теплотехнической точки зрения упор здесь был взят, следовательно, на увеличение теплоотдачи благодаря конвекции. Тепловая энергия, получаемая при сжигании топлива, могла быть использована за счет радиации не больше 5—10%, остальные же 95—90% можно было использовать только за счет конвекции. И когда теплотехника приблизилась к пределу рационального использования конвекционной теплоотдачи, то экономика и техника производства пара заставили добиваться увеличения эффективности котла уже не за счет дальнейшего расширения конвекционной поверхности нагрева, а за счет форсирования съема пара с единицы поверхности. В соответствии с этим упор был взят на усиление теплоотдачи радиацией (переход к экранированию котлов), чему способствовало появление и внедрение угольной пыли в котельную технику. От повышения эффективности котельной установки с помощью увеличения поверхности нагрева при сравнительно незначительном форсировании съема пара с единицы поверхности (экстенсивное развитие) теплотехника стремится теперь к увеличению съема пара с единицы поверхности при относительном уменьшении нагрева (интенсивное развитие).

Нижеследующие цифры численно характеризуют результаты этого развития. Нормальный, неэкранированный котел с поверхностью нагрева порядка 600—1250 м² дает на пылевидном топливе не больше 50—55 кг/м² экранирование котла увеличивает съем пара до 75—100 кг/м² в час, а во

¹ Маркс, Капитал, т. II, стр. 161.

многих установках до 100—150 кг/м² (с единицы поверхности нагрева котла и экрана). Экранный котел, имея поверхность нагрева в 600—750 м², дает 200—250 кг/м² в час.

Но переход к котлам высокой мощности и высокому давлению пара встал в противоречие с системой естественной циркуляции воды; надо было или снижать теплоотдачу, или перейти к принудительной усиленной циркуляции воды, т. е. к осуществлению идеи, предложенной в середине XIX века Серполе, которая в свое время не могла быть реализована ввиду отсутствия в то время достаточных технических средств в руках теплотехников. Теперь же на принципе принудительной циркуляции, т. е. на принципе, предложенном почти 100 лет назад, осуществляются прямоточные котлы, открывающие перед теплотехникой грандиозные перспективы. Достаточно указать, что на опытном прямоточном котле Теплотехнического института, который имел до 3 м² поверхности, съем пара с кипятильных труб достигает 1780 кг/м² в час (при среднем съеме пара с суммарной поверхности нагрева парогенератора — 150—160 кг/м² в час).

Все это ярко демонстрирует скачкообразный характер технического развития. „Благодаря прогрессу промышленности, — указывал Маркс, — в средствах труда обыкновенно совершаются постоянные перевороты“¹.

Однако технический переворот, подготовленный всем ходом предшествующего развития, не может совершаться сам по себе, безотносительно к общественному развитию. Только в условиях социального строя, лишенного капиталистических противоречий, возможна не только полная реализация технических переворотов, но и сознательная подготовка их в будущем, ибо анализ всего предшествующего развития открывает пути будущего технического развития. Это относится не только к отдельным конструкциям и машинам, но и к технологическим процессам отдельных отраслей и к развитию техники в целом. Маркс в 13-й главе I тома „Капитала“ дает блестящую диалектическую картину развития машин. Показав процесс возникновения машин, переход к кооперации однородных машин и затем переход к специализированной кооперации разнородных машин, Маркс указывает на изменения, которые претерпевала сама рабочая машина, пройдя этапы универсальной работы, специализированной работы и возвращаясь опять к универсальной работе в условиях превращения отдельных машин в сложные автоматически действующие агрегаты.

Именно это блестящее умение взять технический прогресс не только в его общественной обусловленности, но и в логике его внутренних технических противоречий, делает учение Маркса о технике непревзойденным образцом диалектического анализа технического развития и помогает понять линию технического развития не только современного, но и будущего общества. Дальнейшая диалектическая разработка истории науки и техники — выполнение завещания Маркса—Ленина — имеет поэтому огромное значение в разрешении практических вопросов технического развития СССР.

По отношению к марксистской истории техники полностью применимы слова Ленина, который сказал, что „социализм Маркса ставит все вопросы на историческую почву не в смысле одного только объяснения прошлого, но и в смысле безобязанного предвидения будущего и смелой практической деятельности, направленной к его осуществлению“. В приложении к истории техники это означает, что если эта новая дисциплина хочет быть действительно научной исторической дисциплиной, она должна вести исторические исследования техники так, чтобы одновременно способствовать наиболее правильному разрешению актуальных технических вопросов, стоящих перед советской страной, а главное, она должна заниматься не

¹ Маркс, Капитал, т. II, стр. 160

объективным описанием отдельных фактов, а по-партийному вскрывать не только развитие техники в условиях антагонистических формаций, предшествовавших социализму, но и противоречивый ход этого развития — влияние общественных формаций на состояние и направление техники и внутреннюю логику технического развития.

Являясь исторической научной дисциплиной, марксистская история техники должна выполнить основное требование, предъявляемое к науке: за разнообразием внешних форм движения не проглядывать того основного, что определяет движение. „Задача науки, — пишет Маркс, — заключается в том, чтобы видимые, выступающие на поверхности явления движения свести к действительно внутреннему движению“. Ту же самую мысль подчеркивал Ленин. „Самое важное... подойти к этому вопросу с точки зрения научной... не забывать основной исторической связи, смотреть на каждый вопрос с точки зрения того, как известное явление в истории возникло, какие главные этапы в своем развитии это явление проходило и с точки зрения этого его развития смотреть, чем данная вещь стала теперь“¹.

Для успешного изучения марксистской истории техники и для успеха ее преподавания необходима большевистская критика допущенных в этом деле ошибок и ликвидация имеющегося здесь места упрощенчества. Бригада МК, а затем и ЦК, обследовавшая преподавание марксистской истории техники в московских вузах, столкнулась с фактами упрощенчества и диалектизаторства в преподавании и с ошибками в программах и пособиях по этому курсу. В большинстве случаев преподавателями марксистской истории техники были недостаточно подготовленные товарищи. Материалы, ими составленные, давали примеры прямой неграмотности, причем на основании некоторых данных можно заключить, что эти явления свойственны и вузам не только Москвы, но и других городов.

Обследование выявило ряд грубейших ошибок, проводимых в преподавании, которые переносились и в немногочисленную литературу, выпущенную по вопросам марксистской истории техники. Так, в программе по марксистской истории техники, выпущенной в 1930 г. Наркомпросом, и в единственной работе, выпущенной бывшим Институтом техники Комкадемии, — „Марксистская история техники как предмет преподавания“, — по существу учение Маркса о происхождении орудий труда отождествляется с идеалистическим учением Каппа. Неверные положения имеются в программе и в трактовке вопроса о ведущем звене, хотя и в программе и в учебнике автор исходит из необходимости бороться против теории узких мест, выдвинутой т. Бухариным. Но в действительности эта борьба ведется автором таким образом, что в конце концов ленинское учение о ведущем звене подменено бухаринской идеей о равнении на узкие места...

В этих книгах смазан и вопрос о борьбе на два фронта в технике. В соответствующем разделе книжки „Марксистская история техники как предмет преподавания“, вместо выявления действительной опасности извращения политики партии в деле технической реконструкции, проведена ничего не говорящая аналогия, и весь смысл борьбы на два фронта сведен к борьбе с так называемым „технизмом“ и „экономизмом“.

Шаг вперед по сравнению с программой, изданной в 1930 г., представляет собой вариант последней программы, в свое время разосланной Наркомпросом на предварительное ознакомление. Новая программа правильно начинает курс марксистской истории техники с высказываний классиков марксизма о технике и ее истории. Второй пункт ее вскрывает диалектику развития производительных сил и производственных отношений эпохи ремесла и мануфактуры и показывает, как создавались технические и теоретические пред-

¹ Ленин, Лекция о государстве, Государство и революция, М. 1930, стр. 9.

посылки к переходу от ремесленной и мануфактурной техники к машинной. Следуя работам Маркса, программа показывает техническое развитие в свете классовой борьбы того периода, а также два пути изживания пережитков мануфактурной техники в условиях капитализма и социализма. История промышленной революции и развития техники этого периода целиком строится на 13-й главе I тома „Капитала“. В конце этого раздела делается интересный по замыслу сравнительный анализ технической реконструкции в СССР и технического переворота XVIII века. Раздел о развитии техники в эпоху расцвета капитализма охватывает металлургию, горное дело, машиностроение, строительное дело и заканчивается освещением расцвета естественных наук. Раздел о технике империализма, включая предварительную характеристику противоречий в развитии производительных сил и производственных отношений этой эпохи, весь построен на рассмотрении этих противоречий. Раздел этот охватывает энергетику, химию, металлургию и машиностроение. Заканчивается он пунктом о современных буржуазных взглядах на технику. Последний раздел посвящен технике реконструктивного периода, путям технического развития СССР.

Несмотря на ряд достоинств, которые имеются в этой новой программе по сравнению со старыми, она все же обладает одновременно рядом серьезных недостатков, не позволяющих положить ее в основу преподавания марксистской истории техники.

Лучше разработаны первые темы (до империализма). Это и понятно, так как они полностью строятся на трудах Маркса, Энгельса, давших развернутую картину развития техники своей эпохи. Очень слаб раздел о технике империализма и всеобщем кризисе капитализма. Несмотря на блестящие прогнозы технических тенденций, ни Маркс, ни Энгельс, естественно, не могли дать развернутой картины развития техники в эпоху монополистического капитализма. Вместе с тем огромный прогресс техники в этот период, размах и глубина технических сдвигов в условиях гибнущего капитализма, переплетение прогресса с моментами технического загнивания — чрезвычайно осложняет анализ развития техники в этот период. В этом разделе программы к тому же недостаточно использованы работы Ленина и Сталина, которые дают нам глубочайшую теоретическую основу для понимания технического развития этих этапов. Так же слабо (больше в плане техники экономического обзора) разработан и последний раздел программы о развитии техники в СССР.

Итак, несмотря на то, что со дня решения пленума ЦК о преподавании марксистской истории техники прошло уже четыре года, в этом отношении сделаны лишь первые шаги. Это показывает и программная работа и те споры, которые ведутся вокруг истории техники. До сих пор нет даже еще единства взглядов в вопросе об основных принципах построения курса. Ярче всего это проявилось при обсуждении результатов последнего обследования преподавания марксистской истории техники в московских вузах. Выступая против наиболее распространенной формы преподавания марксистской истории техники в наших вузах, сводящейся к изложению высказываний классиков марксизма о технике, некоторые товарищи требовали, чтобы весь курс марксистской истории техники был сведен к конкретным изобретениям и к анализу их в связи с состоянием производительных сил и производственных отношений той или иной эпохи.

Тов. Милонов например, в своих соображениях о постановке преподавания марксистской истории техники во вузах формулировал задачи курса следующим образом: „задача курса марксистской истории техники — вооружить будущего инженера пониманием того, как возникают и как решаются конкретные технические задачи... предметом изучения должны быть конкретные изобретения... при анализе каждого конкретного изобретения особенное

внимание надо уделить развитию его технологического принципа и конструктивного оформления..." В тезисах т. Милонова ярче всего сказалась попытка свести все вопросы истории техники к вещественной их основе. Правильно выступая против товарищей, ограничивающихся в преподавании истории техники разговорами по поводу техники, против товарищей, отказавшихся от глубокого и разностороннего изучения „костно-мышечной системы производства“ на разных исторических этапах, т. Милонов одновременно допускал одностороннее трактование задач курса. Это создавало угрозу свести курс марксистской истории техники на позиции буржуазных эклектиков, дающих в курсе истории техники описание отдельных изобретений без выявления и изучения связи этих изобретений с производительными силами человеческого общества и производственными отношениями, в которых развивалась вся трудовая деятельность, без изучения связи этих изобретений с идеологией, оказывавшей большое влияние на конкретный исторический ход технического развития.

Диаметрально противоположную позицию занял т. Мишулин. Критикуя попытку свести историю техники к истории машин, как таковых, к истории их конструкций, т. Мишулин подчеркивал социально-экономический аспект марксистской истории техники и все дело сводил к вопросу о социально-экономической обусловленности технического развития. „Для примера, — пишет он, — нам нужно изучать в курсе марксистской истории техники не технические условия получения стали по способу Бессемера (это дается в курсе металлургии железа, — подменить металлурга так же не должен историк техники, как он и не способен это сделать), а те сдвиги в экономике Европы, которое вызвали переход от пудлингования к способу Бессемера или, наконец, от бессемеровского способа получения стали к печам Мартена и электрометаллургии“.

В этом примере ярче всего проявляется нежелание определенной части работников по истории техники заняться изучением техники, как таковой, изучением „костно-мышечной системы производства“. Отсюда и попытка разграничения „сфер влияния“. Марксистская история техники, дескать, сама по себе (это, мол, дело социально-экономических наук), а технические дисциплины сами по себе (она, очевидно, никакого отношения к марксизму не имеют и иметь не могут). Именно к этому сводится по существу специальный пункт тезисов т. Мишулина, где он пишет: „В построении курса в таком плане есть большая опасность допустить уклон в техницизм при изложении материала. Наконец, история техники, если только строится по-марксистски, не способна и не должна подменять собой какой-либо технический предмет и дисциплину. Опыт работ показал, что претензия социально-экономического курса, каким является марксистская история техники, подменить техническую дисциплину вызывает только заслуженную улыбку даже у студента первого курса, который едва успел прослушать машиноведение или курс деталей машин, не говоря уже о том, что такое построение не выдерживает марксистской критики“. Взяв исходным положением разграничение социально-экономических дисциплин (к каким-де относится история техники) от дисциплин технических, противопоставив эти дисциплины друг другу, т. Мишулин объективно пришел к теории „полочек“, на одной из которых расположился курс истории техники, находящийся в содружестве с марксизмом, а другой — технические дисциплины, никакого отношения к марксизму не имеющие.

Если попытки свести историю техники к изучению конкретных изобретений ведут объективно к вульгарному описанию отдельных конструкций машин, то выхолащивание технического содержания курса истории техники создает почву для всевозможных спекулятивных и произвольных построений.

В свете всего сказанного нами в начале статьи должно быть ясно, что ни изучение одних только конкретных машин, ни изучение общественных опосредствований техники, при котором отбрасывается изучение техники, как таковой, не может привести к созданию подлинно марксистской истории техники.

Как же быть? Не слишком ли велики стоящие здесь задачи и можно ли при их сложности сразу приступить к введению истории техники во втузах? Не лучше ли подождать несколько лет, пока будут сделаны капитальные работы в этой области, которые позволят „на всем готовом“ поставить преподавание истории техники?

Такая постановка вопроса была бы неверной и до бесконечности затянула бы создание марксистской истории техники. История техники должна быть создана в процессе научной и педагогической работы. Но надо четко наметить себе этапы создавания этой дисциплины. Первый этап — собирание, изучение и систематика высказываний Маркса, Энгельса, Ленина, Сталина о технике и ее истории. Здесь за время с 1929 по 1933 г., несмотря на отдельные ошибки в научной и особенно в преподавательской работе, многое уже сделано. Во всем величии рисуются уже теперь контуры марксистской теории и истории техники. Но и в этой области еще многое предстоит сделать, особенно после опубликования научного наследства Маркса, в том числе и его записок и конспектов по технике. Второй этап связан с серьезным поворотом историков техники к изучению фактов технического развития. Это изучение должно вестись и по первоисточникам (преимущественно в Институте истории науки и техники при Академии наук) и по классическим буржуазным работам. Только изучение фактов, критический анализ буржуазных теорий технического развития может привести к сознанию общей истории техники. Но прежде чем создать общую критическую историю технологии, необходимо систематически изучить и научно обобщить историю отдельных отраслей техники. Разумеется, изучение отдельных отраслей необходимо вести, учитывая общий ход технического развития и в разрезе общественной обусловленности техники. Марксистский анализ развития отдельных отраслей техники, связанный с глубоким изучением современных технических проблем, — вот тот путь, который по выражению Г. М. Кржижановского, приведет советских историков техники к созданию истории труда в широком смысле слова.

Но где гарантия того, что, идя таким путем, исследователи не потонут в огромном количестве исторического материала, не сделаются рабами этого материала и сумеют подняться до обобщений, вскрывающих закономерности технического развития и показывающих, какой опыт предшествующего может быть использован при разрешении современных технических проблем? Гарантия эта заключается в том, что в руках советских историков техники имеется такое мощное оружие, как марксистско-ленинская методология и учение классиков марксизма о технике.

Исходя из этого, по отраслевому принципу должен быть построен и курс марксистской истории техники во втузах, причем изложение истории техники должно быть дано по общественным формациям. Техническое развитие каждой общественной формации базируется на общем уровне и характере производительных сил и производственных отношений. Необходимо поэтому вскрыть те специфические требования, которые предъявляются к данной отрасли со стороны общества, дать характеристику общественных движущих сил технического развития в данной формации и проследить действие этих сил на примере данной отрасли техники. Далее необходимо проанализировать отдельные этапы технического развития данной отрасли, связанные с возникновением, расцветом и гибелью данной классовой общественной формации, проанализировать технологические приемы и

методы и их естественно-научную основу, независимо от того, сознавали ли люди о существовании этой основы или они находили технологические приемы эмпирически.

Наконец, необходимо показать, как развитие данной отрасли техники в свою очередь способствовало формированию науки и как развитие естествознания и техники способствовало возникновению материалистического мировоззрения.

Характер курса марксистской истории техники, его смежное положение на стыке наук технических и социально-экономических определяет и объем тех знаний, которые должен получать студент втуза, прослушав этот курс.

Давая исторический анализ развития техники данной отрасли, курс не только восстанавливает сумму исторических знаний в области социально-экономических дисциплин, которую студент получил в своей предшествующей учебе в средней школе, но и расширяет эти знания, связывая политическую и хозяйственную историю с историей техники.

Вскрывая научные основы техники данной отрасли на всех исторических этапах развития человеческого общества, курс показывает формирование целого ряда прикладных наук и естествознания в целом, исторически подводя сознание будущих инженеров к научному обоснованию современной техники данной отрасли.

Теоретически обобщая этапы технического развития, беря это техническое развитие в его исторической общественной обусловленности, взаимозависимости техники и науки и т. д., курс в новом разрезе мобилизует и расширяет знания студентов в области политической экономии, диалектического материализма, способствуя выковыванию марксистско-ленинского мировоззрения.

Огромный интерес, который обнаруживается к марксистской истории техники, интерес к диалектике технического развития — одна из характерных черт в настроениях советской технической интеллигенции на данном этапе. Это и понятно. За последнее время все больше реализуются указания т. Сталина о создании рабочим классом собственной производственно-технической интеллигенции. Эти новые кадры, приходя на стройки, заводы и фабрики, в проектирующие организации, в научно-исследовательские институты, приносят с собою не только стремление к освоению общетехнических наук, но и стремление углубить свои социально-политические и общеметодологические знания. Изменились также и настроения части старой технической интеллигенции. Знакомясь с учением Маркса, Энгельса, Ленина, действенность и сила которого так блестяще подтверждается строительством социализма в СССР на фоне растущего кризиса капиталистических стран, большинство старых технических и научных кадров хочет подвести фундамент под свое новое мировоззрение, неразрывно связывающее их с делом пролетариата, с делом создания нового общества, активными строителями которого они являются. И у этой части технической интеллигенции поэтому также проявляется значительный интерес к марксистской истории техники.

Сказанным, однако, не исчерпываются причины усиления интереса к марксистско-ленинской методологии со стороны технических и научных кругов. Громадные по объему и размаху технические задачи первой и особенно второй пятилетки, принципиально иная, чем в капиталистических странах, постановка технических проблем характеризуют крайнюю динамичность и разносторонность технического развития. У технической интеллигенции в связи с этим появляется необходимость привести свое мышление в соответствие с этим противоречивым ходом технической реконструкции; с диалектикой этого действительного развития, необходимость научиться разносторонне оценивать и определять отдельные проблемы технической реконструкции.

Опыт, накопленный поколениями технической интеллигенции, на данном этапе оказывается уже недостаточным. Ряд технических проблем приходится решать с иных принципиальных позиций, чем те, с которых их приходилось решать прежде, — и с точки зрения последних достижений науки и техники и с точки зрения новых социальных условий. Условия труда, которые приходится особенно учитывать при разрешении тех или иных технических проблем, непрерывная рабочая неделя, круглосуточная работа, новые темпы и масштабы производства, все больший переход от изолированного предприятия к комбинату и т. д., — все это не может не толкать техническую интеллигенцию к усвоению мировоззрения, наиболее полно обеспечивающего понимание и охват действительности.

Вопрос об овладении методом диалектического материализма, о создании у строителей материальных основ новой эпохи мировоззрения, адекватного ей, играет решающую роль в связи с тем, что социализм открывает необозримые перспективы для технической инициативы и технического творчества, создавая громадные предпосылки для наиболее полного осуществления сознательно поставленной технической цели. Осуществление крупнейших технических мероприятий, связанных „с развернутой технической реконструкцией всего народного хозяйства“, требует, наряду с правильным пониманием связей и отношений отдельных технических проблем с общими проблемами технического и социального строительства и научного предвидения технических сдвигов в различных областях, предвидения возможных взаимных влияний этих сдвигов, — короче, предвидения тех качественных изменений, в условиях которых придется решать технические проблемы ближайшего будущего.

К сожалению, до сих пор с применением метода диалектического материализма в технической и научно-исследовательской работе так же, как и с разработкой методических основ истории техники, дело обстоит весьма неудовлетворительно. Здесь больше всего проявляется подмена действительной научной работы схоластической фразеологией. Один из старейших советских работников по истории техники в „младогегелианский“ период своего развития, относящийся к 1931—1932 гг., следующим образом вскрывал диалектику строительного дела в одной из всех лекций:

„Возьмем, например, развитие балки. Развитие балки есть взаимоотношение и борьба таких связанных в одно целое, воедино, но противоположных качеств, как собственный ее вес и полезная нагрузка“. Закон единства противоположностей для балки формулировался так: „Железобетонная балка есть железо и бетон, и здесь отдельное звено выступает как общее. И железо и бетон и здесь входят в общее в железобетонной балке. Одно — одними свойствами, другое — другими. Железо — только сопротивлением на растяжение, бетон — только сопротивлением на сжатие. Так же неполно входит железобетонная балка в железо и бетон, и самая железобетонная балка неполно входит в общее, т. е. во все здание, а это только несущая конструкция, и важны поэтому только те свойства, которые имеют значение для выполнения этой технической роли, т. е. действия на сжатие и растяжение“.

Этот пример достаточно ясно характеризует неумение выявить действительный ход технического развития на основе анализа исторического материала и стремление загнать реальную жизнь в надуманную логическую схему. Никчемность и пустота подобных построений выясняются при первом легком прикосновении жизни к этим схемам.

Для иллюстрации остановимся на этой же проблеме железобетона, чрезвычайно актуальной для нашего строительства. На страницах нашей технической печати обсуждался вопрос о применении железобетона вместо дефицитного железа в строительстве металлургических заводов. Спрашивается, как помогло практическому выяснению этого вопроса только что

цитировавшееся выступление, в котором вскрывались противоречия в железобетоне и устанавливалось единство противоположностей, создаваемых различными свойствами железобетона.

Инженеры, участвовавшие в обсуждении вопроса о применении железобетона в металлургии, приняли во внимание целый ряд свойств железобетона и все многообразие условий, которые имеются на металлургическом заводе (воздухопроницаемость железобетона при выяснении пригодности его для кауперов, чувствительность его к колебаниям в прокатных цехах и т. д.). И хотя многие из них может быть никогда даже не читали философских работ Маркса, Энгельса и Ленина, они обнаружили большее стихийное понимание диалектики в технике и умение правильное ее применять, чем марксистски образованный лектор, абстрактно и без достаточной технической подготовки рассуждавший о железобетоне.

Возьмем другой пример — вопрос о путях развития машины. Маркс дал блестящую схему развития машины в 13-й главе I тома „Капитала“ — схему, которая подтверждается всем ходом технического развития до настоящего времени. Маркс вскрыл диалектику развития машины, показав, как простой станок переходит к сложному, универсальному станку, а последний к специализированному станку в рамках автоматической системы машин. Схема Маркса была продуктом громаднейшей работы, глубочайших исследований. У нас же при обсуждении вопросов о развитии машины товарищи обыкновенно занимаются лишь бесконечными спорами о социалистическом и капиталистическом существе машин, вместо того чтобы изучать опыты социалистического строительства, пользуясь методом диалектического материализма, и таким путем вскрыть действительно актуальные вопросы машиностроения. Товарищи, специально занимающиеся применением диалектики в технике, этого не могли сделать, а вот мастер Краснопресненского завода т. Гуров сумел перейти от частных вопросов, от обсуждения конструкции станка ДИП, к общим проблемам, сумел, исходя из ознакомления со станком ДИП, предметно поставить вопрос об элементах и характере социалистической машины вообще. Он ясно показал, что целый ряд особенностей усовершенствованного иностранного станка является продуктом специфических условий капиталистической действительности и что в условиях широко проводимой специализации в СССР большее значение будут иметь не универсальные, а специализированные станки. Общественный суд над станком ДИП, собравший в свое время свыше 750 инженеров, рабочих и хозяйственников, не только выяснил характер и условия применения этого конкретного станка на наших заводах, но и очень глубоко сформулировал общую линию советского станкостроения (переход от универсальных к специальным станкам, кооперирование, стандартизация узлов и деталей и т. д.).

Эти примеры, казалось бы, позволяют сделать тот вывод, что никакого специального изучения вопросов материалистической диалектики в технике не нужно, поскольку передовые товарищи стихийно мыслят диалектически при разрешении отдельных конкретных вопросов. Такой вывод, разумеется, был бы неправильным. Применение метода материалистической диалектики в технике при разработке отдельных технических проблем, — если это сделано действительно по-большевистски, если теория и практика будут здесь глубочайшим образом увязаны, обеспечат особенно успешное разрешение вопросов технической реконструкции СССР. Здесь дело должно заключаться не в том, чтобы при разработке отдельных вопросов или при изложении хода технического развития вскрывались диалектические переходы, а в том, чтобы этому изложению всегда предшествовала большая исследовательская работа, и только в результате такой работы сможет быть вскрыт действительный, объективный диалектический ход технического развития. Касаясь метода диалектического материализма, Маркс в предисловии к

первому тому „Капитала“ пишет: „Конечно, способ изложения не может с формальной стороны не отличаться от способа исследования. Исследование должно детально освоиться с материалом проанализировать различные формы его развития, проследить их внутреннюю связь. Лишь после того, как эта работа закончена, может быть надлежащим образом изложено действительное движение“¹.

Вот этого-то основательного освоения материала как раз и не имеется у ряда товарищей, смело выступающих по вопросам диалектики в технике.

Борясь всемерно за большевистское осуществление задач, сформулированных т. Сталиным в 1929 г., — о ликвидации разрыва между теоретической и практической работой, необходимо вместе с тем вести борьбу против упрощенного понимания связи теории и практики, против подмены действительной теоретической работы робкими рассуждениями о конкретных явлениях социалистической действительности, против игры марксистскими словечками, против механического приклеивания марксистских ярлыков, против цитатмастерства, против упрощенчества, к чему призывал в свое время т. Стецкий.

При теоретическом осмысливании технических проблем у нас далеко еще не изжито цитатное изучение произведений основоположников марксизма. Секция истории и методологии техники бывшего Института техники и технической политики потратила около 20 000 рублей на громадную работу по составлению указателя высказываний Маркса, Энгельса и Ленина о технике. Работа была произведена группой студентов, которые по тощей инструкции, руководствуясь формальными признаками (наличием того или иного слова), составляли указатель, в котором при первой же проверке обнаружены были прямо-таки непревзойденные образцы искажения мыслей Маркса и Энгельса. По тому же формальному признаку наличия того или иного слова (независимо от того, в собственном или переносном значении употреблялось это слово, независимо от общего контекста и т. д.) составлялись и другие хрестоматии. Такова, например, хрестоматия „Маркс, Энгельс о лесе и лесном хозяйстве“, составленная в том же Институте техники (к счастью, не увидевшая света) и изобилующая курьезами, доказывающими наивные представления автора и его руководителей о задачах действительного изучения произведений Маркса и Энгельса. Достаточно привести следующий отрывок из этой хрестоматии, являющийся, по мнению автора, одним из высказываний Маркса „о лесе и лесном хозяйстве“, а на самом деле содержащий в себе критику филантропов и филантропии: „Блаженство филантропов не знало бы границ, если бы они могли наслаждаться без помех. Увы, об этом не может быть и речи. Один филантроп, имея в своих заповедных лесах в изобилии дичь, гордясь и радуясь этому, должен часто переживать неприятности от того, что какие-то простолудины, по большей части в отрешках, убивают его лучших козюль, оленей, зайцев и т. д.“.

Разумеется, мы вовсе не выступаем за прекращение работы по систематизации высказываний основоположников марксизма по тем или иным областям. Но нужно, чтобы такая систематизация проводилась не на основе формальных признаков, а на основе глубокого изучения работ основоположников марксизма и того конкретного исторического материала, которым пользовались Маркс и Энгельс.

Надо дать резкий отпор всем, кто думает, что действительный марксизм состоит в употреблении как можно большего количества цитат из Маркса. Достаточно вспомнить, как издевался Ленин над таким пониманием марксизма в заметке — „Некритическая критика“, написанной по поводу

¹ Маркс, Капитал, т. I, изд. 8-е, стр. XXII.

статьи П. Скворцова, критикующей „Развитие капитализма в России“. „Ясно только, — пишет Ленин, — что мой смертный грех состоит в „вольном переводе“ или — должно быть — в том, что я излагаю Маркса „своими словами“, как выражается г. Скворцов в другом месте статьи (2287). Подумайте только! Излагает Маркса „своими словами“! „Настоящий“ марксизм состоит в том, чтобы выучить „Капитал“ наизусть и цитировать его кстати... и некстати...“¹. Часто удачно подобранными цитатами авторы стараются скрыть свое прямое невежество, и в результате получается, что там, где они начинают развивать „свои мысли“, мы имеем перлы действительного упрощенчества.

Можно было бы привести целый ряд примеров явного упрощенчества на различных участках теоретического фронта, примеров догматизирования материалистической диалектики. Между тем именно основоположники марксизма больше всего боролись против формального понимания марксизма, против превращения его в догму. Ленин постоянно подчеркивал бессодержательность и пустоту игры в словесные бирюльки, указывая, что Гегель „требуется логики, в коей формы были бы содержательными формами, формами живого реального содержания“². Ленин постоянно в своих работах подчеркивал мысль Гегеля о том, что „безразличные формы“, оторванные от содержания, „могут быть орудиями ошибки и софистики“³.

На то же самое неоднократно указывали Маркс и Энгельс. Так, Энгельс в письме к Конраду Шмидту от 5 августа 1890 г. пишет: „Материалистическое понимание истории имеет теперь множество таких друзей, для которых оно является предлогом не изучать истории“⁴. Там же Энгельс резко бичует фразеологию этих „друзей“ исторического материализма, указывая, что можно все превратить в фразу, и призывает молодое поколение заняться действительным изучением истории, собиранием фактов и изучением их. В ряде других писем Энгельс снова и снова подчеркивает необходимость конкретного анализа исторического процесса, указывая, что без этого „применять теорию к любому историческому периоду было бы легче, чем решать самое простое уравнение первой степени“⁵.

Маркс, Энгельс и Ленин сами давали яркие примеры того, как нужно подходить к исследованию, проделывая конкретный анализ фактического материала (вспомним хотя бы работы Ленина „Развитие капитализма в России“ и др.).

Именно эта задача и стоит сейчас перед советскими историками техники, пытающимися теоретически обобщить громадный опыт технического развития всего человечества и в том числе опыт создания материальной базы социалистического общества.

Применение диалектического материализма к вопросам техники должно начинаться с глубочайшего изучения громадного опыта технического развития СССР, должно преследовать на первых порах цели выявления особенностей технического развития в условиях СССР по сравнению с техническим развитием капиталистических стран.

Дальнейшие исследования, развивающие и углубляющие разработку общих проблем технического развития в условиях СССР, должны выявить особенности развития техники во второй пятилетке в связи с целым рядом характерных для социалистической действительности моментов (непрерывка, круглосуточная работа, влияние темпов и масштабов производства, влияние комбинирования на характер производства, строительства

¹ Ленин, Сочинения, т. III, стр. 508.

² Ленинский сборник IX, изд. 2-е, стр. 21.

³ Там же, стр. 25.

⁴ Маркс—Энгельс, Письма, стр. 371.

⁵ Там же, стр. 375.

и проектирования, а также на характер конструкции отдельных машин). В процессе этой работы будет выковано умение правильно сочетать методы индуктивного и дедуктивного исследования, умение сочетать научную догадку, основанную на изучении технического развития в целом и развития отдельных областей техники, со всем богатством конкретной эмпирики технического строительства. Только так мы можем подготовиться к разработке наиболее общих вопросов применения диалектического материализма в области техники и в области научно-исследовательских работ и показать те особенные закономерности, которые в отличие от закономерностей, присущих другим явлениям общественной жизни, действительны только для явлений технического развития.

Проблема турбины внутреннего сгорания

(Историческое освещение)

„Познания человека не есть.. прямая линия, а кривая линия, бесконечно приближающаяся к ряду кругов, к спирали“.

Ленин, К вопросу о диалектике
(Ленинский сборник XII, стр. 326).

I

Уже в древних азиатских и античных рабовладельческих обществах начинают появляться двигатели, приводимые в действие животными¹, человеком² и водой (водяные двигатели)³. И только примерно в XIV веке получают распространение стационарные ветряные двигатели, хотя первые случаи их создания отмечены значительно раньше⁴.

Несмотря на все разнообразие конструктивного оформления двигателей, спорадически применявшихся еще в докапиталистическом производстве, можно установить, что ведущим началом для всех первых механических двигателей является ротационная форма (гидравлические колеса и ветряные двигатели)⁵.

Первые попытки создания тепловых двигателей конструктивно оформляются также в виде двигателей, работающих по принципу ротации. Таковы общеизвестные приборы Герона⁶ и Бранка⁷. Таковы и прототипы газовых

¹ Появление первых двигателей в рабовладельческих обществах связано с проблемой орошения. Это можно наблюдать на примере хотя бы древнеегипетских саккие, применявшихся в долине Нила тысячи лет тому назад и применяющихся там до сих пор.

См. Klünzinger, Bilder aus Oberägypten, der Wüste und dem Roten Meere, 1887, S. 133; Max Eyth, Das Wasser im alten u. neuen Aegypten. Lebendige Kräfte, 1924, S. 23—71; C. Merckel, Ingenieurtechnik im Altertum, 1889, S. 28 и др.; A. Neuburger, Die Technik des Altertums, Leipzig 1919, S. 220—221.

² Филон, Pneumatica, Paris, 1902, p. 202; Витрувий, De architectura, кн. X, гл. 4, 1—2; Neuburger, ibid., S. 221.

³ Витрувий, De architectura, кн. X, гл. 5; Страбон, Geographica, XII, гл. 3, 30.

⁴ W. Schmidt, Heronis von Alexandria Druckwerke und Automatentheater, Leipzig, 1889, т. I, стр. 20 (описан ветряной орган); I. Kemble, Codex diplom. aevi saxonici, 1845, т. I, стр. 306 (о ветряной мельнице, 833); I. Mabillon, Annales ordinis Benedicti, Paris 1713, т. V, стр. 474 (о постройке ветряной мельницы в 1105 г. и мн. др.).

⁵ Это, конечно, не исключает попыток создания конструкций с прямолинейно-возвратными движениями. Таковы, например, некоторые педальные конструкции в азиатских обществах, водоподъемники типа шадуфа и т. д.

C. Merckel, Ingenieurtechnik im Altertum, 1889, стр. 32—33; W. Schmidt, Heronis von Alexandria Druckwerke, 1889, т. I, стр. 176; Jacob Leupold, Theatrum machinarum hydraulicarum, I, Leipzig 1724 и т. д.

⁶ W. Schmidt, Heronis von Alexandria Druckwerke 1889, т. I, S. 230—221.

⁷ Giovanni Branca, Le machine, Roma 1629, p. 25.

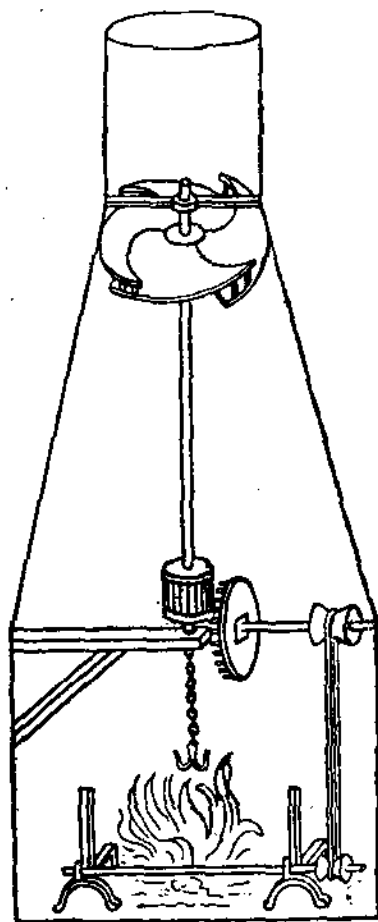


Рис. 1. Механический вертел Леонардо да-Винчи, приводимый в движение колесом, помещающимся в дымовой трубе

турбин — колеса, вращающие вертел, приводимые в движение горячими печными газами. Мы находим их описание в ряде западноевропейских технических трактатов (Bratenweder, Warmluftturbine Rauchhansel). Такой механический вертел описывается в так называемом Codex atlanticus Леонардо да-Винчи (1452 — 1519) (см. рис. 1). А Якоб де-Страда в своем известном трактате, на основании эскиза Леонардо да-Винчи, дал чертежи вертела, приводимого в движение дымом¹.

В борове печи помещено колесо с лопастями, являющееся прототипом газовой турбины. Вертикальный вал этого колеса через вспомогательный вал и канатную передачу передает движение горизонтальному вертелу.

Под чертежом находится надпись Леонардо: „Это подходящий способ жарить мясо, так как жаркое (вертел) вращается медленнее или быстрее в зависимости от того, слабее или сильнее огонь“.

К сожалению, мы не имеем сведений о том, был ли практически осуществлен проект этой „дымовой машины“, являющейся одним из древнейших проектов этого рода.

Леонардо сообщает в Codex atlanticus также ряд других соображений по вопросу о превращении тепловой энергии в механическую².

Описание различных механических вертелов встречается также и у многих других авторов того времени. (Например, описание „дымовой машины“, оставленное нам Виторио Цонка³.)

Приведенные примеры показывают, что в последнее столетие, предшествовавшее промышленному перевороту XVIII века, были уже достаточно известны проекты простейших механических приспособлений, осно-

ванных на использовании печных газов. Но все эти проекты были подчинены крайне узкой цели — приготовлению при помощи вертела определенного рода пищи.

Такого же типа конструкции мы встречаем в трудах позднейших механиков. В своем „Theatrum machinarum“ Лейпольд дает чертежи механического вертела, соответствующего описанному Леонардо да-Винчи⁴. Прототипом газовой турбины может еще служить огненное колесо Бранка, предназначенное для работы штамповальных валцов⁵. Рабочее колесо своей установки Бранка поместил в трубе кузнечного горна, для того чтобы приводить его в движение горячими газами, идущими от кузнечного горна (рис. 2).

¹ Jacob de Strada, Künstliche Abrisse allerhand Wasser-, Wind-, Fuss- und Handmühlen etc., 1618, Frankfurt; Th. Beck, Beiträge zur Geschichte d. Maschinenbaues, 1900, S. 532.

² F. Feldhaus, Leonardo als Techniker u. Erfinder, Jena 1922, S. 87—90.

³ Vittorio Zonca, Novo Teatro di Machine et Edifici, Padua, 1807, p. 81.

⁴ Jacob Leupold, Theatrum machinarum hydraulicarum, Leipzig 1724.

⁵ Giovanni Branca, Le machine, Roma, 1629, p. 2.



Рис. 2. Проект установки, использующей горячие газы кузнечного горна для вращения огненного колеса (I), приводящего в движение, при помощи системы зубчатых передач, валцы для чеканки монет из золота, серебра, меди.

Итак, еще в докапиталистическом обществе были сделаны попытки создать первичные ротационные двигатели, работающие на основе использования следующих источников энергии:

1. Мускульная энергия животных.
2. Падение воды.
3. Ветер.
4. Пар.
5. Газ.

Только первые три из них были практически осуществлены в докапиталистическом производстве, причем из этих трех в эпоху мануфактуры водяной двигатель является господствующим.

Лишь в конце XIX века созрели технико-экономические предпосылки для создания парового ротационного двигателя — паровой турбины. Однако внедрение газовой турбины в производство даже в наши дни остается для капиталистической техники непосильной задачей.

Сперва движущая сила пара была использована, по меткому определению Маркса¹, только для создания „простой подъемной машины для воды и соляного раствора“.

Вначале это был по существу всего лишь паровой насос, приспособленный только для подъема жидкостей. Первые попытки создать такой насос были осуществлены еще в XVII веке Джамбатиста делла-Порта², Соломоном де-Ко³, Давидом Рамзеем⁴, Эдвардом Сомерсетом Ворчестером⁵, и Денисом Папином⁶.

Параллельно с использованием пара пытаются еще в конце XVII века создать двигатели, работающие путем применения взрывчатых веществ. В 1678 г. аббат Готфейль предложил производить взрывы пороха в замкнутом сосуде с клапанами, используя затем для засасывания и подъема воды разреженное пространство, образующееся после охлаждения продуктов сгорания⁷. В 1680 г. Гюйгенс предложил тот же принцип, но применил другую конструкцию — цилиндр с подвижным поршнем⁸.

В 1682 г. тот же Готфейль снова предлагает использовать взрывную силу пороха по принципу прямодействующего газового двигателя⁹. Но все эти, как и другие аналогичные, попытки не получают развития вплоть до второй половины XIX века. Практическое применение в начале XVIII века получают только „огнедействующие“ паровые машины Севери¹⁰ и Ньюкомена¹¹, над усовершенствованием которых работало в XVIII веке много изобретателей¹².

Во всех этих машинах энергия пара для получения механической работы непосредственно не использовалась. Пар использовался только для получения разреженного пространства. Движение передавалось от поршня при помощи гибкой связи (цепи, канаты) и балансира. В таком виде машины могли вызвать лишь прямолинейные движения рабочей части, т. е. прямолинейные движения штанги водоподъемного насоса.

Машинное производство, впервые созданное промышленным капитализмом, вызвало к жизни двигатель нового качества.

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, 1932, стр. 283.

² Giambattista della Porta, Pneumaticarum, libri III, Neapol 1601.

³ Salomon de Caus, Les raisons de forces mouvantes avec diverses machines, Frankfurt am Main, 1615, p. 4.

⁴ Английский патент № 50 от 21 января 1630 г., выданный на предмет „to raise water from low pits by fire“ (подъем воды из глубоких шахт при помощи огня).

⁵ Worcester. A century of the names and scantlings of such inventions as at present can call to mind to have tried and perfected etc, London 1683.

⁶ Acta eruditorum, 1688, p. 497; 1690, p. 410; D. Papin, Traité de plusieurs nouvelles machines et inventions extraordinaires sur différents sujets, Paris 1698.

⁷ R. Schöttler, Die Gasmachine, 1902, S. 3.

⁸ Ibid., S. 4.

⁹ Ibid., S. 4.

¹⁰ Th. Savery, The miners friend of an engine to raise water by fire, London, 1702. Патент № 358 на свою машину Севери получил еще 25 июля 1698 г.

¹¹ C. Matschoss, Die Entwicklung d. Dampfmaschine, т. I, S. 303—305.

¹² Машина Севери была значительно усовершенствована (I. T. Desaguliers, Cours de physique experimentale, Paris, т. II, 1751, p. 586—573, pl. 4) и сохранялась в производстве еще в начале XIX века в виде машины, усовершенствованной Понтифексом (Г. Ж. 1826, кн. X, стр. 82—85). О работе над усовершенствованием машины Ньюкомена см. C. Matschoss, указ. труд, т. I, стр. 308.

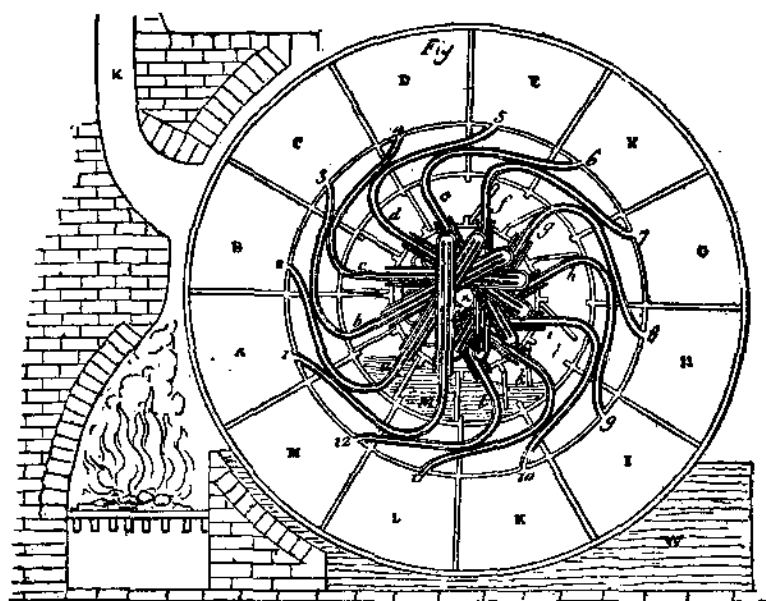


Рис. 3. „Огненное колесо“ Амонтона 1699 г. (п. Стюарту)

„Создание рабочих машин, — говорит Маркс, — и выдвинуло необходимость революционизирующей паровой машины“¹.

Усилия по линии конструктивного оформления нового двигателя шли двумя путями: 1) попытки создать ротационный двигатель и 2) попытки создать поршневой двигатель, с превращением прямолинейных возвратных движений поршня во вращательное движение рабочего органа.

В двух направлениях велась работа и по оформлению самого термодинамического цикла: 1) непосредственное превращение в самом двигателе тепловой энергии в механическую и 2) использование пара для получения механической энергии.

Кроме упомянутых конструкций Бранка, в XVII веке был предложен ротационный паровой двигатель Гарсдорфером². В 1699 г. выступал с проектом „огненного колеса“ Амонтон³ (рис. 3). Над созданием ротационного парового двигателя работал Джеймс Уатт⁴ (рис. 4), Мурдох (рис. 5), Горнбловер и ряд других современников, а часто и конкурентов Уатта⁵.

Однако задача создать ротационный тепловой двигатель оказалась непосильной для техники того времени. Был создан только поршневой паровой двигатель двойного действия, по конструкции рожденный из обычного поршневого насоса, изобретенного за тысячи лет до парового двигателя⁶.

Именно об этом двигателе Маркс писал:

„Только с изобретением второй машины Уатта, так называемой машины двойного действия, был найден первый мотор, который, потребляя уголь и воду, сам производит двигательную силу и действия которого находятся

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, 1932, стр. 283

² Harßdörfer, Erquickstundem, т. III, Nürnberg 1692, S. 498.

³ Сведения о „Roue à feu“ Амонтона опубликованы в „Mémoires de l'Académie des sciences“, 1699, см. также Jacob Leupold, Theatrum machinarum hydraulicarum, Leipzig 1724, табл. 5, рис. 2.

⁴ Патент Уатта 1769 г. пункт V. См. также H. Dickinson and K. Jenkins, James Watt and the steam engine, Oxford, 1927, 102, 145—146.

⁵ Stuart, Histoire descriptive de la machine à vapeur, Paris, 1827, p. 238, 303—305 и мн. др.

⁶ W. Schmidt, Heronis von Alexandria Druckwerke, I, Leipzig 1899, S. 133; Th. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 14.

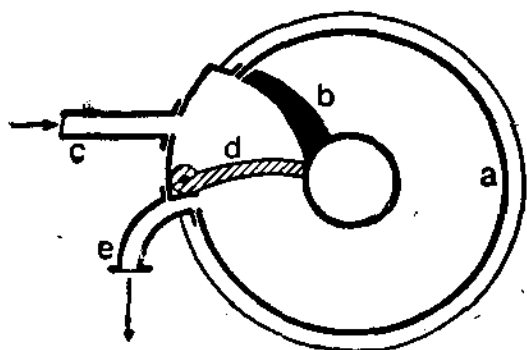


Рис. 4. Ротационная паровая машина по чертежу в патенте Джеймса Уатта (1782 г.)

всего под контролем человека. Двигатель и само средство передвижения; он позволяет концентрировать производство в городах, вместо того чтобы рассеивать его в деревне. Наконец, он универсален по своему техническому применению и сравнительно мало зависит в своем местопребывании от тех или иных локальных условий. Великий гений Уатта обнаруживается в том, что патент, взятый им в апреле 1784 г., давая описание паровой машины, изображает ее не как изобретение лишь для особых целей,

но как универсальный двигатель крупной промышленности¹.

В этой характеристике Маркса исчерпывающе оценены качества нового парового двигателя, определившие его революционную роль на пути создания крупной машинной индустрии².

Одновременно продолжают попытки создать ротационные двигатели, непосредственно превращающие тепловую энергию в механическую. Так, например, в 1791 г. Барбер предложил конструкцию, действующую по принципу газовой турбины³. Газ для работы, получаемый перегонкой твердого или жидкого топлива должен был подаваться в специальную камеру сгорания, откуда продукты сгорания струей направлялись с огромной скоростью на рабочие лопатки колеса. Для снижения температуры газовой струи в рабочую камеру должна была вбрызгиваться вода.

По существу в этом проекте уже было дано решение, свойственное большинству современных газовых турбин. Но это была только принципиальная схема, которая ждала практического осуществления больше столетия. Металлообрабатывающая промышленность конца XVIII века была еще недостаточно вооружена для создания даже подобия газовой турбины. Когда через 100 лет строили паровые турбины, которые несравненно проще газовых, с их большими скоростями истечения раскаленных газов, все же пришлось преодолевать величайшие трудности. Технические возможности, даже в конце XIX века, все еще были недостаточны для того, чтобы обеспечить необходимые материалы для постройки такого двигателя. Машиностроительный парк времен работы Барбера не мог обеспечить необходимую точность обработки деталей. Совершенно недостаточны были и теоретические познания для создания двигателя такого типа. И самое главное, общие условия развития общественного производства выдвигали гораздо более скромные задачи, которые могли быть удовлетворены поршневыми паровыми двигателями, достаточно революционизировавшими в то время производство.

Потребовалось больше столетия для того, чтобы началась реализация идеи газовой турбины, но уже в новом качественном разрезе — как двигателя, адекватного электрическим генераторам, требующим мощных ротационных первичных двигателей.

¹ Маркс, Капитал, т. I, 1932, стр. 235.

² К. Маркс, Капитал, т. I, гл. 13-я; Ф. Энгельс, Диалектика природы, 1932, стр. 53; Ф. Энгельс, Положение рабочего класса в Англии, Сочинения, т. III.

³ Английский патент № 1883 от 1791 г.; The Engineer, 8/III 1912, p. 214; Eyerman n u. Schulz, Die Gasturbinen. Ihre geschichtliche Entwicklung, 1920, S. I; Schöttler, Die Gasmaschine, S. 4; Donkin, Gas, oil and air engine, p. 19.

Первые попытки создать газовые турбины, сделанные до эпохи империализма, не получили практического развития. Идея же подземной газификации угля до эпохи империализма и не рождалась.

II

Развитие производственных сил империализма было связано в первую очередь с реконструкцией энергетической базы.

Капиталистическое производство требовало концентрации производства энергии. В условиях применения парового поршневого двигателя, с его относительно ограниченной мощностью, верхним пределом которой и сейчас для одного цилиндра является мощность порядка в 2000—3000 л. с., это было возможно осуществить только благодаря применению многочисленных, сравнительно мелких двигателей. Это дало возможность паровому двигателю в определенном размере явиться средством концентрации производства. „Он позволяет концентрировать производство в городах, вместо того, чтобы рассеивать его в деревне“¹.

Явившись, по выражению А. Redgrave, „матерью промышленных городов“², паровой двигатель оказался, однако, неспособным разрешить свойственное технике монополистического капитализма стремление к универсальному комбинированию³. Паровой поршневой двигатель стал всего лишь двигателем отдельных индивидуальных производств. Радиус действия его был пространственно ограничен незначительными пределами механической передачи. Таким образом в условиях паровой техники каждое отдельное производство обходилось отдельным двигателем. Это сказалось прежде всего на размерах самого двигателя, обслуживавшего замкнутые пределы отдельной фабрики или отдельного предприятия.

По данным Кармарша⁴, в середине XIX века во французской промышленности господствует паровой двигатель, в среднем не превышающий 30 л. с., который полностью замыкается не только в пределах отдельных заводов и фабрик, но и в пределах отдельных мастерских.

В 1850 г. на хлопчатобумажных, шерстяных, льняных и шелковых мануфактурах Великобритании находилось 3637 паровых машин общей мощностью в 88 417 л. с.⁵ В 1860 г. мощность всех стационарных паровых машин Великобритании составляла уже 1 800 000 л. с. при общем числе двигателей около 70 000⁶, при средней мощности каждого примерно в 25 л. с.

Даже на пороге XX века средние размеры парового двигателя в промышленности составляли всего лишь десятки лошадиных сил. В своей массе паровые двигатели попрежнему оставались двигателями отдельных производств, будучи непосредственно связанными с рабочими машинами посредством механических трансмиссий⁷.

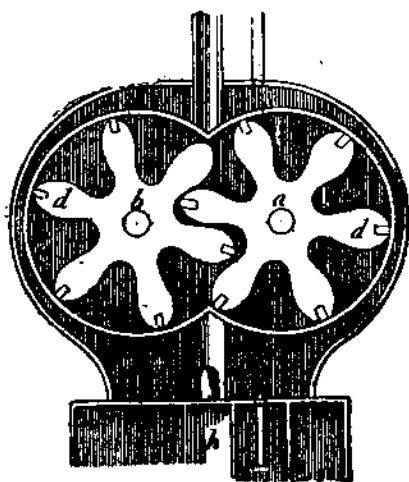


Рис. 5. Паровой двигатель Мурдоха, представляющий известный ранее водоподъемный насос „Machina Parrepentiana“, использованный Мурдохом для работы пара (по Стюарту)

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, 1932, стр. 285.

² Ibid., S. 285.

³ См. подробнее: „Проблемы экономики“ № 5, 1933.

⁴ К. Karmarsch, Geschichte d. Technologie, 1872, S. 210.

⁵ Ibid., S. 209.

⁶ Ibid., стр., 210.

⁷ К. Маркс, Капитал, т. I, гл. 13, § 1.

Только в области водного транспорта, где требовалась значительная концентрация мощности в минимальном пространстве, паровые поршневые двигатели достигли относительно значительных мощностей. Это еще отметил Маркс на примере машины, выставленной Больтоном и Уаттом на лондонской выставке 1851 г.¹ За несколько десятилетий судовые паровые машины возросли от 20-сильного двигателя „Клермонта“ Фултона почти до 5000-сильного двигателя гиганта „Великого Восточного“². Только на пороге XX века появляются первые стационарные паровые двигатели мощностью до 10000—12000 л. с.³ Как одно из высших достижений этого времени Матчос приводит берлинскую Моабит-центральный с пятью зульцеровскими машинами тройного расширения пара общей мощностью в 18000 л. с. (четыре по 3000 и одна на 6000 л. с., являющаяся величайшей горизонтальной машиной своего времени).

Необходимость концентрации на электроцентралях больших мощностей, при наличии только паровых машин, находила свое разрешение в использовании значительного числа агрегатов⁴. Уже в этих двигателях мощности, приходящиеся на отдельный цилиндр, стоят недалеко от предела мощности, допускаемой вообще в поршневой конструкции двигателя.

Ограниченным также оказалось применение двигателя внутреннего сгорания, сконструированного в конце XIX века. Осуществленный в виде поршневого двигателя он получил применение в промышленности только на небольших электростанциях, завоевав зато почти целиком механический транспорт. Трактор, автомобиль, дирижабль, аэроплан созданы благодаря применению двигателя внутреннего сгорания, с его малым рабочим весом, легкостью пуска, регулировки и т. д.⁵

Противоречия капиталистического строя не дают возможности использовать двигатель внутреннего сгорания достаточно широко и интенсивно. Вспомним, какое ожесточенное сопротивление со стороны шахтовладельцев встретило появление двигателя Дизеля, в котором они видели угрозу сбыта каменного угля и т. д.

Двигатель внутреннего сгорания по существу применяющегося в нем термодинамического цикла дает благоприятные результаты. За счет непосредственного превращения его в цилиндрах тепловой энергии в механическую он дает в отдельных случаях экономический эффект, вдвое превышающий эффективность парового двигателя. В этом смысле особый интерес представляет попытка Рудольфа Дизеля создать идеальный двигатель, в котором тепло, развивающееся в цилиндрах при горении

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 285.

² Наиболее мощный двигатель морского парохода в 1825 г. развивал 240 л. с. Двигатель парохода „Сириус“ в 1837 г. давал 320 л. с., а „Великого Западного“ в том же году — 750 л. с. Паровая машина „Великобритании“ в 1843 г. развивала 1000 л. с. На пароходе „Великий Восточный“, построенном в 1854—1855 гг., паровой двигатель, вращавший гребной вал, давал 4886 л. с. и второй двигатель, приводивший в движение гребные колеса, развивал 3411 индикаторных л. с. С. Matschoss, Die Entwicklung der Dampfmaschine, т. I, S. 749; G. S. Lairdclowes, Merchant steamers. Catalogue of the collection in the science museum, London 1927, p. 10, 12, 23, 29 и др.

³ С. Matschoss, Die Entwicklung der Dampfmaschine, т. II, 159.

⁴ Как пример можно привести еще НьюЙоркскую осветительную станцию начала XX века с ее десятью трехцилиндровыми паровыми машинами Westinghouse мощностью по 6500 л. с. каждая. С. Matschoss, Die Entwicklung der Dampfmaschine.

⁵ Нельзя не отметить, что двигатель внутреннего сгорания с его высоким коэффициентом полезного действия и при незначительных размерах самого двигателя сделал возможным в некоторых случаях рентабельное использование дробных установок (например в мастерских). Из этого многие буржуазными исследователями был сделан вывод, что новый двигатель внутреннего сгорания есть средство защиты мелкого производства от поглощения его крупным производством. Но этот вывод, сделанный теми, кто не понимал и не хотел понять действительные причины развития общественного производства, был вскоре опровергнут самой действительностью. Закон концентрации и централизации капитала, приводящий к созданию новых форм комбинированных предприятий, связанных в один узел с банками, отрицает возможность спасения мелкого производства какими бы то ни было техническими средствами.

в них топлива, полностью превращается в механическую работу. Теорию этого двигателя Дизель изложил, как известно, в специальной работе, которой предшествовали два патента¹.

Дизель хотел добиться такой медленности процесса горения, чтобы можно было обойтись без охлаждения. Его теоретические выкладки дали коэффициент полезного действия идеального двигателя, равный 0,73².

Идеи, положенные Дизелем в основу его работы, были высказаны, по существу, еще Сади Карно³, предложившим еще в 1824 г. использовать предварительное сжатие воздуха, постепенное введение топлива, применение в качестве горючего угольной пыли и, наконец, использование уже отработавшего в двигателе тепла. В дальнейшем Бо-де-Роша в 1862 г. указал на возможность самовоспламенения топлива⁴; в 1872 г. Брайтон предложил постепенное введение и воздушное распыление топлива⁵; в 1877 г. Келлер теоретически исследовал изотермическое сжатие, постепенное введение топлива, самовоспламенение, работу двигателя без охлаждения⁶, и через три года Капитэн уже осуществил первый двухтактный двигатель, работавший на мазуте с сжатием до 16 атмосфер⁷.

Таким образом работе Дизеля предшествовала громадная подготовительная работа целого ряда исследователей, и уже в этом смысле изобретение Дизеля является таким же коллективным, как и все вообще великие изобретения.

Только после шестой серии опытов на Аугсбургском машиностроительном заводе Дизель в 1897 г. добился экономического коэффициента полезного действия 0,26. В том же году был установлен первый двигатель Дизеля в Кемптене. Дальнейший период ознаменовался блестящими успехами дизелей, нашедших за короткий срок применение в разнообразных областях. Но, не смотря на все эти успехи, дизели были и остаются до сих пор далекими от того идеального теплового двигателя, который был предложен изобретателем еще в 1892 г. Это наглядно показывает следующее сопоставление, сделанное В. Гиттисом:

Предложено Р. Дизелем:

1. Получение наибольших давлений и температур сжатием.
2. Изотермическое горение.
3. Управление процессом горения.
4. Давление сжатия свыше 200 атмосфер.
5. Применение газа и угольной пыли.
6. Отсутствие охлаждения

Осуществление в дизелях:

1. При горении температура повышается в два-три раза, а давления повышаются на 10—20%.
3. Не осуществлено.
4. Давление сжатия не свыше 40 атмосфер.
5. Применяется жидкое топливо.
6. В охлаждающую воду теряется до 35% тепла.

Двигатели внутреннего сгорания, работающие по циклу Дизеля, а также их предшественники, работающие по циклу Отто⁸, дают более благо-

¹ R. Diesel, Theorie und Konstruktion eines rationellen Warmemotors zum Ersatz der Dampfmaschine u. d. heute bekannten Warmemotoren. См. также германские патенты от 26 февраля 1892 г. за № 67207 и дополнительно № 82182 от 30 ноября 1933 г.

² Основные принципы работы нового двигателя, предложенного Дизелем в патенте 1892 г. 1) Сжатие воздуха за пределы давления, соответствующего температуре воспламенения горючего. 2) Получение наивысших давлений и температур горения с введением процесса сжатия воздуха. 3) Постепенный ввод топлива без повышения температуры во время горения. 4) Постоянство давления в процессе сгорания топлива.

³ Carnot, Réflexions sur la puissance du feu etc., 1824.

⁴ A. Beau de Rochas, Nouvelles recherches sur les conditions pratiques de l'utilisation de la chaleur et en général de la force motrice etc., 1862; Гюльдиер, Двигатели внутреннего сгорания, 1923, т. II, стр. 728—729.

⁵ Гиттис, Основные моменты развития идеи и конструкции дизеля, „Успехи современного дизелестроения“, стр. 57.

⁶ Там же, стр. 57.

⁷ Г. Гюльдиер, Двигатели внутреннего сгорания, т. II, стр. 796.

⁸ См. Г. Гюльдиер, Двигатели внутреннего сгорания, 1928, т. II, стр. 710—784, C. Matschoss, Aus der Geschichte der Gasmaschine, „Beitr. z. Gesch. d. Techn. u. Ind.“; B. XI, 1921, S. 1—38; R. Schöttler, Die Gasmaschine. Ihre Entwicklung u. s. w., 1902.

приятное термодинамическое решение по сравнению с паровыми двигателями. Но в конструктивном отношении они представляют по существу лишь копию паровых поршневых двигателей.

Достигнув наивысших для настоящего времени ступеней теплоиспользования, двигатели внутреннего сгорания очень быстро достигли и предельных размеров, возможных для поршневых двигателей. Еще в 1913 г. на заводе Зульцера была осуществлена опытная дизельная установка с мощностью в 2000 л. с. в цилиндре. В 1918 г. на заводе MAN выполнен двухтактный двигатель двойного действия с доведением мощности в одном цилиндре до 3000 л. с.¹ Эта мощность для поршневых конструкций является близкой к пределу и может быть только частично превзойдена за счет использования легких металлов, отдельных конструктивных изменений и т. д. Поршневая конструкция вследствие своей сравнительной маломощности вступает в конфликт с ротационным электрогенератором, мощность которого в отдельных единицах изменяется сотнями тысяч киловатт.

Электрический генератор на первых шагах своего развития нашел себе полное соответствие только в водяной турбине², обусловив неслыханный темп возрастания мощностей последней. В водяной турбине имеет место ратационное движение рабочего органа — ротора и вместе с тем непосредственно используется без внедрения каких бы то ни было промежуточных этапов энергия падения воды. Быстроходность водяной турбины соответствовала быстроходности динамо. Оказалось возможным с первых же шагов применения электрогенераторов объединить в единый орган ротор генератора и ротор водяной турбины, соединяя их валы муфтой и т. п. Это и было выполнено с первых же шагов развития передачи электроэнергии на расстояние. Опыты Марселя Депре, которым придавали такое исключительное значение Маркс и Энгельс³, вначале были проведены с гидроэлектрическими агрегатами⁴. Первая в истории большая линия электропередачи, осуществленная в 1897 г. (Лауфен-Франкфурт), представляла союз электрогенератора и водяной турбины⁵. Этим союзом был устранен локальный характер гидроэнергии. На это обратил внимание Маркс в его характеристике источников энергии, использованных до эпохи промышленного капитала⁶.

До создания гидравлического турбогенератора мощности водяных турбин измерялись в лучшем случае сотнями лошадиных сил. Наибольшая водяная турбина давала в 1880 г. 1000 л. с. Удачу лауфенской

¹ В настоящее время в агрегате достигнута общая мощность 25 000—30 000 л. с.

² Еще в 1824 г. одну из первых практически вполне оправдавших себя водяных турбин сконструировал Бурден (Burdin, *Mémoires sur les turbines hydrauliques ou machines rotatives*, 1824).

³ С 1827 г. Фурнейрон конструирует турбину с коэффициентом полезного действия 80% (Founeuron, *Mémoires sur les turbines Lüttich* 1840).

В 1838 г. в Шварцвальде выполняется установка с турбиной в 40 л. с. при напоре 108 м. В 1849 г. Френсис изобретает свою турбину, по принципу которой работают турбины Двепростоя (James B. Francis, *Lowell hydraulics experiments*, 1855).

⁴ Письмо Маркса Энгельсу от 8 ноября 1882 г. из Вентнора; письмо Энгельса Марксу из Лондона 11 ноября 1882 г., Сочинения, т. XXIV, стр. 584 и 687. Письмо Ф. Энгельса к Э. Бернштейну от 27/II—1/III 1883 г., Архив Маркса и Энгельса, 1924, т. I, стр. 342.

⁵ После первых опытов 1880—1881 г. Депре устроил в 1882 г. гидроэлектростанцию на водопаде Миабах у Мюнхена. Линия длиной 57 км работала на постоянном токе, что обусловило низкий экономический эффект. Впоследствии он повторил опыты с паровым поршневым двигателем (150 л. с.) между Парижем и Крейлем.

⁶ Передача на расстояние 175 км при напряжении до 25 000 вольт с коэффициентом полезного действия электропередачи, равным 73%. В. Х а щ и н с к и й, Знаменательные события в истории развития генерирования и канализации электроэнергии за последние полвека, журнал „Электричество“, 1930, Юб. вып., стр. 95.

⁷ К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 285. „Новейшее изобретение турбин освобождает промышленную эксплуатацию водяной силы от многих прежних ограничений“.

электропередачи 1891 г. и первых ниагарских гидроэлектростанций¹, вызвавших исключительный интерес к производству электроэнергии за счет белого угля, стимулировали быстрое возрастание мощностей водяных турбин, что видно из следующей таблицы:

в 1888 г. наибольшая водяная турбина давала	40	л.	с.
" 1880 "	"	"	"
" 1890 "	"	"	"
" 1900 "	"	"	"
" 1905 "	"	"	"
" 1912 "	"	"	"
" 1922 "	"	"	"
" 1923 "	"	"	"
" 1932 "	"	"	"
	1 000	"	"
	3 000	"	"
	6 000	"	"
	10 000	"	"
	22 000	"	"
	55 000	"	"
	70 000	"	"
	90 000	"	"

Только на пороге XX века начинает осуществляться союз электрического генератора с ротационным тепловым двигателем — паровой турбиной. Говоря о попытках создания ротационных паровых машин (*rotierende Dampfmaschinen*), Конрад Матчос отмечает, что „пожалуй, редко можно найти область, где величина затраченного изобретателями труда находилась в столь плохой пропорции к его хозяйственному значению...

„Колоссальные средства, бесконечное множество труда и времени более или менее безрезультатно были затрачены на протяжении столетий на изобретение вращающихся паровых машин“².

Об этом говорит также и Эйт: „210 патентов до 1859 г. было выдано только в Англии на вращающиеся паровые машины. В Вашингтонском патентном бюро в 60-х годах находился большой шкаф с моделями чуть ли не 500 вращательных паровых машин, из которых, возможно, три или четыре нашли некоторое практическое применение и за стенами патентного бюро“³.

Ряд оригиналов, моделей и чертежей различных конструкций паровых машин с вращательным движением, выполненных различными изобретателями XVIII и XIX веков, находятся в лондонском „Science Museum“⁴.

Только в самом конце XIX века вызревают предпосылки, особенно в машиностроительной промышленности, для создания парового ротационного двигателя. Если в эпоху деятельности Уатта можно было расверлить цилиндр с точностью только „до толщины маленького пальца“, то к концу XIX века при металлообработке оперировали уже с точностями обработки до сотых долей миллиметра⁵. Возможность применения новых машиностроительных материалов, в частности специальных сталей, обеспечивала выполнение ответственных деталей паровых турбин. Как известно, в паровых турбинах Парсонса были применены латунные лопатки. Этот материал был пригоден только для реактивных турбин, работающих при относительно невысоких окружных скоростях. Активные турбины требовали материал более высокого качества, и такой материал был найден в виде специальных никелевых и хромистых сталей.

Только проведенные в процессе развития парового поршневого двигателя исследования свойств водяного пара, изучение основ термодинамики, многочисленные труды физиков, механиков и ряда других исследователей

¹ Первая кампания по эксплуатации энергоресурсов Ниагары возникла еще в 60-х годах XIX века, но первая очень небольшая гидроэлектрическая станция на Ниагаре построена только в 1881 г. для освещения города. В 1895 г. на Ниагаре была гидроэлектрическая станция с турбинами Леффеля на 3 500—3 600 л. с., общей мощностью в 34 000 л. с.

² C. Matschoss, Die Entwicklung d. Dampfmaschine, т. I, S. 477.

³ C. Matschoss, ibid., т. I, S. 47.

⁴ H. Dickinson, Stationary engine. Cat. of the collection in the Science Museum, 1925, p. 57—61.

⁵ В. Вухбаум, Die amerikan Werkzeugmaschine u. Werkzeugbau. Beitr. z. Gesch. d. Techn. u. Ind., В. X, S. 140; В. XI, S. 141.

сделали возможным решение сложнейшей задачи создания рентабельных паровых турбин. Здесь можно упомянуть, например, работу по изучению водяного пара, которая была проведена Реньо в процессе развития паровых двигателей еще до появления паровых турбин. Его работы об упругости пара, удельной теплоемкости и т. д. в значительной мере легли в основу теории паровых турбин¹. Можно также упомянуть работу Цейнера, давшего ряд важнейших исследований по термодинамике, по работе пара в поршневых двигателях, по системам парораспределения и т. д., сыгравших большую роль в осуществлении развития паровых турбин². Точно так же можно привести труды ряда других исследователей, выполненные в связи с развитием поршневых двигателей и положенные в основу работы по созданию паровых турбин. Мы имеем целый ряд доказательств того, как развитие паровых турбин потребовало в свою очередь специальной теоретической разработки ряда важнейших проблем.

Эти примеры можно до бесконечности умножить ссылками на работы Реньо, Редтенбахера, Сен-Венана, Жуковского и многих других выдающихся исследователей.

Еще около 1883—1884 гг., примерно в одно и то же время, добиваются первых успехов на пути создания паровых турбин Парсонс и де-Лаваль. Но только к концу последнего десятилетия XIX века, после испытания на Эльберфельдской станции паровой турбины Парсонса мощностью в 1 000 киловатт, наступает резкий перелом в паротурбостроении³. С этого времени и начинается бурное развитие паровых турбин. Электрический генератор находит конструктивно вполне его достойный ротационный быстроходный первичный тепловой двигатель; быстро развивается возможность все большей концентрации производства электроэнергии на крупнейших паровых электроцентралях. Паровая турбина начинает вытеснять с электроцентралей поршневые паровые двигатели.

Темп возрастания предельных размеров паровых турбин в капиталистическом хозяйстве наглядно иллюстрирует все эти утверждения. Размеры наибольших паровых турбин в разные годы были в киловаттах таковы:

1884 г.	5 киловатт (первая турбина Парсонса)
1894 "	370 "
1900 "	1 000 "
1908 "	5 000 "
1914 "	20 000 "
1924 "	50 000 "
1926 "	100 000 "
1929 "	208 000 "

Паровой и гидравлический турбогенераторы, как это показывает все развитие техники эпохи империализма, явились решающими факторами в поднятии на высшую ступень производительных сил капиталистического хозяйства. Турбогенератор явился средством, при помощи которого смогла быть разрешена концентрация производства электроэнергии, которая тормозилась раньше из-за поршневых двигателей.

Но в области теплотехники турбогенератором была разрешена только одна часть проблемы — конструктивная. Термодинамический процесс сохранения использования пара со всеми неизбежно вытекающими из его применения потерями. Решение задачи было как бы разорвано между двумя различными типами двигателей. Рациональное термодинамическое решение было найдено в двигателях внутреннего сгорания, но с поршневой конструк-

¹ Работы Regnault, см. *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. XXI, 1877.

² Таковы общеизвестные труды Zeuner, *Grundzüge der mechanischen Wärmetheorien*, 1860, переработанные к 1897 г. в третьем издании в двухтомную *technische Thermodynamik*, 1887—1890. Заслуживает упоминания также его классический труд *„Schlebersteuerung“* и ряд других.

³ *Zeitschrift d. VDI* 1900, S. 829.

цией. Рациональное конструктивное решение было найдено в ротационных двигателях — турбинах, но с применением пара. Большая работа была проведена, начиная с конца XIX века, на пути создания единого двигателя, объединяющего в себе то и другое качество, — турбины внутреннего сгорания. Но все попытки создать такой двигатель в форме, пригодной для массового практического применения, оказались в капиталистических условиях несостоятельными.

III

После первых безрезультатных попыток XVII—XVIII веков создать ротационные двигатели с непосредственным превращением тепловой энергии в механическую аналогичные попытки были сделаны в XIX веке. Но они попрежнему были тщетны. Еще в пятидесятых годах XIX века Редтенбахер возвращается к идее турбины, приводимой в движение горячим воздухом. Он выдвигает ее как идеальный двигатель, разъясняя в своем письме Цейнеру нерациональность использования пара¹. Заслуживают упоминания также попытки Штольце, начавшего с 1873 г. работать над созданием так называемой „огневой турбины“².

В первые же десятилетия XX века появляется множество проектов различных конструкций турбин внутреннего сгорания, работающих на газообразном и жидком топливе или работающих горячим воздухом и т. д. Число предложенных конструкций достигло такого разнообразия, что Эйерман и Шульц, в своем обзоре исторического развития газовых турбин, смогли дать такую классификацию предложенных конструкций³.

А. По характеру применяемого горючего:

1. Собственно газовые турбины (*eigentliche Gasturbinen*), в которых применяемые в турбине газы получаются из твердых веществ, как уголь, антрацит, угольная пыль и т. д., в доменных печах, генераторах и пр.

2. Турбины на жидком топливе (*Ölturbinen*), в которых используемый газовый поток получается из жидкостей, как, например, бензин, керосин, нефть, эфир, аммиак, сернистая и угольная кислота. Оба эти класса турбин объединяются под названием — „турбины внутреннего сгорания“ (*Verbrennungsturbinen*)⁴.

3. Турбины, работающие горячим воздухом (*Heissluftturbinen*), в которых поток образуется горячим воздухом и которые должны рассматриваться не как газовые турбины в собственном смысле этого слова, а как их предшественники.

В. По характеру горения производимых газовых потоков:

1. Турбины с постоянным давлением сгорания (*Gleichdruckturbinen*), в которых применяемый газ поступает при непрерывном сжатии и сгорает замедленно при постоянном давлении в сжатом пространстве.

2. Турбины быстрого сгорания (*Verpuffungsturbinen*), в которых сгорание применяемых газов в камере вспышки происходит, перемежаясь, спорадически; сжигание в них происходит при постоянном объеме, и поэтому для этих турбин существует название „турбины с постоянным объемом сгорания“. Получающиеся при вспышках газы приводят

¹ Redtenbacher, Die kalorische Maschinen, 1853.

² Stolze, Die Heissluftturbine, 1904; Evermann u. Schulz, Die Gasturbinen; ihre geschichtliche Entwicklung; Theorie und Bauart, 1920, 113—118.

³ Ibid., S. 12—13.

⁴ В таком случае надо исключить из этой группы турбины, работающие на аммиаке, сернистой и угольной кислоте (В. Д.).

в движение собственно турбину равно перемежающимися толчками. При этом газы могут действовать с предварительным сжатием или без него.

С. По характеру действия газа на турбину:

1. Активные и реактивные газовые турбины.
2. Аксиальные и радиальные газовые турбины.
3. Одно- и многоступенчатые турбины и т. д.

Эту классификацию, которую можно дополнить целым рядом более детальных подразделений¹, мы приводим только для того, чтобы показать то разнообразие типов газовых турбин, которые уже выкристаллизовались за короткий срок их существования.

В 25-юбилейном издании справочника „Hütte“ включен во второй том специальный раздел „Gasturbinen“, излагающий целый ряд основных сведений о газовых турбинах². В частности в „Hütte“ дана классификация газовых турбин, в основу которой положен принцип, отличающийся от вышеприведенного. А именно, в „Hütte“ газовые турбины разделяются в основном по принципу „сухих“ и „мокрых“, что объясняется также в известной мере авторством самого Штаубера. Эта классификация такова:

1. Сухие турбины внутреннего сгорания — продукты сгорания самостоятельно протекают через направляющую и рабочую систему: 1) турбины с сгоранием смеси при постоянном объеме без предварительного сжатия смеси и с предварительным сжатием смеси, 2) турбины с сгоранием смеси при постоянном давлении.

2. Мокрые газовые турбины — продукты сгорания сами не протекают через рабочие органы, а вместо них действует вода, которая совершает в рабочем пространстве сгорания, подобно поршню, возвратные движения: 1) турбины с неподвижными камерами сгорания, 2) турбины с вращающимися камерами сгорания³.

По принципу быстрого сгорания без предварительного сжатия была построена в 1908 г. первая турбина Караводина, давшая общий экономический коэффициент полезного действия всего лишь около 2,5%⁴. Эта турбина потребляла примерно на одну треть больше топлива, чем первый газовый поршневого двигателя, работавший по принципу Ленуара.

Практически были осуществлены и испытаны турбины быстрого сгорания Арменго, Целли⁵, а также несколько турбин с сгоранием смеси при постоянном давлении. Выгодным преимуществом последних является отсутствие в них запорных клапанов в области сгорания, равномерность работы, отсутствие ударных напряжений и т. д. Но основным преимуществом является характер термодинамического цикла, соответствующий процессу Дизеля, наметившего создание „идеального цикла“. Однако практически такое решение вопроса упирается в ряд очень больших трудностей. Например, очень велик расход энергии на поддержание постоянного давления. Он часто забирает, как об этом будет упомянуто в дальнейшем, основную часть работы самой турбины. Кроме того, высокие температурные условия требуют применения материалов исключительно высоких огнестойких качеств.

¹ Например, турбины с постоянным давлением сгорания с избытком воздуха, с впрыскиванием воды, турбины с постоянным объемом сгорания с утилизацией отходящего тепла для паровой турбины и т. д. См., например, Stodola, Dampf- und Gasturbinen, 1924, стр. 968—1063.

² „Hütte“, 1926, т. II, „Gasturbinen“ Stauber, прим. к стр. 78.

³ „Hütte“, B. II, 1929, S. 76.

⁴ Alfred Barbezat, Praktische Versuche an Gasturbinen. Die Turbine, 1909, S. 305—307; Stodola, Dampf- u. Gasturbinen, 1926, S. 1013; Eyermann u. Schulz, Die Gasturbinen, S. 173—175; Маковский, Опыт исследования турбин внутреннего сгорания, 1925, стр. 21—22.

⁵ Eyermann u. Schulz, Die Gasturbinen, S. 175—176; Zélys, Die Gasturbinen, 1913, S. 57; Barbezat, Les turbines a gaz; La lumière électrique, 1909, № 7. 8; Barbezat, Essai q'une turbine à pétrole, „Schweiz. Bauz“, 1909, S. 86—89.

Некоторые исследователи становятся при этом на путь внутренние противоречивого решения. Сюда относится предложенное Бербером еще в 1791 г. искусственное снижение температуры процесса впрыскиванием воды. Кроме этого способа, иногда применяется еще и интенсивное охлаждение. В обоих случаях значительная часть тепла расходуется на согревание воды. Это неизбежно приводит к снижению коэффициента полезного действия турбины. Кроме того, впрыскивание воды приводит к смешиванию продуктов сгорания с парами воды, движущейся со скоростью свыше 1000 м в секунду, что оказывает разрушительное действие на лопатки рабочего колеса.

По этому принципу работала турбина, выполненная в 1903—1904 гг. на заводах „Société anonyme de turbomoteurs“.

Смесь горючего с воздухом сжигалась при помощи запальных свечей в камере, выложенной карборундом. Для снижения температуры в камеру сгорания вбрызгивалась вода. Эта турбина еле перекрывала работу своего собственного компрессора.

Первая опытная турбина „Société anonyme“ на 25,5 л. с. представляла паротурбину Лавалья с диаметром ротора в 150 мм при 20 000 оборотах в минуту, уменьшавшихся до 200 оборотов при помощи зубчатой передачи¹. Этим же обществом совместно с Schneider Creusot в дальнейшем была построена керосиновая турбина для торпед, развивавшая во время испытаний до 120 л. с.² Несколько позже „Société anonyme“ построило опытную турбину на 400 л. с., которая дала экономический эффект, равный примерно 5,3% использованного топлива³.

Вследствие трудностей, стоящих на пути создания турбин этого типа, конструкция их все еще не вышла за пределы опытной установки. Значительно больших успехов пока достигли только турбины быстрого сгорания с предварительным сжатием. В 1908 г. Гольцварт построил свою первую опытную турбину, испытанную зимой 1908—1909 гг.⁴ Вслед за тем в 1908 г.

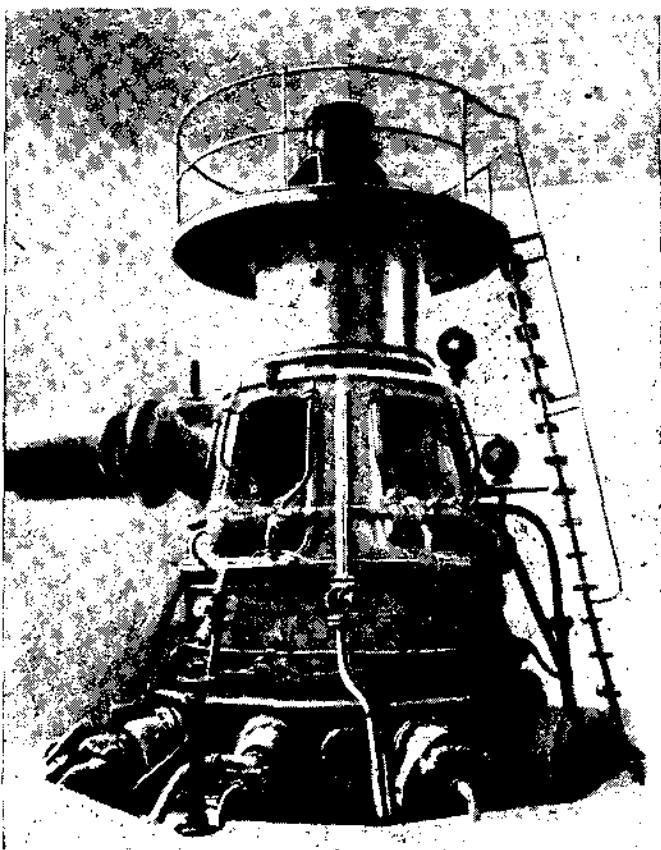


Рис. 6. Общий вид газотурбинной установки Гольцварта на 1000 л. с. при 3 000 оборотов в минуту

¹ A. Barbezat, *Praktische Versuche an Gasturbinen*. Die Turbine, 1909, S. 305—312.

² „Zeitschrift f. d. gesamte Turbinenwesen“, 1909, S. 219; Eyermann u. Schulz, *Ibid.*, S. 170—171. Особенно подчеркнуть надо целеустремленность этой работы, направленной к разрешению задач военной техники.

³ „Engineer“, 185, 1923, p. 466; Eyermann u. Schulz, *Ibid.*, S. 172—172.

⁴ Holzwarth, *Die Gasturbine. Theorie, Konstruktion und Betriebsergebnisse von zwei ausgeführten Maschinen*, München 1911, S. 125.

Гольцварт спроектировал, а в 1911 г. испытал рабочую газовую турбину той же конструкции, развивавшую мощность до 1000 л. с. при 3000 оборотов в минуту. Она работала на генераторном газе с теплотворной способностью 1000—1200 калорий на килограмм (рис. 6). В дальнейшем Гольцварт и его сотрудники разработали целый ряд других конструкций различных мощностей с различным горючим¹.

В турбинах Гольцварта сгорание происходит в камерах, расположенных вокруг рабочего вала. Сгорание происходит при постоянном объеме, с незначительным предварительным сжатием горючей смеси.

Испытание турбины Гольцварта в 1000 л. с., которая строилась с 1914 по 1918 г. и была испытана в 1919 г. в присутствии представителей берлинских ж. д., дало ряд положительных показателей².

Особенностью этой конструкции было доведение давления до 12—14 абсолютных атмосфер против применявшихся ранее 5—6 атмосфер. Продолжительность расширения в ней была доведена до 0,1 секунды, что вызвало соответственное увеличение давления на лопатки ротора. Результаты испытаний были таковы:

Показатели	№ испытаний			
	1	2	3	4
Количество газа (приведенное к 0°С и 760 мм давления) в м³ в час (газ имел 3869 калорий в м³ при 0°С и 760 мм давления)	300	400	550	630
Подведенное количество тепла в тысячах калорий в час	1 150	1 530	2 110	2 415
Расход тепла на силу-час в калориях	18 430	6 090	2 915	2 450
Мощность на окружности колеса в лошадиных силах	70	251	724	984
Коэффициент полезного действия на окружности колеса в процентах	3,9	10,4	21,8	26

Благодаря требованию Стодолы указать действительный полный коэффициент полезного действия, а не коэффициент на окружности ротора, Гольцварт должен был признать, что при этих испытаниях полный экономический коэффициент полезного действия не превзошел 13%.

Хотя этот коэффициент значительно отстает от аналогичного коэффициента паровых турбин, тем не менее он не только не дает оснований для пессимизма, но свидетельствует о несомненном успехе совершенно нового двигателя (рис. 7).

Эти оптимистические утверждения подкрепляются дальнейшими результатами работы того же Гольцварта. Опыты с газовой турбиной на 700 киловатт, проведенные в 1923 г.; дали повышение коэффициента полезного действия до 17,2%. Испытания нефтяной турбины на 300 киловатт, проведенные в том же году, дали коэффициент полезного действия 16,8%. Одновременно с этим удалось добиться совершенного хода и управления. Берлявский отвечает, что диаграммы, заснятые в процессе работы, показывают прекрасное и совершенное горение в камерах³.

¹ Кроме указанных работ Гольцварта, см. также: Holzwarth, Bedeutung von Gasturbinen-Mitteln. d. Vereins d. Elektrotechn., 1921, № 292; Holzwarth, Der Wirkungsgrad der Explosionsgasturbine. VDI, 1912, S. 963—973; 1003—1005; „Holzwarth explosionsturbinecooling system Motor Ship“, 1928, p. 282; „The Holzwarth gas and oil turbine“, Marine Engineering and Shipping Age, 1925, p. 571—575; „Holzwarth gas turbine“, Motor Ship, 1928, Nov. p. 324. См. также цитированные работы: Stodola, Eyerman и Schulz, Маковского и др. Из этих и из некоторых других источников взяты данные, которые приводим в дальнейшем без особых ссылок.

² VDI Ztschr., 1920, № 9.

³ Берлявский, Турбины внутреннего сгорания, Л. 1916, стр. 145.

Эти успехи сделали возможными попытки построить газовые турбины мощностью до 7 000 л. с. (рис. 8) и привели к составлению проектов агрегата на 22 500 киловатт. Экономичность работы турбины внутреннего сгорания охарактеризована директором завода Тиссена в его докладе обществу немецких электротехников: „Газовая

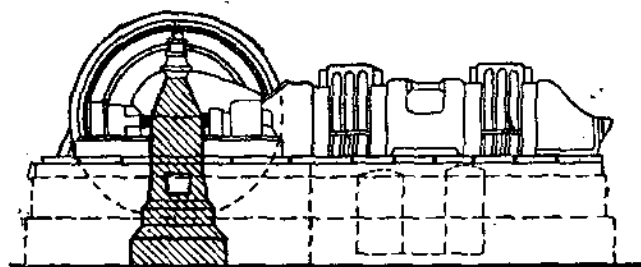


Рис. 7. Сравнение размеров газовой турбины (заштрихована) и газового поршневого мотора, равного ей по мощности (по Гольцварту)

турбина призвана быть самой экономической машиной. Разница себестоимости киловатт-часа при использовании тепла топлива турбиной в одном случае и газовой турбиной в другом при годичной производительности в 100 миллионов киловатт-часов, составляет примерно полтора миллиона марок¹.

Изыскивая возможные пути повышения экономического эффекта газовых турбин, тот же Гольцварт предложил целый ряд различных вариантов использования этих турбин, комбинируя их с паротурбинными установками.

Вот что сообщил Лангер в своем докладе на второй мировой экономической конференции:

„Исследовательская работа с газовой турбиной Гольцварта продолжалась до 1926 г. на машиностроительном заводе Тиссена в Мюльгайме (Рур). После ее прекращения продолжало работу Гольцвартовское паротурбинное общество в Мюльгайме. Летом 1927 г. после бесконечных непрерывных опытов добились работы турбины на 500 киловатт на нефти как рабочем топливе. Как заключение из этих опытов следует положение, что с чистой взрывной турбиной работа может идти при теплоиспользовании с коэффициентом до 23%. Большое значение, кроме того, имеет полученное после этой работы определение и изучение сопротивления нагреву материала для роторных лопаток и роторных дисков. На основании этого изучения Гольцварт смог перейти к многоступенчатому расширению в газовых турбинах. Газотурбинный агрегат с нефтью как рабочим веществом на 2 000 киловатт находится в настоящее время в постройке у фирмы Бров-Бовери, применяющей все дальнейшие успехи газовой турбины Гольцварта“¹.

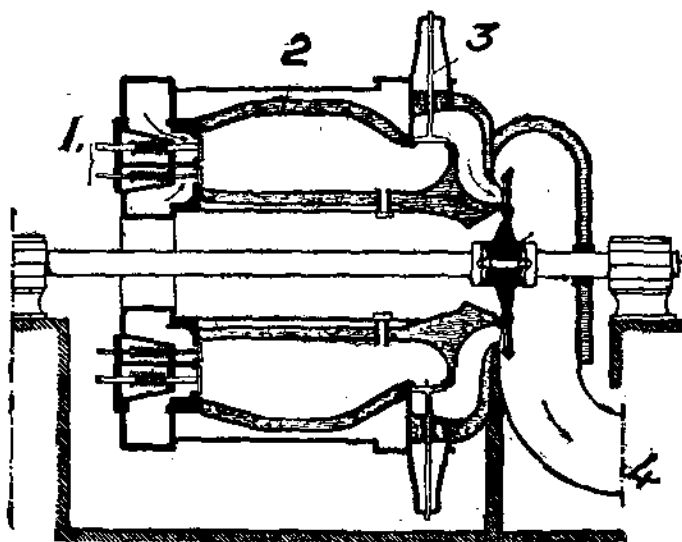


Рис. 8. Схема газовой турбины Гольцварта: 1 — клапан для впуска газа и воздуха; 2 — водяное охлаждение камеры сгорания; 3 — клапан для выпуска продуктов сгорания из камеры в сопло; 4 — трубка для отходящих газов.

¹ P. Langer, Die neueste Entwicklung und die Aussichten der Grossgasmaschinen u. d. Gasturbine. Gesamtbericht d. zweiten Weltkraftkonferenz, Berlin 1930, S. 310—317.

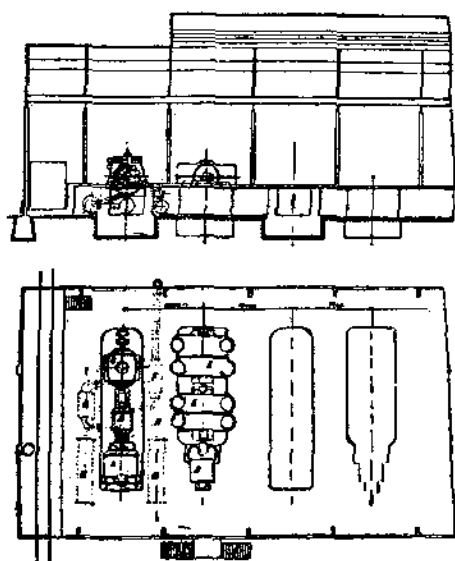


Рис. 9. Проект газотурбинной установки Гольцварта на 22 500 киловатт (А — газовая турбина быстрого сгорания; В — газовая турбина с постоянным давлением сгорания; С — динамо; D — паротурбина; E — компрессор; F — подогреватель; G — паросборник; H — перегреватель)

нальных предложений. Например, имеется ряд патентов, содержание которых — попытка избавиться от расхода значительной части работы на сжатие турбокомпрессорами. Таковы проекты сжатия энергией отработанных газов или периодическим движением столба жидкости по типу насоса Гемфри.

В результате попыток такого решения задачи предложен ряд конструкций „мокрых“ турбин внутреннего сгорания с неподвижными или вращающимися камерами сгорания. В этих турбинах газообразные продукты сгорания, вместо того чтобы непосредственно действовать на лопатки рабочего колеса, действуют своим давлением на поверхность воды, протекающей через лопатки рабочего колеса. Таким образом последнее защищено действием воды. В числе предложенных конструкций этого типа, по подсчетам Стодола, заслуживает особенного внимания „мокрая“ газовая турбина Штаубера⁴ (рис. 10).

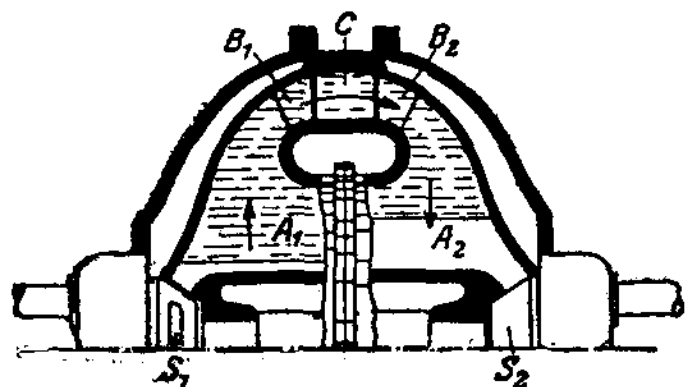


Рис. 10. Схема „мокрой“ турбины Штаубера

Лангер на основании целого ряда расчетных и практических данных считает возможность добиться в газотурбинных агрегатах Гольцварта коэффициента полезного действия около тридцати процентов вполне обоснованной¹.

Предполагается, что в новой запроектированной установке Гольцварта на 22 500 киловатт расходы на установку будут составлять всего лишь примерно 85% расходов на модернизированную паротурбинную установку такой же мощности² (рис. 9). Опыты Гольцварта показывают полную возможность и целесообразность устройства турбин, работающих не только на газе, но и на жидком топливе. Как указывает Шюле, и те и другие установки вполне себя оправдывают³.

Стремление повысить эффективность газовых турбин вызвало ряд оригинальных предложений. Например, имеется ряд патентов, содержание которых — попытка избавиться от расхода значительной части работы на сжатие турбокомпрессорами. Таковы проекты сжатия энергией отработанных газов или периодическим движением столба жидкости по типу насоса Гемфри.

В результате попыток такого решения задачи предложен ряд конструкций „мокрых“ турбин внутреннего сгорания с неподвижными или вращающимися камерами сгорания. В этих турбинах газообразные продукты сгорания, вместо того чтобы непосредственно действовать на лопатки рабочего колеса, действуют своим давлением на поверхность воды, протекающей через лопатки рабочего колеса. Таким образом последнее защищено действием воды. В числе предложенных конструкций этого типа, по подсчетам Стодола, заслуживает особенного внимания „мокрая“ газовая турбина Штаубера⁴ (рис. 10).

В „Hütte“ приведены сведения о выполненной в Италии газотур-

¹ Ibid., S. 320.

² Ibid., S. 321.

³ Schülle, Die Gas- und Oelturbinen. Elektrotechn. Zeitschrift, 1921, S. 29—30.

⁴ Stodola, Dampf- u. Gasturbinen, 1924, S. 1014—1015. Турбины Stauber, Maag, Duple и др. См. также: „Turbine à gaz du type à piston liquide“ — „Technique Moderne“, 1926, 15/IV, p. 252—254; 1/V, p. 284—287.

бинной установке с насосом Гемфри, коэффициент полезного действия которой может якобы составить 23%¹.

Конечно, „мокрая“ газовая турбина представляет весьма интересное решение вопроса. Но это решение получено обходным путем. Оно сопряжено с рядом противоречий, поскольку оно связано с введением по существу „водяного поршня“ (столб воды с его переменнo-возвратным движением).

„...мокрая газовая турбина в сущности представляет собою водяную турбину, включенную в поршневую газовую машину, поршни и шатунный механизм которой заменены водой. Внутри камеры сгорания могут быть произведены все обычные в поршневых машинах рабочие процессы“².

Таким образом в „мокрой“ газовой турбине по существу вводится обратно поршень и промежуточный этап — передача давления рабочему колесу от продуктов горения через воду. Такое решение вопроса сопряжено с целым рядом органических противоречий. Мы имеем в виду непрерывные удары постоянно-переменного направления, соприкосновение раскаленных продуктов горения с водой и т. д. Будущее покажет жизнеспособность „мокрых“ газовых турбин. Но во всяком случае можно предполагать, что этот тип двигателей будет ограничен в мощностях. Возрастание мощности в достаточно больших размерах, очевидно, будет возможно только для „сухих“ турбин внутреннего сгорания.

Статьи расходов	Установка с газовыми двигателями поршневыми	Установка с паровыми турбинами	Установка с газовыми турбинами
Фундамент и здание	545 000	372 000	174 000
Установка (включая оплату патентов) вспомогательного устройства, но без кранов, распределительных щитов, фрагтов и без сборки	1 186 000	1 148 000	738 000
Всего по установке	1 731 000	1 520 000	912 000
Амортизация:			
6% на здания	32 700	22 320	10 440
15% на машины (вместе с ремонтом газовых моторов 20%)	237 200	172 200	110 700
Всего по амортизации	269 900	194 520	121 140
Эксплуатационные расходы:			
Оплата труда	35 635	31 095	19 431
Смазочный материал и пр.	37 422	8 370	6 426
Обтирочные материалы и пр.	8 645	2 025	1 800
Всего эксплуатационных расходов	76 702	41 490	27 657
Стоимость топлива	288 000	368 000	368 000

Крайне затруднительно говорить о технико-экономических показателях не только запроектированных, но и уже осуществленных газовых и нефтяных турбин. Опубликованные в буржуазных странах материалы преследуют определенные интересы фирм и часто умалчивают о наиболее интересных сторонах вопроса. Только с этой оговоркой можно рассматривать,

¹ „Hütte“ B. II, 1929, S. 1435.

² „Hütte“ B. II, 1929, S. 765.

например, вычисления экономических показателей работы газовых турбин, предложенные в журнале „Iron Age“¹.

Для сравнения были взяты проекты трех установок в составе следующих агрегатов: 1) поршневых газовых моторов 7 по 3500 киловатт, 2) паровых турбогенераторов 5 по 5000 киловатт, 3) газовых турбогенераторов 5 по 5000 киловатт (цифры даны в долларах):

Таким образом, согласно приведенным данным, стоимость одного киловатта установленной мощности в различных двигателях должна была изменяться в таких пределах:

	В долл.	В %
Газовые поршневые моторы	70,85	100
Паровые турбины	60,75	86
Газовые	36,45	51,5

Снова подчеркиваем, что эти данные имеют весьма условное значение. Так же обстоит дело по существу и с коэффициентами полезного действия газовых турбин, опубликованными в литературе. Сопоставление их дает следующую картину:

Турбина Караноме 1908 г. (по Звереву и Шувалу)	Турбина общества турбогенераторов в Париже 1903 г.	Газовая турбина Гольцварта на асп. танках 1919 г.	Нефтяная турбина Гольцварта на асп. танках 1923 г.	Газовая турбина Гольцварта на асп. танках 1923 г.	Коэффициент полез- ности которого Дангер считал домашней в 1923 г. для газовых турбин	Предполагаемый КПД Гольцвартом и его сопутниками для за- проектированной газо- турбинной установки на 22 500 кил
2,5	3,0	13,0	16,8	17,2	23	30

Сопоставление теплоиспользования поршневых паровых двигателей, паровых турбин, двигателей внутреннего сгорания и опубликованных данных о турбинах внутреннего сгорания дает следующую таблицу:

Средние экон. КПД различных двигателей	Паровой поршневой двигатель	Паровая турбина с конденсацией	Поршневой газовый мотор	Дизель	Турбины внутреннего сгорания		
					нефтяной 1923 г.	газовый 1923 г.	установка на 25 000 мвт (по проекту)
	16	25	25	35	16,8	17,2	30,0

Учитывая наличие преувеличений в работах заинтересованных авторов, проф. Маковский провел специальное теоретическое изучение опубликованных материалов, приведшее его к выводам, дающим право утверждать, что турбина с постоянным давлением сгорания, как при процессах с избытком воздуха, так и при впрыскивании воды, может быть выполнена с экономическим коэффициентом полезного действия, равным 17%². Но в эксплуатационном и конструктивном отношении вопрос этот все еще решается крайне несовершенно.

В упомянутой работе проф. Маковский приходит к выводу, что, в процессе с избытком воздуха только около 27% приходится на полезную

¹ „Iron Age“ 1924, November; перепечатана в журн. „Техника и производство“, 1925, № 2, стр. 33—42.

² В. Маковский, Опыт исследования турбин внутреннего сгорания, стр. 190.

работу, между тем как на приведение в движение центробежных компрессоров затрачивается до 73% всей работы, выполняемой турбиной. В процессе со впрыскиванием воды около 33% — на полезную работу, 67% — на работу компрессоров. И в этом несоответствии заключается главное препятствие к осуществлению на практике этого рода двигателя. Попытка (Zselyi, Maag, Ostertag и др.) заменить турбокомпрессор поршневым компрессором, получающим движение от какого-либо самостоятельного двигателя с высоким коэффициентом полезного действия, как, например, Diesel, не заслуживает особого внимания¹.

Целый ряд других авторов уже провел очень большую теоретическую работу по исследованию турбин внутреннего сгорания². Но все эти исследования, представляющие часто интереснейшие образцы технико-теоретических расчетов, как это совершенно правильно утверждает В. Гиттис, не дают соответствующих действительности практически применимых данных³.

История турбин внутреннего сгорания по существу является одним из наиболее ярких примеров закона развития техники, вскрытого Марксом в следующих словах:

„До какой степени старая форма средства производства господствует вначале над его новой формой, показывает между прочим даже самое поверхностное сравнение современного парового ткацкого станка со старым, современных раздувальных приспособлений на чугуноплавильных заводах с первоначальным беспомощным механическим воспроизведением обыкновенного кузнечного меха, и, быть может, убедительнее, чем все остальное, — первая попытка построить локомотив, сделанная до изобретения теперешних локомотивов: у него были в сущности две ноги, которые он попеременно поднимал, как лошадь. Только с дальнейшим развитием механики и с накоплением практического опыта форма машины начинает всецело определяться принципами механики и потому совершенно эмансипируется от старинной формы того орудия, которое теперь развивается в машину“⁴.

В турбине внутреннего сгорания, несомненно все еще господствует старая форма средства производства над новым содержанием. Конструкции, созданные для пара, стремятся механически использовать для рабочих реагентов совершенно других свойств (продукты сгорания топлива). Механическое применение термодинамических циклов, конструкций и материалов, созданных для совершенно иных условий, довлеет над проведенными до сих пор работами вокруг создания турбины внутреннего сгорания⁵. Препятствием также служит абстрактное решение вопросов и теоретизирование, оторванное от реальных условий протекающих процессов⁶.

Несмотря на работу, ведущуюся десятки лет, успехи, достигнутые на этом пути, не слишком велики. Фактически были осуществлены, кроме не оправдавших себя турбин Штольце, Арменго, Караводина, „Анонимного общества турбомоторов“, только турбины Гольцварта модели Шлаубера и некоторые другие турбины. Но, как известно, они тоже не получили

¹ Ibid.

² В этом смысле, кроме Stodola, Dampf- u. Gasturbinen, 1924, интересны работы Ostertag, Die Entropie Diagramm der Verbrennungsmotoren einschliesslich d. Gasturbine, 1932; Neilson, La turbine a gaz. Revue de Mécanique, 31 октября 1904 г., 490 — 500; Baumann, Zur Ausführungsmöglichkeit von Gasturbinen, Die Turbine, 1905, S. 375; 1906. S. 43; R. Barkow, Studien zur Frage der Gasturbine, 1905, перепечатанная в 1906 г. в № 2 „Вестника общества технологов“.

³ В. Гиттис, Турбины внутреннего сгорания, „Вестник металлопромышленности“, 1930, № 2, стр. 32—33.

⁴ К. Маркс, Капитал, т. I, 1932, стр. 290.

⁵ Берляевский, Турбины внутреннего сгорания, Л. 1926, стр. 148 и др.

⁶ См. упомянутые работы: Barkow, Baumann, Weilsen и др.

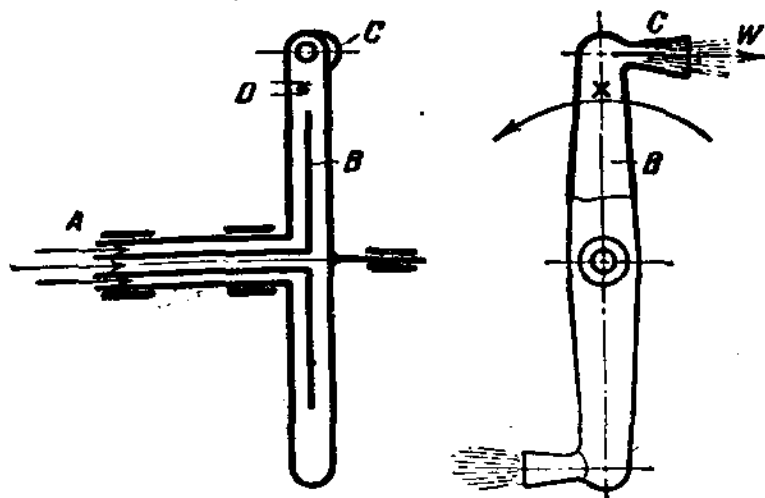


Рис. 11. Схема реактивной турбины Нерста

практического распространения. Все еще открытым остается вопрос о самом термодинамическом цикле, конструктивном оформлении и о материалах. Просмотр осуществленных конструкций показывает, что в большинстве случаев паровая турбина механически используется как газовая. Оригинальные решения вопроса, воплощенные, например, в турбине Нерста¹ и некоторых других², не получили развития, оставаясь по существу омертвленными (рис. 11).

Стихийно ведущаяся отдельными фирмами работа разрознена, случайна и в большинстве случаев засекречена. Крайне характерным является оторванность, изолированность решения вопросов конструкции от общего хозяйственного развития. Нет и в помине таких попыток взаимосвязанного решения вопроса о турбинах внутреннего сгорания и топливной базе в плане общехозяйственного развития. В условиях кризиса это положение еще больше обостряется и проблемы турбин внутреннего сгорания почти сходят со страниц специальных журналов.

Но полной остановки на этом пути даже и при кризисе нет и быть не может. Имеется целый ряд указаний на то, что усиленная работа ведется и сейчас. Но она ведется в единственной отрасли, которая не захвачена кризисом, которая, по выражению т. Сталина, все время растет, несмотря на кризис, — в военной промышленности.

Не случайно так интересуется турбинами внутреннего сгорания английское воздушное министерство в лице Air Ministry Laboratory. Усиленно работает по некоторым сведениям, над этим вопросом также английская адмиралтейская лаборатория (The Admiralty Engineering Laboratory) и ряд военно-исследовательских учреждений США, Франции и других стран. Некоторые успехи на этом пути намечаются. Таковы, например, турбина Шербонди³, турбина Мосса⁴, работающие на отходящих газах авиомоторов (рис. 12).

¹ Турбина Нерста работает по принципу Сегнера колеса реакцией газов. Лопаточного колеса совсем нет. „Motorwagen“, 1911, стр. 544; Stodola, Dampf-Gasturbinen, 1924, S. 1110; Гюльдиер, Двигатели внутреннего сгорания, т. II, стр. 818.

² Baetz, Ein neues Prinzip für Dampf- u. Gasturbinen, Leipzig 1920.

³ Турбина Шербонди с теоретической мощностью 80 л. с. при 31 500 оборотов в минуту, приспособляемая к мотору Либерти. Предполагается, что она должна обеспечить скорость самолета по 320 км в час на высоте 9 000 м (Stodola, ibid., 1924, S. 1039).

⁴ Турбина Мосса, построенная Джерард Электрик Ко, работает отходящими газами поршневого авиационного мотора. Испытана в работе на высоте до 11 000 м (Stodola, ibid., S. 1086).

Использование отходящих газов поршневых двигателей внутреннего сгорания намечает ряд новых возможностей для турбин внутреннего сгорания. Примером может служить турбина Бюхи, применяемая для наддувки дизелей¹. Комбинированное использование газовой и паровой турбины сулит интересные перспективы², особенно заманчивые при комбинировании газовой и паровой таблицы с котлом „Велокс“³.

Большой интерес перед кризисом вызвала предложенная Лоренцем в 1929 г. оригинальная конструкция турбины, работающей на выхлопных газах поршневого двигателя внутреннего сгорания⁴. Оригинальность предложения Лоренца заключается в тонкостенных полых лопатках, охлажденных изнутри воздухом. Тепло, отобранное воздухом, частично возвращается при последующем пропускании его через карбюратор. При испытаниях с 10-сильным автомотором „Мерседес“ работа мотора значительно улучшалась. Шум от выхлопных газов был устранен, и глушитель оказался излишним. В результате работы на выхлопных газах 300-сильного автомотора турбина Лоренца дала использование от 12 до 16% энергии выхлопных газов⁵. Эти опыты были предварительными. Они предшествовали созданию самостоятельных турбин внутреннего сгорания по системе Лоренца, работающих со специальными камерами сгорания⁶.

Итак, как мы видим, намечается целый ряд новых путей развития турбин внутреннего сгорания. Но в капиталистическом обществе вряд ли мыслимо значительное развитие работ в этой области. Невозможность реализовать последние проекты Гольцварта даже в периоды, предшествующие мировому экономическому кризису (проекты 1927—1929 гг.), это достаточно ясно демонстрирует. Еще более невероятным для капиталистических условий является комплексная разработка проблемы турбины внутреннего сгорания, взятая в связи с работами по созданию мощных подземных газогенераторов, идею которых выдвинул еще Д. И. Менделеев, а затем за границей в свое время выдвинул английский химик Рамзей.

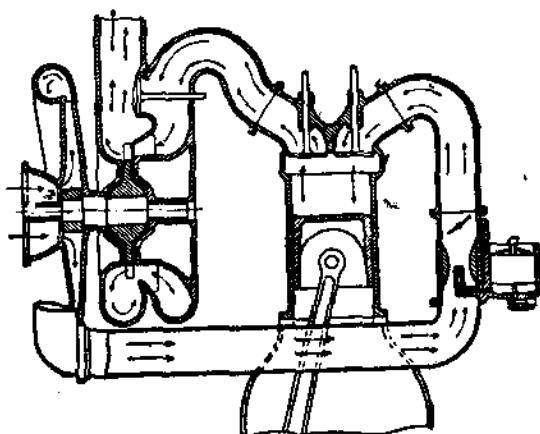


Рис. 12. Схема турбины Мосса, работающей на отходящих газах поршневого авиадвигателя

¹ Работает отходящими газами с температурой до 450° и приводит в движение турбокомпрессор, нагнетающий холодный воздух в цилиндры дизеля. Увеличение среднего индикаторного давления с 4,5 до 5,5, атмосфер дает повышение мощности на 23%. Langer, Gesamtbericht zweiten Weltkraftkonferenz, V, 316; Büchi, Abgasturbinen Aufladung bei Dieselmotoren, „Wärme“, 1930, № 47, S. 878—880; Oppitz, Die Abgasturbinen hinter Dieselmotoren, „Werft-Reederei-Hafen“, 1927, № 19, S. 402—404; „Power“, 1929, 16/VII; „Motor-Whip“, 1928, № 100, S. 150—151.

² Langer, Die neueste Entwicklung u. d. Aussichten d. Grossmaschinen u. d. Gasturbine, S. 323; Davey, The Gasturbine, London 1914.

³ Brown-Boveri, „Mitteilungen“, 1931, № 1, а также „Техника“ № 25 за 1932 г.

⁴ Lorenzen, Combined exhaust-gas turbine and supercharger, „Engineering“, 1929, 3/V, p. 566; Lorenzen, Die Gasturbine, „Schiffbau“, 1929, 9/I, S. 31—32; Lorenzen, Lorenzen gas-turbine and supercharger for gasoline and Diesel engines, „Gas and Oil Power“, 1930, № 299, p. 214—215; „Mech. Engineer“, 1930, № 7, S. 665—672 и 724; „Trans. Am. Society Mech. Eng.“, 1931, № 6, p. 1—14.

⁵ „Новая техника“ № 11, июнь 1929 г., стр. 5.

⁶ Проекты Лоренца вызвали отклик в ряде журналов: „Новая техника“, 1929, № 11, стр. 5; „Mech. Engineering“, 1929, IV, 220—222; „Gas and Oil Power“, 1929, № 283, p. 127—128; „Power“, 1929 от 12 февраля, стр. 289; „VDI Zeitschrift“, № 51, 1869—1872.

IV

Иные перспективы для разработки конструкции газовой турбины открываются в СССР. Социалистический строй, лишенный противоречий капитализма, имеет все возможности поставить комплексную разработку вопросов, связанных с созданием турбины. В условиях, когда Советская страна приступила к разрешению проблемы подземной газификации, развертывание работ по созданию турбины внутреннего сгорания превращается в прямую необходимость.

Путь для решения и этой задачи четко наметил Ленин, развернув проблему подземной газификации в плане электрификации и указав на необходимость использования подземных генераторных газов для работы газовых моторов:

«Газ приводит в движение газовые моторы, которые дают возможность использовать вдвое большую долю энергии, заключающейся в каменном угле, чем это было при паровых машинах. Газовые моторы, в свою очередь, служат для превращения энергии в электричество, которое техника уже теперь умеет передавать на громадные расстояния»¹.

Ленин указывал на необходимость использовать генераторный газ от подземной газификации для работы не паровых, а газовых моторов.

Ленин четко поставил вопрос о том, что подземная газификация должна явиться базой для газовых моторов электроцентралей.

Но, конечно, это не исключает вопросов организации широкой сети газопроводов, комбинированного использования газовых и паровых установок и т. д.

Выдвигая газовую электроцентрально как ведущую на базе подземной газификации, мы должны одновременно указать на узкое место газовых моторов, применяемых в современном производстве, т. е. на их поршневую конструкцию. Упомянутая ранее ограниченность размеров поршневого двигателя вызывается противоречием его назначения (вращательное движение для работы электрогенератора) и способа работы (прямолинейно-возвратные движения больших масс поршня, штока и т. д.). Выше упоминалось уже, что, по указанию Лангера, мощность в одном цилиндре поршневого газового двигателя пока что не превышает в среднем 2500 л. с.² Применяя сдвоенные тандем-двигатели, можно получить мощность отдельных агрегатов примерно в 10000 л. с. С помощью такого двигателя, конечно, трудно будет разрешить проблему подземной газификации в масштабе, указанном Лениным.

Поршневой газовый двигатель сможет широко применяться, очевидно, только в период опытного, первоначального использования подземного газа, а не в период развернутой подземной газификации, когда мы, выполняя завет Ленина, должны будем говорить о миллионах киловатт установленных мощностей.

Полное разрешение вопроса будет по силам, очевидно, только для двигателя, в котором будет «снято» противоречие между способом получения энергии (поступательные переменные движения поршня) и конечной целью (создание вращательного движения, необходимого для работы ротора электрического генератора). Только при таком условии возможна концентрация колоссальных мощностей в отдельных агрегатах и создание рациональных газозлектроцентралей. Это условие выполняется газовой турбиной.

Таким образом, разработка проблемы подземной газификации заостряет наше внимание на проблеме газовой турбины. Об этом своевременно сигнализировала «Техника»³.

¹ Ленин, Сочинения, изд. III, XVI, стр. 368.

² Gesamtbericht, zweite Weltkraftkonferenz, 1930, В. V, S. 309.

³ В. Данилевский, Борьба за газовую турбину — выполнение директивы Ленина, «Техника» от 21 апреля 1932 г.

Эта проблема, как уже указывалось, представляет очень сложный комплекс задач, связанных с созданием термодинамического цикла, конструктивным его оформлением, а также с выбором, а может быть и с созданием необходимых материалов.

Не останавливаясь здесь на задачах, стоящих перед нами на пути работы над турбинами внутреннего сгорания¹, отметим только, что мы уже имеем достаточно предпосылок для нового качественного решения этой проблемы.

В работах ряда буржуазных исследователей турбина внутреннего сгорания представляется как арифметическая сумма определенных частей (процессов паровой турбины и двигателя внутреннего сгорания).

Для нас такой вывод совершенно неприемлем. При сочетании определенных частей процессов, имеющих место в паротурбинах и поршневых двигателях внутреннего сгорания, мы неизбежно получаем совершенно новое качество. Развитие нового двигателя должно создать и качественно новые формы рабочих процессов, новое конструктивное выполнение, новые, ему присущие виды материалов и т. д.

Проблема теплоиспользования, проблема конструкции, проблема материала должны дать новое революционное решение в создании турбины внутреннего сгорания.

Работа, уже проведенная рядом исследователей и изобретателей, показывает, насколько своеобразны и оригинальны решения, возможные на пути создания турбины внутреннего сгорания. Интересный пример такого своеобразного решения предложил, например, Никольский еще в 1917 г.²

Автор этого проекта вполне правильно указывает на то, что компрессоры при работе турбин внутреннего сгорания забирают не менее 45—50% мощности, развиваемой самой турбиной. Поэтому М. Никольский предложил устранить эти компрессоры, применив для работы горение без доступа воздуха, происходящее при соединении скипидара с дымящейся азотной кислотой. Газообразные продукты сгорания должны, по мысли Никольского, приводить в движение турбинный ротор. Безусловно в этом проекте неудачно избраны реагенты, дающие крайне едкие продукты. Но нас интересует в данном случае только самое направление мысли изобретателя. Своеобразие предложенного им решения может при надлежащей компетентной проработке и при более удачном подборе самих реагентов дать вполне положительный результат.

Тысячи патентов выданы в разных странах изобретателям турбин внутреннего сгорания, предложившим ряд разнообразнейших методов решения этой задачи. Правда, в значительном числе случаев решения эти мало удачны, а часто и вовсе ошибочны. Но при внимательном изучении этих патентов, можно обнаружить в них ряд интересных идей и заслуживающих внимания деталей (рис. 13).

Каждый из этих патентов, как бы не казался он малоинтересным, выполняет свою какую-то частицу работы в гигантском коллективном труде. Ведь только в результате напряжения коллективной мысли может быть создана турбина внутреннего сгорания, пригодная для широкого распространения³.

Идея подземной газификации требует скорейшего разрешения противоречий на пути создания турбины внутреннего сгорания. Но они не могут

¹ В. Данилевский, Создать газовую турбину — выполнить директиву Ленина, „Техника“ № 16 от 15 декабря 1932 г.; В. Уваров Газовая турбина — памятник Ленину, „Техника“ № 8 от 21 января 1933 г.

² Привилегия на газовый турбинный двигатель, выданная 28 апреля 1917 г., № 29, стр. 245.

³ В царской России и при временном правительстве было выдано только 28 патентов на турбины внутреннего сгорания; 17 из них выданы иностранцам. В СССР до 1932 г. выдано уже 35 патентов и из них только один иностранцу Гольцварту.

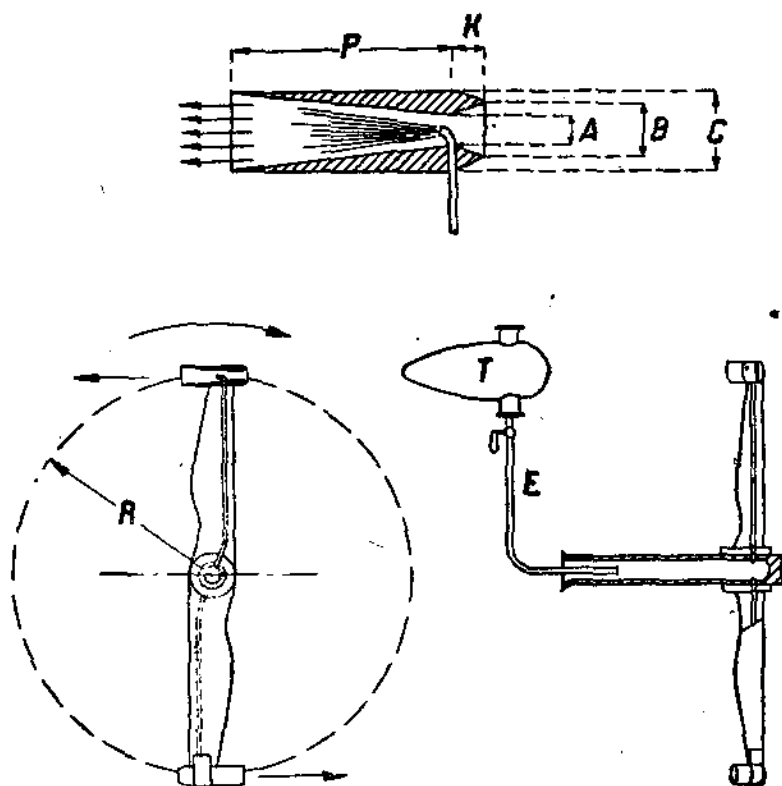


Рис. 13. Схема реактивной газовой турбины советского изобретателя Гаккеля. Патент № 5684 от 30 июня 1928 г.

быть разрешены путем рабского копирования достижений других областей или же механического использования уже известных конструкций и материалов. Задача создания нового двигателя должна быть решена революционным путем, путем борьбы с косностью, консерватизмом, технической близорукостью, деляческими соображениями и т. д., т. е. тем путем, который является органически свойственным развитию техники в условиях строительства социализма.

Проблема турбины внутреннего сгорания — одна из наиболее сложных комплексных технических проблем современности. Она требует для своего разрешения кооперации исследователей и изобретателей самых разнообразных областей. Такая комплексная оригинальная работа по единому плану возможна пока что только в СССР. Но на этом участке мы имеем, к сожалению, определенное отставание. В 1932 г. при Ленинградском отделении НИС НКТП была создана специальная комиссия, которая должна была объединить работу над этой проблемой лучших специалистов научно-исследовательских институтов: котлотурбинного, дизельного, теплотехнического, химико-физического, института металлов и завода им. Сталина. Однако работы этой комиссии развития не получили. Тем не менее самое создание такого широкого комплексного плана работ говорит о новом качестве работы над разрешением этой проблемы в наших условиях. Необходимо добиться того, чтобы в ближайшем же будущем снова оживилась работа над этой великой проблемой и чтобы в нее были включены все силы, способные в этой области творчески мыслить¹.

¹ Общее руководство этой работой должно сосредоточиться в Энергетическом институте Академии наук.

Указания на то, что коэффициент полезного действия газовой турбины пока что еще недостаточно высок, конечно, не выдерживают никакой критики и могут быть сделаны только теми, кто игнорирует историю техники¹.

Ведь и первые паровые двигатели Уатта имели коэффициент полезного действия в 10 раз ниже, чем у современных двигателей.

Наглядно вскрывает это положение следующая историко-техническая справка:

Расход угля на 1 л. с. в час в различных паровых двигателях (в килограммах):

Паровой насос Севери (1698 г.) — 80.

Атмосферный двигатель Ньюкомена 1705 г. — 25.

Двигатель Ньюкомена, улучшенный Смитом, — 8.

Паровой двигатель Уатта 1774 г. — 4,3.

Паровой двигатель Уатта 1778 г. — 3,3.

Современный паровой локомобиль Вольфа с перегревом пара — 0,5.

Таким образом в тот момент, когда в общественном производстве начали применяться первые паровые двигатели, их полный коэффициент полезного действия составлял всего лишь какие-то части процента, а в лучшем случае один-два процента. Однако, несмотря на это, за очень короткий срок эти двигатели развились в ведущий двигатель производства эпохи промышленного капитала. В этом смысле турбины внутреннего сгорания находятся в несравненно лучших условиях, чем первые паровые двигатели. Как показывают ранее приведенные данные, турбины внутреннего сгорания уже в ряде случаев достигают коэффициентов полезного действия, не уступающих таковым у паровых двигателей, имеющих двухсотлетний стаж применения в производстве. Широкое внедрение этих новых двигателей в производство, как показывает это история техники, послужит могучим стимулом для неуклонного повышения их эффективности.

В борьбе за советскую газовую турбину и подземную газификацию минерального топлива мы можем поднять на своем щите слова, сказанные Лениным на XI съезде партии:

„...Говорят, что первая паровая машина, которая была изобретена, была тоже плоха, и даже неизвестно, работала ли она. Но не в этом дело, а дело в том, что изобретение было сделано. Пускай первая паровая машина по своей форме и была непригодна, но зато теперь мы имеем паровоз“².

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ИЗ ИСТОРИИ ТУРБИНЫ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

230 лет до н. э.	Филон Византийский описывает водоподъемное колесо, приводимое в движение человеком.
88 „	„ „ Водяные мельницы в Малой Азии.
13 „	„ „ Витрувий описывает водяные колеса и водяные двигатели.
1500 г.	н. э. Механический вертел с газовой турбиной Леонардо да-Винчи.
1801 г.	„ Описание использования движущей силы пара у Джамбатиста делла-Порта.
1807 г.	„ „ Описание механического вертела с газовой турбиной у Витторио Цонка.
1815 г.	„ „ Проекты использования пара Соломона де-Ко.
1818 г.	„ „ Описание механического вертела с газовой турбиной Якоба де-Страда.
1829 г.	„ „ Прототип паровой турбины, описанный Бранка.
1829 г.	„ „ Прототип газовой турбины, описанный Бранка.
1830 г.	„ „ Патент на использование движущей силы пара Давида Рамзея.

¹ Здесь не мешает напомнить, например, о борьбе акад. А. Ф. Иоффе с деляческими обвинениями его в „прожектерстве“ на том основании, что коэффициенты полезного действия выдвигаемых им новых энергосредств низки. См., например, Регнер: „Проблема новых источников энергии и предложения акад. А. Ф. Иоффе“, „Техника“, 1932, № 44, и ответ акад. А. Ф. Иоффе в „Технике“, 1932 г., № 46.

² Ленин, Полит. отчет XI съезду РКП(б), Сочинения, изд. 3-е, т. XXVII, стр. 254.

- 1663 г. н. э. Проект использования пара Ворчестера.
 1678—1682 гг. „ „ Проекты взрывного двигателя Готфрейда.
 1680 г. „ „ Проект использования движущей силы взрывов пороха Гюйгенса.
 1688—1707 гг. „ „ Проекты паровых двигателей Папина.
 1698 г. „ „ Паровая машина Севери.
 1699 г. „ „ Огненное колесо Амонтона.
 1705 г. „ „ Атмосферная машина Ньюкомена и Каули.
 1769 г. „ „ Первый патент Джемса Уатта.
 1782 г. „ „ Проект ротационного парового двигателя Джемса Уатта.
 1780—1800 гг. „ „ Проекты ротационных паровых двигателей Мурдоха, Горнбловера, Картрайта, Кемпелена, Риддерса, Кука и др.
 1784 г. „ „ Универсальный паровой двигатель Уатта.
 1791 г. „ „ Проект газовой турбины Барбера.
 1824 г. „ „ Водяная турбина Бурдена.
 1827 г. „ „ Водяная турбина Фурнессона.
 1849 г. „ „ Водяная турбина Фрэнсиса.
 1853 г. „ „ Редтенбахер выдвигает идею турбины, работающей горячим воздухом.
 1860—1870 гг. „ „ Двигатели внутреннего сгорания Ленуара, Отто, Лангена и др.
 1860—1870 гг. „ „ Динамомашинны Грама, Начинотти, Сименса и др.
 1880—1882 гг. „ „ Опыты электропередачи Марселя Депре.
 1881 г. „ „ Первая гидроэлектрическая станция на Ниагарском водопаде.
 1882 г. „ „ Гидроэлектростанция М. Депре на водопаде Мисбах в Баварии с передачей электроэнергии на 57 км.
 1882—1883 гг. „ „ Паровые турбины Парсонса и Лавалля.
 1891 г. „ „ Лауфенская гидроэлектростанция с электропередачей на 175 км.
 1892—1893 гг. „ „ Патенты Дизеля и его книга об „идеальном тепловом двигателе“.
 1873—1899 гг. „ „ „Огненные“ турбины Штольце.
 1902 г. „ „ Нюрнбергский газовый поршневой двигатель.
 1903—1904 гг. „ „ Турбина внутреннего сгорания „Анонимного общества“ в Париже.
 1907 г. „ „ Проектотурбины внутреннего сгорания Рофе.
 1908 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Караводина.
 1908—1929 гг. „ „ Газовые и нефтяные турбины Гольцварта.
 1911—1913 гг. „ „ Проект газификации Рамзея.
 1912 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Вестингауза.
 1913 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Бишофа.
 1917 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Никольского.
 1917 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Мааг.
 1917 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Шилианского и Берковича.
 1917 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Каменева.
 1918—1920 гг. „ „ „Мокрые“ турбины Штаубера.
 1919 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Шербонди.
 1920 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Бетц.
 1920 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Мосса.
 1926—1931 гг. „ „ Патенты турбин внутреннего сгорания 35 советских изобретателей.
 1929 г. „ „ Паровая одновальная турбина Джепераль Электрик К° на 208 000 киловатт.
 1929 г. „ „ Паровая трехвальная турбина Электроцентрали Стейн-Лийн на 208 000 киловатт.
 1929 г. „ „ Турбина внутреннего сгорания Лоренцена.
 1930 г. „ „ Турбина Бюхи.
 „ „ Проект подземной газификации инж. Кириченко.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

(Литература по отдельным вопросам дана в тексте. Литература в этой сводке дана в порядке примерно изложения материала.)

- Маркс К., Капитал, т. I.
 Энгельс Ф., Диалектика природы. 1. Роль труда в процессе очеловечения обезьяны.
 2. Теплота и др., Сочинения, т. XIV.
 Маркс К. и Энгельс Ф., Переписка 1882 г., Сочинения, т. XXIV.
 Бранд, Очерк истории паровой машины, П. 1892.
 Гюльдиер Г., Двигатели внутреннего сгорания, т. I—II, М. 1928.
 Бергнер Г., Двигатели внутреннего сгорания, Л. 1926.
 Гитлис В. (ред.), Успехи современного дизелестроения, Л. 1924.
 Вейц В., Современное развитие электрификации в капиталистических странах, Л. 1933.
 Берлявский Н., Турбины внутреннего сгорания (конспект курса), Л., 1926.
 Винтер В., По поводу статьи „Турбина внутреннего сгорания“. „Морской сборник“, 1923, № 1—2, стр. 38—103.

- Гитлис В. Ю., Турбины внутреннего сгорания, „Вестник Металлопром.“, 1930, № 2, стр. 22—45.
- Иерусалимский А., Турбины внутреннего сгорания, М., 1932.
- Кениг, Газовые турбины, „Торговый флот“ 1925, № 11.
- „Конструктивное развитие газовых и нефтяных турбин“, „Техника и производство“, № 2, стр. 33—42.
- „Газовая турбина Лоренцера“, „Новая техника“, 1929, № 11, стр. 5.
- Маковский В., Опыт исследования турбины внутреннего сгорания с постоянным давлением сгорания, Екатеринослав, 1925.
- Орас П., Исторический очерк развития газовой турбины, журн. „Морской сборник“ № 7—8, 1923, стр. 108—118.
- „Паровые и газовые турбины и поршневые машины“, „Вестник науки и техники“, 1930, № 9—10, стр. 69—72.
- Розанов Е. М., Развитие газовой турбины Гольцварта, „Вестник Металлопром.“, 1922, № 10—12.
- Эвелянг А., Турбина внутреннего сгорания, „Морской сборник“, 1923, № 1—2, стр. 111—112.
- Данилевский В., Борьба за газовую турбину — выполнение директивы Ленина, „Техника“ от 21 апреля 1932 г.
- Данилевский В., Создать газовую турбину — выполнять директивы Ленина, „Техника“ от 15 декабря 1932 г.
- Уваров Вл., Газовая турбина — памятник Ленину, „Техника“, от 21 января 1932 г.
- Энгельс Ф., Газовые турбины, „Наука и техника“, БИИТ, 1924, № 4.
- Ленин В., Одна из великих побед техники, Сочинения, т. XVI, изд. 3-е, стр. 768, 769.
- Zonca Vittorio, Novo Teatro di Machine et Edifici, Padua 1607.
- Jacob de Strada, Künstliche Abriss allerhandt Wasserkünsten und Wind- Fuss-, Handt- und Wassermühlen beheben schönen und nützlichen Pompen etc., Frankfurt 1618.
- Besson Jaques, Théâtre des instruments mathématiques, et mechaniques, Lyon 1578.
- Leopold Jacob, Theatrum machinarum hydraulicarum, Leipzig 1724.
- Matschoss Conrad, Die Entwicklung der Dampfmaschine, I—II, Berlin 1908.
- Branca Giovanni, Le machine, Roma 1629.
- Beck Th., Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, Berlin 1900.
- Feldhaus F., Leonardo, als Techniker u. Erfinder, Jena 1922.
- Stuart, Histoire descriptive de la machine à vapeur, Paris 1827.
- Dickinson H., Stationary engine, Cat. of the collection in the science museum, London, 1925.
- Schöttler R., Die Gasmaschine; ihre Entwicklung, ihre heutige Bauart und ihr Kreisprozess, Braunschweig 1902, I—II.
- Karmarsch K., Geschichte der Technologie, München, 1872.
- Eyermann u. Schulz, Die Gasturbinen, ihre geschichtliche Entwicklung, Theorie u. Bauart Berlin, 1920.
- Barbezat A., Praktische Versuche an Gasturbinen, „D. Turbine“, 1909, S. 305—310.
- Barkow R., Studien zur Frage der Gasturbine, 1905.
- Baumann, Zur Ausführungsmöglichkeit von Gasturbinen, „Die Turbine“, 1905, S. 375, 1906, S. 43.
- Buchi A., Abgasturbinen-Aufladung bei Dieselmotoren, „Wärme“, 1930, No. 47, S. 878—880.
- Davey, The Gasturbine, London 1910.
- Furbes W. A. D., The internal combustion turbine, „Engineer“, 1922, No. 3479, 224—235.
- Gentsch W., Die Arbeit an der Gas- und Oelturbine, Halle, 1924.
- Holzworth, Die Gasturbine. Theorie, Konstruktion und Betriebsergebnisse von zwei ausgeführten Maschinen, München 1911.
- Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch, B. II, Maschinenbau, VIII Gasturbinen (G. Stauber), 1926.
- Kirschke A., Laschinen u. Oelmaschinen, B. II, Berlin u. Leipzig 1925.
- Langen Felix, Die Aussichten der Lasturbine, 1906.
- Langer P., Die neueste Entwicklung u. die Aussichten der Grossmaschine u. der Gasturbine, Gesamtbericht der zweiten Weltkraftkonferenz, B. I.
- Lorenzen C., Die Gasturbine, „Schiffbau“, 1929 vom 9 Januar, S. 31—32.
- Magg, Untersuchungen von Gasturbinen, „Zeitschrift f. d. ges. Turbinenwesen“, 1914.
- Ostertag, Die Entropie Diagramm d. Verbrennungsmotoren einschliesslich der Gasturbine, 1922.
- Schülle W., Die Gas- u. Oelturbinen „ETZ“, 1921.
- Schulz B., Entwicklung d. Lorenzen Gasturbine, „Motorwagen“, 1929, No. 17, S. 355—359.
- Stodola A., Dampf- u. Gasturbinen, 6 Aufl., Berlin 1924.
- Wegner von Dallwitz, Verbrennungsgasturbine oder Explosions-Gasturbine, 1909.

О некоторых основных проблемах в истории металлургии

Несмотря на чрезвычайную актуальность серьезной научной разработки истории техники, до сих пор в этом направлении сделано недостаточно. Особенно мало сделано для научной разработки истории отдельных конкретных областей техники, в частности — истории металлургии. Между тем именно изучению металлургических проблем, под углом зрения использования богатейшего опыта прошлого, история может и должна оказать значительную помощь.

Значение исторических исследований в области техники (даже самых беглых) крайне важно для расширения кругозора учащегося. Не случайно поэтому люди, действительно любящие свою специальность, всегда ценят и изучают историю своего предмета. Но изучая историю, они далеко не всегда правильно объясняют ее отдельные моменты. Заполнить этот пробел должна, как нам кажется, марксистская история техники.

Нередко бывало (это особенно выпукло показано т. Стецким в его статье „Об упрощенчестве и упрощенцах“¹), что при попытке привлечь марксистскую теорию к объяснению явлений техники отдельные товарищи ударялись в схоластику: вместо того чтобы правильно объяснить явления, многие горе-марксисты старались искусственно „привязать“ к своим работам „марксистский подход“, „диалектику“ и т. д. Этой опасности должен избежать всякий, кто берется за действительно марксистское изложение.

Другая не менее реальная опасность, которая угрожает историческим работам, — это забвение основных методологических установок марксизма-ленинизма. Нельзя забывать ни на одну минуту, что бесплодность многих работ буржуазной историографии, чисто внешний и описательный характер последней, зиждется на неправильных методологических установках той „внеклассовой“ и „объективной“ науки, представителями которой буржуазные ученые не прочь себя считать. Не руководствуясь работами классиков марксизма, в первую очередь трудами Маркса, Энгельса, Ленина и Сталина, не учась у них, нельзя избежать принципиальных ошибок. Необходимо самым серьезным образом учесть опыт борьбы вождей рабочего класса за чистоту марксистской теории; в этом залог неповторения уже отвергнутых и обанкротившихся положений псевдо-марксизма.

Из сказанного нетрудно убедиться, как сложна и ответственна в настоящих условиях работа по созданию новой истории техники. Буржуазная культура не знала и не знает настоящих исторических исследований, могу-

¹ См. „Правду“ от 4 июня 1932 г., № 153 (5318) и „Технику“ от 6 июня 1932 г., передовая „Против опощения“.

щих иметь практический и не только умозаключительный интерес. Мы создать такую историю можем, и это вопрос лишь настойчивости и желания. В виде опыта мы даем здесь краткую наметку некоторых вопросов из истории металлургии, в том освещении и понимании, которые выработались у нас на основании четырехлетней работы на эту тему¹.

Историю металлургического производства следовало бы начать с происхождения и развития применения человеком орудий труда. Затем надо проследить, какие требования эти орудия предъявляли к добыче и обработке металлов, каковы были пути и методы удовлетворения этих требований.

К сожалению, недостаток места не позволяет нам коснуться здесь первой части темы — истории происхождения орудий труда. Мы поэтому переходим непосредственно ко второму разделу и постараемся кратко изложить основные этапы в развитии металлургической техники, показав насколько возможно зависимость металлургического производства от господствующих на каждом этапе социально-экономических форм.

Особенно важен вопрос о роли труда. Условия труда сыграли в развитии металлургии (как и в других отраслях производства) колоссальную роль. Ускорение или задержка в развитии производства металла, всякие изобретения и усовершенствования в этой области всегда стояли в прямой связи с той организацией труда, которая была свойственна данному обществу. Мы постараемся это показать на достаточном количестве примеров.

Кроме указанного мы в дальнейшем изложении постараемся выделить основные технические проблемы (производственного характера), от разрешения которых зависят судьбы металлургической техники. Последовательная связь и взаимная обусловленность этих проблем и должны нам представить генеральную линию развития металлургического производства.

Металлургия эпохи рабовладельчества

Главной причиной возникновения и развития металлургического производства уже на заре человеческого общества, несомненно, было образование и развитие отдельных промыслов. Это видно хотя бы из того, что с образованием отдельных промыслов, с одной стороны, потребовалось большое количество разнообразных инструментов и орудий, которые с известного момента удобнее всего было производить из металла (а не из камня). С другой стороны, только с развитием отдельных производств появилась объективная возможность добывать и обрабатывать металл.

Не случайно именно гончарное дело послужило (по всем признакам) первоисточником для плавки металла. Действительно, лишь применение огня для обжига глиняных изделий могло показать человеку впервые все преимущества, вытекающие из действия пламени на различные породы. Процесс плавки и восстановления металла из руд мог производиться систематически именно в связи с развитием гончарного дела.

Несомненно, что развитие отдельных промыслов было тесно связано с оседлым или во всяком случае полукочевым хозяйством, ибо ряд занятий требует именно полной или частичной оседлости (жилищное строительство, земледелие и т. д.). Нужно отметить также, что планомерная добыча металлической руды также требовала оседлости. Частое передвижение с места на место невольно связано с использованием случайных рудных источников, а использовать последние до изобретения мехов представляло значительные трудности.

¹ См. выходящие при участии автора и М. Е. Знаменского разд. V „Краткие очерки по истории металлургии“ (ГТИИ).

Переход от каменных орудий к металлическим совершался на протяжении нескольких тысяч лет. Такой большой промежуток времени объясняется главным образом сложностью металлического производства. Самородный металл (золото, серебро, медь и некоторые другие) не может идти на широкую выделку орудий труда и вытеснить камень; во-первых, самородный металл находился в природе далеко не везде, во-вторых, он в большинстве случаев не обладал достаточной твердостью. Самородная медь, например, всегда крайне мягка и в отношении прочности, конечно, значительно уступает камню. Начало металлической эры следует отнести именно к тому периоду, когда человек научился добывать металл из руд. Но для этого надо было не только научиться плавить руду в горне, но и овладеть многими предварительными операциями обработки и подготовки этой руды к плавке. Сюда относятся предварительное раздробление руды для отделения пустой породы, ее просеивание, выщелачивание вредных примесей, наконец, обжиг руды на кострах. К подготовительным операциям можно отнести также изготовление древесного угля и применявшийся в старину (особенно по отношению к бедным рудам, например к красным железнякам и др.) способ выветривания руд в течение долгого времени на воздухе¹. Из всех перечисленных подготовительных процессов, пожалуй, наиболее сложным был процесс обжига руд.

Лишь постепенно, чисто эмпирическим путем, первобытный человек мог убедиться в действительности того противоречивого на первый взгляд положения, что до плавки почти всякую руду следует обжигать, причем во время обжига незачем особенно сильно раздувать пламя. Высокая температура, необходимая и обязательная при плавке, при обжиге руды вредна. Если не соблюдать этого условия, то независимо от высокой температуры плавления металл плохо восстанавливается углеродом пламени, ибо недостаточно окислен².

С точки зрения самого процесса восстановления или плавления металла наибольшую трудность представляло получение нужных температурных условий³. И для восстановления железа, и получения достаточно однородной металлической подделки, и для плавления меди необходима была температура свыше 1000 градусов. А получить такую температуру при помощи простой дутьевой трубки, применявшейся до изобретения мехов, было почти невозможно. Этим объясняется то, что обилие самородного металла весьма часто бывало тормозом для развития металлургической техники. Многие индейские племена (индейцы Северной Америки), знавшие лишь самородный металл, никогда не умели добывать и обрабатывать руду, что сильно удивило некоторых путешественников конца XVI столетия⁴.

Из сказанного очевидно, какое большое значение для получения железа и плавки меди (эти два металла имели наибольшее значение при производстве различных орудий труда) имело изобретение мехов. Только с применением первых мехов (в виде простого кожаного мешка или пустого сосуда с натянутой поверх кожей) (рис. 1) могло прочно стать на ноги кузнечное и литейное дело и, следовательно, могло развиться систематическое и планомерное производство самих орудий труда. Для кузнеца

¹ Следует отметить, что благодаря низкой технике металлургического производства на протяжении не только древних, но и средних веков подготовка руд к плавке имела в то время гораздо большее значение, чем теперь.

² В основе явления обжига лежит тот факт, что более высокие кислородные соединения легче отдают свой кислород при плавлении, чем более низкие. Таким образом назначение обжига—еще больше окислять металл.

³ Следует различать восстановление металла и плавление его. Некоторые металлы (например железо) могут восстанавливаться постепенно без полного перехода в жидкое состояние в отличие от других (например меди).

⁴ На это имеются указания у многих авторов; см. например, Dr. Otto Johansson, *Geschichte des Eisens* (Düsseldorf, 1925), S. 5—6.

искусственные воздуходувки действительно обязательны: только при их помощи кузнец может произвольно менять или поддерживать на определенном уровне пламя, необходимое для отковки и для сварки отдельных поделок. То же наблюдается и в области литейного дела: литье бронзы до изобретения мехов вообще представляло невероятные трудности. Плавка меди и олова, составляющих бронзу, по необходимости должна происходить в тиглях, ибо металл получается сразу в расплавленном состоянии, а достигнуть без мехов достаточной температуры при отсутствии прямого соприкосновения металла с углем почти невозможно.

Когда именно были впервые применены мехи, сказать довольно трудно. Известно лишь, что они весьма древнего происхождения. Применение мехов впервые вызвало, по всей вероятности, наличие многих тугоплавких руд (например железных шпатов), почти всегда содержащих, наряду с закисью железа, всевозможные углекислые соединения. Эти руды нуждались в хорошей прокатке перед плавлением, для чего дутьевая трубка мало пригодна. А между тем именно такие руды изобиловали во многих местах существования первобытного человека.

Введение мехов совершило полный переворот в устройстве плавильных приспособлений. Прежде это были простые земляные ямы, расположенные где-либо на склонах гор, где раздуванию пламени помогал ветер; с введением мехов земляные ямы заменили небольшими печами или горнами, получившими позднее название шахтных печей. Достоинство печи заключалось в том, что она позволяла лучше использовать тепло, чем открытый очаг. Печь выкладывалась из камня и обмазывалась снаружи глиной. Размеры печей сперва были весьма невелики; только с усовершенствованием воздуходувных приспособлений некоторые печи стали делать большей высоты и объема. В печь насыпался примерно до $\frac{3}{4}$ высоты древесный уголь, а затем размельченная руда. Дутье подводилось снизу, и задувка постепенно увеличивалась, пока печь не получала нормального режима. По окончании плавки такая печь начисто разрушалась, для того чтобы можно было достать находящийся на дне металл.

Итак, поворотным пунктом в развитии металлургии уже на заре человечества было введение мехов, которые потребовали, с одной стороны, наличия известных общественных потребностей в металле, а с другой — некоторого опыта, уже накопленного в области плавки при помощи дутьевых трубок. Очевидно, что упомянутые выше подготовительные операции с рудой (размельчение, обжиг и т. д.) исторически возникли именно в тот период, когда мехов еще не знали. Эти операции были вызваны стремлением преодолеть те недостатки, которыми обладала несложная техника плавки того времени. Но естественно, что разрешить температурную проблему подобным образом оказывалось все же невозможным. Усовершенствование качества металла зависело не только от чистоты исходных материалов, но и от температурного режима печи. Подготовительные операции окончательно развились только с введением в металлургическую практику воздушных мехов. Последнее особенно легко проследить на процессе получения железа так называемым сыродутным прессом.

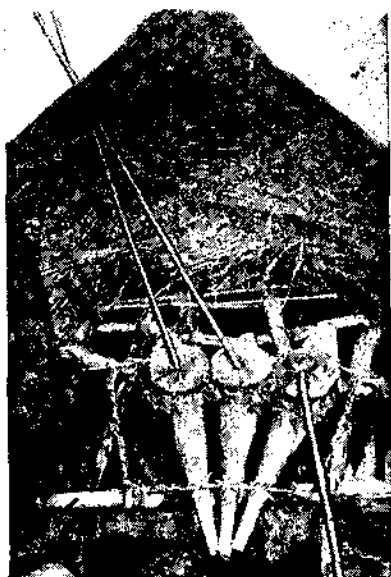


Рис. 1. Барабанные меха в Южной Америке

Этот процесс был по существу единственным из известных способов получения железа не только в древности, но и в средние века. Правда, в древности получение железа не пошло дальше этого способа, а в средних веках он был постепенно заменен другим, более эффективным. Различие между производством железа в кричном горне (откуда и название „кричное железо“) в более ранние и более поздние периоды древности заключалось лишь в способах и тщательности обработки, в количестве, которое позволяла выплавлять данная печь, а также в содержании посторонних примесей.

Восстановление железа по сыродутному способу происходило в печи в несколько приемов и было одним из самых тяжелых производств. После первой плавки кузнец захватывал получившийся на дне печи небольшой ком железа, тщательно проковывал его на наковальне (а иногда и разрезал на отдельные куски), а затем вновь клал в печь и нагревал. Эта процедура повторялась иногда до 5—6 раз и давала в итоге крицу весом не более 1—5 кг. Проковка металла производилась для отжима шлаков и увеличения однородности слитка. Без такой обработки железо сохраняло губчато-ноздреватый вид и практически было негодным. Насколько сыродутный способ выделки металла был мало производителен, показывает то, что для выплавки 1 кг железа (например из 60% красного железняка) необходимо было иметь в те времена не менее 12—14 кг размельченной руды и 16—18 кг древесного угля. Даже при всех позднейших нововведениях редко удавалось выделить сыродутным способом хотя бы половину содержащегося в руде металла¹.

Тот факт, что в развитии металлургии основную роль играли общественные потребности, а не какие-либо другие условия (например природные данные и др.), легко проследить при сравнении металлургического производства у многих первобытных племен и в странах древней культуры. Легко увидеть, что простое наличие тех или иных пород или металлов всегда было необходимым, но недостаточным условием для прогресса металлургической техники. Там, где не было широкого развития различных промыслов, где племена обходились крайне ограниченным производством, а также там, где мало были распространены торговые связи, там не было и особой нужды в усовершенствовании орудий труда, а отсюда и не было развитой металлургической техники. Последнее относится даже к изготовлению оружия — одного из первых предметов, потребовавшего, вообще говоря, большой тщательности в обработке. Так, например, железоделательное производство многих племен Южной и Средней Африки, Полинезии и др., несмотря на многовековую практику, осталось вплоть до наших дней на крайне низкой стадии развития. Обработка металлов сохранила у этих народов крайне примитивный характер: расколотый кусок дерева служил клещами, два гладких камня — наковальней и молотом, причем последний не всегда имел даже рукоятку. Некоторые первобытные племена, когда с ними познакомились европейцы, совершенно не знали изготовления сталей; характерно, что, по свидетельству некоторых исследователей, такие племена зачастую отказывались от предлагаемых им в виде объектов торговли стальных изделий и ножевых товаров².

Совершенно иную картину мы видим во многих странах рабовладельческого хозяйства (Северная Африка, западная и восточная часть Малой Азии, побережье Средиземного моря). Так, Египет, который благодаря плодородной почве и обилию медных месторождений рано перешел от периода варварства к цивилизации, стал не только успешно возделывать свои

¹ По вопросу о расходе руды и топлива в течение первого этапа развития железоделательного производства см. Dr. Otto Johansen, *Geschichte des Eisens*, S. 6—10.

² Такой факт приводится, например, в бюллетене Лондонского института железа и стали за 1927 г. (*Iron and Steel Inst.*, London 1927).

равнины (не последнее место тут играли опять-таки металлические сошки), но и провел целую систему искусственного орошения, которое освободило земледелие от неблагоприятных климатических условий (частая засуха). Это предоставило Египту широкие возможности хозяйственного процветания. Но устройство многочисленных каналов, водоемов и озер было бы просто немислимо без применения металла для изготовления большого количества различных орудий. То же можно сказать о многих дошедших до нас памятниках древности: всевозможных пирамидах, обелисках и пр. Характерно, что многие граверные работы, произведенные египтянами над весьма твердыми каменными породами, заставили некоторых современных исследователей предположить, что в те времена были известны какие-то особые способы закалки бронзовых инструментов. И хотя это предположение вряд ли вероятно (науке до сих пор такие способы неизвестны, а указанные граверные работы могли быть сделаны и стальными орудиями), тем не менее, сам факт существования подобных работ показывает, какого совершенства достигли отдельные мастера в древности (например каменщики, резчики и др.) и насколько важной становится в этих условиях проблема крепости и твердости употребляемых инструментов¹.

Сравнение металлургии древних и первобытных народов интересно еще в одном отношении. Оно дает нам ключи к выяснению того, почему древние, несмотря на широкое развитие литейного дела (а начиная с 3000 лет до нашей эры и железоделательного производства), не обладали все же такой высокой металлургической техникой, как это можно было бы ожидать. В самом деле, можно, например, утверждать, что древние не знали чугуна и не умели его добывать. Но, с другой стороны, даже при выплавке меди (а ее выплавляли так много, что одного самородного металла, конечно, не хватало) древние пользовались только наиболее доступными медными рудами, так называемой красной и черной медью². Процесс восстановления этого вида руды протекает при обжиге совершенно самопроизвольно и дает сравнительно чистую медь.

Вообще знакомство с древней металлургической техникой поражает относительной ее несовершенностью. Так, например, древние умели применять водяную силу к движению воздушных мехов, но это не оказало сколько-нибудь значительного влияния на развитие металлургии. Некоторые системы мехов, применявшихся древними, нередко уступали даже мехам туземных племен. То же можно сказать и о размерах и оборудовании печей. Важно отметить, например, что некоторые племена Камеруна знали и применяли цилиндрические воздуходувки (мехи, действующие по поршневому принципу с малым вредным пространством и большой силой нагнетаемого воздуха), в то время как в древности цилиндрические воздуходувки стали применяться лишь со времени Витрувия; они сыграли в этот период гораздо большую роль в горном деле, чем в истории металлургии.

¹ Подобную возможность закалывать бронзовые инструменты, будто бы известную в древнем Египте, оспаривают многие авторы, например д-р Юист, в статьях: "История железа" (см. энциклопедию "Промышленность и техника", т. V, стр. 439). К этому нужно добавить следующее: на основании изучения диаграмм плавкости меди—олова, современное металлосложение действительно установило принципиальную возможность закалывать бронзу, вследствие выпадения в последней при высоких температурах ряда твердых растворов. Однако практически такая закалка до сих пор неизвестна и вряд ли осуществима, ибо помимо всего прочего неизвестна такая модификация сплавов Cu—Sn, которая оправдывала бы по качеству процесс закалки, т. е. обладала бы повышенной твердостью.

² Эти руды составляют обычно лишь малую часть более глубоких рудных месторождений серпнистого состава. Восстановление серпнистых руд, за исключением так называемого медного блеска, значительно сложнее. Редкая руда, как, например, медный колчедан, в те времена, конечно, не использовалась, ибо, с одной стороны, содержит слишком небольшой процент меди, а с другой, требовал сложной обработки, которая технике того времени была не под силу. Только при современных технических возможностях стало экономически выгодным перерабатывать эти руды на медь.



Рис. 2. Индийская железоплавильная печь

Что касается размеров печей, то многие австралийские племена применяли при выделке железа сравнительно высокие (до 2—3 м) печи, которые, естественно, были гораздо производительнее малых, а древние удовлетворялись при выплавке железа низкими печами или горнами на манер тех, которые существовали в самые ранние периоды человеческой истории. Кроме того, печи некоторых туземных племен (например малайских народов, индийских племен, рис. 2) обладали перед печами древних рядом чисто конструктивных преимуществ. Так, некоторые печи туземцев делались в форме бутылки с вытянутым горлом¹, что сильно сберегало тепло печи и обеспечивало лучшую тягу. Передняя часть таких печей, называемая грудью, делалась вставной, так что не было необходимости полностью разбирать печь при окончании плавки. В таких печах обычно существовал специальный сток для шлака, что давало им явное преимущество перед другими конструкциями печей.

Необходимо еще раз отметить, что невысокая техника металлургического производства древних существовала бок о бок с высоким развитием многих ремесел, потреблявших металл и изготавливавших металлические изделия. Можно перечислить несколько десятков самостоятельных ремесел, связанных с металлургическим производством и достигших в рабовладельческом обществе большого совершенства (кузнецы, литейщики и оружейники). Из металлических предметов, производившихся в массовом количестве (помимо хозяйственной утвари и инструментов) необходимо особо отметить оружие. Количество выплавляемого и ступательного и оборонительного оружия превышало все, что можно было бы ожидать от несовершенных плавильных древних. Преимуществом древних, по сравнению с туземными племенами, было широкое развитие торговли. Во многих странах древней культуры не существовало собственных источников олова — металла, входившего в состав бронзы и дающего сплаву прекрасные литейные качества. Оловянные рудники в тот период времени существовали лишь в весьма немногих местах земного шара — в Индо-Китае, Индийском архипелаге, Испании и Англии. Народы, славившиеся бронзовой техникой, были как раз принуждены ввозить олово из других стран. Торговля оловом сосредоточилась в древности в руках предприимчивого народа

¹ Устройство и работа такой печи, построенной в форме бутылки, хорошо изложено у dr. Otto Johannsen (цитированный труд).

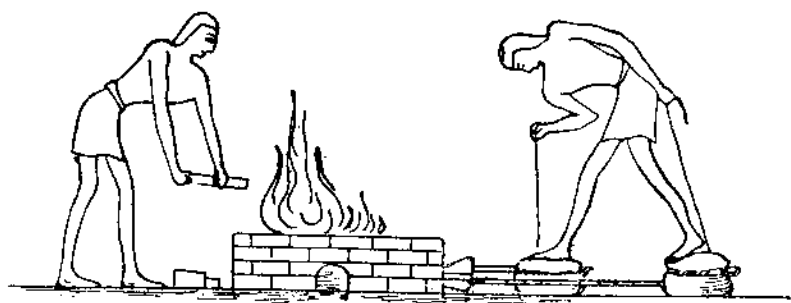


Рис. 3. Египетский горн

финикиян, которые по праву получили название мировых поставщиков металла. Насколько велико было участие финикии в распространении металла, показывает тот факт, что принадлежащие им бронзовые и железные изделия археологи находили буквально во всех частях света и даже в Германии, куда финикияне могли проникнуть только вдоль берегов реки Рейна¹.

Таким образом, мы видим, что металлургия древних развивалась скорее количественно, чем качественно. Нетрудно видеть и основную причину этого. Она заключалась в принудительной системе рабского труда. Металлургия в этот период снабжала своей продукцией различные отрасли, пользовавшиеся по преимуществу рабским трудом, и сама базировалась главным образом на таком же принудительном труде. В этом заключается не только причина своеобразия некоторых сторон металлургической техники того времени, но и условия, вызвавшие задержку в ее развитии и последующий упадок. Несомненно, что колоссально-распространение литейного дела было вызвано потребностью в большом количестве инструментов и оружия, производить которые отковкой было значительно дольше и труднее². Только литье могло обеспечить массовость производства соответствующих предметов, ибо сыродутный процесс получения железа был чересчур продолжительным. С другой стороны, одной из важнейших причин, по которой печи для плавки металла (например того же железа) строились в древности небольших размеров (несмотря на наличие довольно совершенных мехов), было применение труда рабов. В условиях принудительного труда раба нельзя было поручить сравнительно сложную работу по загрузке и регулировке большой печи, где процесс плавки металла требовал значительно большего внимания, опыта и знаний плавильщика. Зато рабовладельцам и жрецам того времени ничего не стоило использовать неограниченного числа неквалифицированной и даровой рабочей силы для выплавки железа и других металлов в небольших печах или горнах. Поэтому египетский горн является наиболее примитивным устройством для плавки металла (рис. 3).

Обладая неограниченным запасом рабочих рук, рабовладельцы не стеснялись в увеличении количества одновременно действующих горнов, конструктивная простота которых обеспечивала хотя небольшое, но бесперебойное снабжение металлом. Эти горны в сумме могли давать любое количество железа. Этим объясняется то, что железо в древности было в значительно меньшем ходу, чем бронза, и что, с другой стороны, сама техника железоделательного производства оставалась на крайне низкой стадии развития. Все дошедшие до нас образцы железных изделий древ-

¹ Некоторые ученые (например Нейбургер и др.) вообще считают, что железо стало впервые известно в Германии только таким путем.

² Мы считаем, что именно этим объясняется колоссальное развитие бронзовой техники древних.



Рис. 4. Железная колонна в Дели

них составлены и сварены из мелких криц металла, получившихся как раз из подобных несовершенных печей. Примером могут служить многие находки европейцев в местах древней культуры. Так, при раскопках дворца Саргона в Вавилонии, в Конараке и в других местах было найдено большое количество железных балок, якорей и других крупных предметов, сваренных из отдельных небольших криц металла. В Центральной Индии была обнаружена исполинская железная статуя весом свыше 1 000 пудов, произведенная подобным же способом. Железные колонны, найденные в Дели и Даре (они относятся к III—VII веку нашей эры) весом в 6—7 т, были составлены из отдельных кусков, из которых наибольший весил не более 39 англ. фунтов (рис. 4).

Все эти находки подтверждают, что наиболее распространенной формой труда и древности была система простой кооперации, т. е. такое объединение работников, при котором каждый выполняет один и тот же трудовой процесс без расчленения его на составные фазы. Для того чтобы железоделательное производство могло развиваться качественно и пойти по

пути усовершенствования процесса плавки, получения железа с литейными качествами, повышения коэффициента полезного действия печей и т. д., необходимы были в первую голову правильное общественное разделение труда и разбивка производимых операций на отдельные и независимые приемы¹. Только при этом условии могла идти речь о введении новых технологических процессов, эффективном росте печей и т. д. Но в результате наличия рабовладательства вместо крупных мастерских и производств постоянного характера в древности изобиловали отдельные мелкие плавильни, раскинутые на больших пространствах; они упрощали, насколько это было возможно, все те знания и весь опыт, который был накоплен в области металлургии многими предшествующими племенами и народами.

Этим может быть объяснено и незнание древних с чугунами, и несовершенство применяемых мехов, и примитивность в использовании и обработке руд. Для получения чугуна необходимы высокие печи, в которых восстановленное железо могло бы быть вновь науглерожено. Но для того чтобы этот рост печей мог осуществиться, с чисто экономической точки зрения необходимо, в первую очередь, существование обильной потребности в подобных печах. С другой стороны, нужны более совершенные мехи, приводимые в движение механическим двигателем.

Итак, история металлургического производства древности показывает нам, что не только наличие соответствующих общественных потребностей определяло состояние металлургии на том или ином этапе общественного развития, но что тут имело большое значение и господствовавшая в этот период система труда. Металлургия безусловно не могла развиваться при наличии слабых запросов к металлу, как к материалу для производства орудий труда, а также при отсутствии развитых промыслов и специальностей, общей замкнутости и слабой торговой связи между отдельными народами (см. сказанное выше по отношению к некоторым африканским, австралийским племенам и др.).

Но наряду с этим история дает нам примеры того, как даже при наличии довольно высоких запросов и при большой нужде в металле вместо прогрессивного повышения металлургической техники происходит застой отдельных методов выплавки (страны древней культуры). В этом последнем случае необходимо признать металлургию многих наиболее развитых туземных племен (малайцы, племена Камерума) более совершенной и обладающей большими потенциальными возможностями, чем у древних, хотя по уровню общего экономического развития многие племена не могли уйти далеко². Не случайно, например, что, несмотря на сравнительно невысокий уровень металлургического производства в собственном смысле этого слова, древние научились тем не менее (правда, довольно поздно)

¹ Разделение труда, имевшее место при образовании отдельных промыслов и ремесел, не имеет ничего общего с тем, которое мы имеем в виду сейчас. Ремесленник остается кустарем, производящим один (или при помощи незначительного числа помощников) всю работу, связанную с его специальностью. Кооперацией называется массовое объединение работников для производства одного и того же товара или продукта, причем производственный процесс может быть разбит или не разбит на отдельные, дополняющие друг друга приемы. В первом случае мы получаем сложную кооперацию, во втором — простую, о которой и идет речь (см. Э. Маркс, Капитал, т. I).

² Можно провести известную аналогию между затрагиваемым явлением и эпохой перехода от каменного века к металлическому. Как мы видели, для замены камня металлом нужна была не только потребность в более прочных и разнообразных орудиях, но и соответствующие навыки и умение обрабатывать руду и возможность достижения высоких температур (применение мехов). Одно без другого не разрешало проблемы. Так, например, нами было уже указано, что при наличии одних самородных металлов производство орудий осуществлялось просто, быстро, но они не могли вытеснить совершенно камень из производства, ибо не обладали достаточной твердостью. Наоборот, при умении обрабатывать руду и получать металл, но при отсутствии стимулов к дальнейшему развитию металлического производства, вся техника и все развитие народов оставались крайне низкими (африканские племена, некоторые индийские народы и др., см. выше).

выделывать разнообразные сорта сталей, знали цементацию железных изделий и широко ею пользовались. Это становится вполне понятным, если учесть все значение сталей для отдельных видов ремесленной деятельности, а также для военного дела. Наиболее совершенное стальное производство возникло однако только во II веке нашей эры в Дамаске; производимая сталь была широко известна под названием булата и представляла собой лучшее из всего, что мы знаем в получении стали вплоть до машинной техники.

Но металлургия древних была лишь одной из отраслей рабовладельческого хозяйства, в которой в той же мере, как и в других отраслях, со всей силой сказался застой, вызванный несоответствием потребностей общественного развития и имевшихся производственных возможностей. Не удивительно поэтому, что с эпохой общего упадка рабовладельческого хозяйства последних лет Римской империи¹ (последствие непроизводительности рабского труда, задержки в развитии земледелия, ремесла и т. д.) окончательно падают и методы металлургического производства и те способы изготовления сталей, которые были достоянием прошлого².

Производство металла в феодальный период

В средние века производство металла входит в совершенно новую полосу развития. Состояние металлургической техники в эту эпоху сильно отличалось от древности. Так, например, если вся античная техника покоилась главным образом на литейном искусстве, то в средние века изготовление и литье бронзы сперва почти не применялось, так как в этом не встречалось никакой необходимости. Почти все предметы выделялись из железа. Это объяснялось двумя причинами: во-первых, низким уровнем развития тех племен, которые завоевали территории бывшей Римской империи, и наличием у них еще полукочевого образа жизни, а во-вторых — преобладанием среди этих племен (а позднее и среди развившихся из них государств — Франкской монархии и др.) натурального хозяйства и наличием лишь крайне слабых рыночных отношений. Последнее составляло отличительную черту средневекового феодального хозяйства и предопределило судьбу металла на протяжении всего первого тысячелетия нашей эры.

¹ Необходимо оговорить, что разложение феодального хозяйства произошло далеко не в один и тот же период во всех странах древней культуры. В то время как это разложение сказалось наиболее ярко в центральных местах Римской империи, на окраинах и в колониях Рима рабовладельчество еще продолжало существовать и развиваться. На этой основе создается Восточная (Византийская) империя со столицей в Константинополе.

² Объем статьи не позволяет нам коснуться очень интересной темы о развитии производства сталей и термической обработки ее в древности. Укажем только, что первоначально стала известна цементация изделий, причем оружие (и инструмент) изготовлялись сваркой отдельных науглероженных кусков металла. Науглероженное железо получалось в плотно закупоренном горне. В связи с подобным материалом была по всей видимости открыта и закалка стальных изделий, причем с последней было сопряжено не мало фантастических суеверий. Так, например, в «Вестнике Лондонского института железа и стали» приведены тексты пригодных для закалики рецептов (из записей одного храма в Балгале). Один из таких рецептов гласит: «нагреть кинжал, пока он не засветится, как восходящее в пустыне солнце, затем погрузить его в тело сильного раба, пока он (кинжал) не примет цвета царского пурпура...»

С подобными же суевериями было сопряжено и изготовление сталей другими способами, как, например, искусственным сплавлением железа с графитом. Эти способы, основанные на многолетнем опыте, содержались в тщательном секрете. Булатная сталь, как наиболее совершенная форма последнего способа изготовления, перестала быть достоянием отдельных ремесленников, а стала производиться более или менее планомерно лишь в эпоху Диоклетиана, который организовал в Дамаске широкое ее производство. Не случайно однако, что этот период следует отнести уже к разложению рабовладельческого хозяйства, когда, с одной стороны, отмирают отдельные касты цеховых ремесленников, а с другой — рабовладельчество явилось тормозом для широкого распространения мануфактур.

С образованием феодального государства и крупного частного землевладения земля оказалась разделенной между отдельными феодалами и вассалами; вместе с ней были разделены все свободные леса, залежи железных и других ископаемых, а также общественное право на их добычу и обработку. Ни о какой планомерной разработке рудных месторождений в этих условиях не могло быть и речи, как не могла идти речь об организованном металлургическом производстве. Крестьянин в феодальных усадьбах производил сам все, что можно было произвести из железа, нисколько не заботясь об улучшении и расширении добычи и обработки. Феодал устанавливал ряд правил, закрепленных в договоре с производителем, и тот обязан был их выполнять. Так, например, за разработку железных ископаемых в Штейермарке и Каринтии крестьянин должен был отдавать владельцу земли одну четвертую часть получавшегося металла. Кроме того, он должен был удовлетворить все потребности феодала, выполнять его требования на вооружение, поставлять предметы хозяйственного обихода и т. д.¹ Такую же монополию составляла рубка леса и приготовление древесного угля. Одно из старейших установлений (данное нассаускими графами крестьянам Зигерланда) обязывало лесорубов снабжать замки дровами и предоставлять большую часть добычи угля на потребности кузнецов и оружейников поместий.

Чтобы иметь представление о тех ограничениях, которые эти условия накладывали на производство металла, укажем, что плавка железа в одной небольшой печи (сыродутным способом) в течение суток давала в эту эпоху не больше 5—10 кг металла при потреблении около 40—60 кг древесного угля и выделении из руды от 20 до 30% содержащегося в ней металла. Столь невысокая производительность, естественно, не могла способствовать заметному росту металлической техники.

Несколько лучше велось металлургическое производство в монастырях и церковных усадьбах. Примером этого могут служить многие промыслы Вестфальского района, епископство Люттих и, наконец, известные рудники в горах Гарца (в Раммельсберге и других местах), где помимо производства стальных изделий (крестьяне Шмальгальдена), уже с раннего средневековья добывалось серебро и велась торговля с северными странами. В числе стран, торговавших с гарцевскими промыслами, находилась и Россия (Новгород).

Пользуясь своей духовной властью и влиянием, церковные общины рано стали добиваться особых охранных грамот и гарантий на провоз и продажу своих товаров в иноземные области и внешние рынки, например вдоль берегов Рейна и Дуная в Италию, а затем и в Турцию. Именно этому обстоятельству следует приписать заинтересованность церкви в усовершенствовании способов производства, во введении новых приемов обработки и, наконец, в изменении условий труда².

Особенно интересна и та роль, которую сыграла церковь в развитии металлургической техники в связи с так называемыми крестовыми походами. Эти войны, предпринятые на словах „для освобождения гроба господня“, а на деле для завоевания восточных рынков и усиления влияния европейского торгового капитала в Малой Азии, вызвали, с одной стороны, уничтожение узких барьеров между отдельными феодальными владениями (которые исключали возможность для феодальных промыслов вести торговлю и обмен своими изделиями), а с другой — дали первый толчок объединению отдельных производителей. Кроме того, эти походы потребовали улучшения наступательного и оборонительного оружия, что

¹ См. Dr. Beck, Die Geschichte des Eisens.

² Недаром одним из первых договоров, заключенных с „господами цехами“ серебряников, явился в 1185 г. договор епископа Триентского, в котором он предъявляет ряд строгих требований к добыче и обработке серебряных руд.



Рис. 5. Мех с приводом от водяного колеса

способствовало возникновению ряда новых ремесел. Прочность оружия, а также различных орудий и инструментов, необходимых для ряда развивающихся специальностей, отныне приобретает большое значение. Помимо всего прочего крестовые походы вызвали улучшение металлической техники еще и потому, что крестоносцы вывезли в Европу различные методы старинного производства сталей; овладение этими секретами, несомненно, стояло далеко не на последнем месте в числе мотивов, побудивших крестоносцев к завоеванию Востока.

Производство металла на протяжении большей части средневековья не представляло собой чего-нибудь нового с чисто металлургической точки зрения. Но, несмотря на то, что первоначально никаких особых нововведений не происходило, узкая сырьевая база феодальных поместий внесла в Металлургию свои специфические черты, чем и предопределила дальнейшие усовершенствования. Ограниченность рудных источников местными залежами, находящимися в сравнительно небольшом районе феодального владения, вызвала необходимость в использовании без

разбора многих сортов тугоплавких и нечистых руд — магнитных железняков, шпатовых руд и др.

Эта необходимость росла по мере увеличения потребности в металле, вызванной с момента крестовых походов экономическими и чисто техническими нуждами, и привела к росту размеров шахтных печей. Рост печей шел главным образом в высоту; в длину и ширину увеличивать печь было невыгодно, так как это требовало бы специальных приспособлений для продвижения руды к центру горения. Рост печей в высоту позволял также производить предварительный подогрев в печи наиболее тугоплавких руд¹.

С этого началось развитие металлургической техники. Более высокие печи потребовали применения мехов лучшей конструкции и большей двигательной силы, чем это могли предоставить мускулы человека. Примерно в начале XIII столетия металлурги стали применять водную энергию, соединяя рычаги мехов с водяным колесом (рис. 5). По своей конструкции воздухоподувные средства средневековых металлургов первое время представляли собой простые остроугольные мехи, состоящие из двух деревянных крышек. Они мало отличались от мехов, применявшихся в древности. Подобные мехи позволяли производить плавку в печах средней высоты, получивших специальное название штукафенов. Плавка металла в штукафене ничем не отличалась от плавки в горне (рис. 6).

Дальнейшее увеличение слоя руды и угля, через которые должен был пройти нагнетаемый в печь воздух, потребовало изменения конструкции

¹ Не нужно думать однако, что переход к высоким печам произошел сразу. Некоторое время (главным образом у ганзейских народов) применялись такие системы печей, при которых плавка металла происходила не на древесном угле, а прямо на дровах: обугливание дерева происходило тут же в печи, куда в целях использования получаемой теплоты ранее укладывалась руда. Такие печи отличались не столько высотой, сколько шириной, чтобы вместить сложенные поленья и руду. Они продолжались в практике недолго, ибо требовали ряда дополнительных операций: сгребания готовых углей к центру горения, складывания туда же разложенной по краям печи руды, наблюдения за процессом обугливания дерева и т. д.

мехов. Это было связано с еще большим увеличением высоты печей. В крупных железоделательных центрах, занимающихся планомерным производством железа для рыночных целей, печь средней высоты оказалась мало экономичной: она позволяла получать слишком малые массы металла. Более высокая шахтная печь позволяла кроме того лучше использовать уходящую кверху теплоту длиннопламенных углей и давала минимальный расход топлива, а наравне с этим и более высокую температуру. Такие печи, достигшие высоты до 4—5 м, получили специальное название „блау-офенов“.

Для сравнения производительности такой печи можно указать, что подобная печь, построенная в Шмалькальдене (рис. 7), давала уже за 12—18 часов работы от 700 до 900 кг железа¹. Расход топлива составлял в среднем около 230%, а выход давал до 40% использования находящегося в руде металла. Вследствие этих преимуществ подобная печь представляла несомненный выигрыш при планомерном и систематическом производстве. Введение ее в практику было, однако, связано не только с приложением водной энергии к движению мехов, но и с изменением самой конструкции мехов. Недостаток деревянных клинчатых мехов заключается в том, что они обладали ограниченными возможностями для увеличения количества подаваемого в печь воздуха, а также неравномерностью хода.

Первое время для увеличения количества подаваемого в печь воздуха (потребность в этом была вызвана увеличением емкости печи) старались присоединять к одному водяному колесу одновременно несколько мехов. При несовершенстве передачи того времени это представляло крупное неудобство. Поэтому обычно более 2—4 мехов к одной установке не присоединяли. При желании получить большее количество воздуха, пользуясь одними клинчатыми мехами, приходилось значительно увеличивать площадь и габариты верхних крышек, что сильно затрудняло всасывающую способность мехов. Поэтому на смену клинчатым мехам явились деревянные ящичные мехи². Это были первые мехи, действующие по поршневому принципу и обладающие прямолинейным ходом. Они позволяли производить равномерную подачу воздуха; с их введением была полностью разрешена в металлургии той эпохи проблема расхода и давления нагнетаемого в печь дутья.

Плавка металла в больших печах (блау-офенах) не только дала определенные преимущества против старого способа, но и привела к изменениям в самом процессе плавки. Большая высота печи вызвала необходимость производить при ее загрузке переслаивание, т. е. засыпание слоев руды

¹ Данные о шмалькальденских печах (типа блауофенов) приведены у Johansen (цитированный труд), стр. 36—38.

² Новая конструкция мехов позволяла свободно увеличивать размеры последних в 10—15 раз (по сравнению со старыми) при одновременном усилении давления воздуха в трубопроводе в 3—4 раза. Интересно отметить, что введение деревянных ящичных мехов произошло не без сопротивления со стороны некоторых предпринимателей и мастеров старых клинчатых мехов. Еще в 1629 г., когда некий Людовик Пфаленшмидт попытался ввести ящичные мехи в Гарце, против него был составлен заговор, а мехи разрушены.



Рис. 6. Плавка металла в штокфене

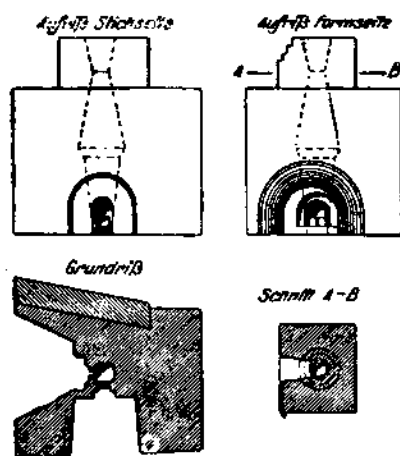


Рис. 7. Печь Шмалькальдена

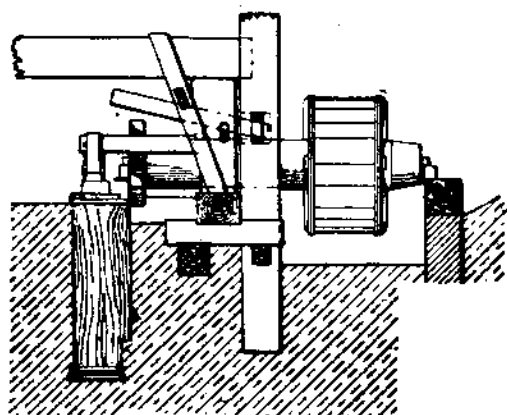


Рис. 8. Водяной молот в графстве Марк

и угля попеременно. Без этого в печь нельзя было бы поместить достаточного количества топлива, обеспеченного рудой. Переслаивание, в свою очередь, создало возможность бесперебойной работы печи; разогревание и запускание такой печи были слишком сложными операциями, чтобы их можно было производить часто. Эта непрерывность процесса плавки металла и составила основное производственное отличие применявшейся впоследствии домны от простой шахтной печи. Прослаивание и усиление дутья (после изобретения ящичных мехов) привели кроме того к новому и неожиданному результату — к получению жидкого и некушающегося чугуна. Усиление дутья сильно подняло температуру горения нижних слоев угля, которая доходила до 1500 градусов; эта более высокая температура имела своим следствием появление новых реакций: разложения окиси углерода и соединения углерода пламени с восстановленным железом.

Получаемый чугун вначале стекал вместе со шлаком и считался браком производства. Он не мог быть использован для выделки предметов, изготовлявшихся в тот период главным образом ковкой. В использовании же литейных качеств чугуна не встречалось никакой необходимости. Лишь позднее, с возрождением металлургии бронзы, чугуном начинают пользоваться как литейным материалом. Переработка чугуна на железо и сталь в первое время была также неизвестна, хотя с получением больших криц металла в печах типа блауофенов в этом назревала уже известная необходимость: получение таких больших криц было сопряжено с большими затруднениями при ее обработке. Так, из условий, созданных экономическими предпосылками и техническими потребностями, постепенно, путем ряда изменений, возникла острая нужда коренного переворота в металлургии железа, переворота, предвестником которого было получение чугуна¹. Как нами уже отмечалось, расширение металлургического производства и рост ремесленной техники были тесно связаны с развитием рыночных

¹ Необходимо отметить, что переход к доменному производству, помимо непрерывности процесса плавки, связан еще с другими не менее важными моментами. Дело в том, что необходимость пользоваться водной энергией заставила строить печи около рек и водопадов. Прежние плавильни, расположенные на откосах гор, уступили свое место железорудным заводам, устраиваемым в долинах, а последние (заводы), вследствие несовершенства транспортных устройств и путей сообщения принуждены были заботиться о создании соответствующих запасов рудных и угольных средств. Именно скопление значительного количества руды и угля вблизи железнорудных центров создало прочную базу для еще большего роста печей, увеличение толщины угольного и рудного слоя и, наконец, переход к безостановочной плавке и непрерывной загрузке печей. Этим собственно и была определена доменная установка.

отношений и падением натурального хозяйства, господствовавшего до крестовых походов. При этом появилась нужда не только в больших количествах металла, но и в усовершенствовании его обработки, а позднее — и в получении прочных сортов стали. Кроме того, рост рыночных отношений оказал большое влияние на возрождение литейного искусства. С появлением крупных металлических изделий в обработку металла вводятся некоторые механические приспособления, призванные облегчить ручной труд. Появляются, например, хвостовые молоты, рукоятки которых соединяются с водяным колесом на манер того,



Рис. 9. Машина для дробления руды в XVI веке

как это производилось у нагнетательных мехов. Хвостовые молоты уже к началу XIV столетия производились различных конструкций, весов и скоростей ударов. Наибольшее число ударов в минуту доходило до 120 при весе „бабы“ до 80 кг (молот в графстве Марк, рис. 8). Как велико оказалось значение молотов при обработке больших криц металла, видно хотя бы из того, что вместо 12—15 часов работы при обработке крицы со средним весом в 30—35 кг хвостовой молот позволял производить обработку той же крицы в течение 4—5 часов.

Кроме молотов и механической толчеи, приводимой в движение той же водяной мельницей (она ускоряла раздробление и подготовку руд к плавке, рис. 9), с развитием ремесла входит в практику металлургии ряд других приспособлений: ножницы для резки железных листов, позднее — сверляльные станки, приобретшие большое значение для внутренней отделки пушечных стволов, наконец прокатные, станы и др.¹

Важно, однако, отметить недостаток, которым обладали все указанные выше приспособления при использовании водной силы как двигателя. Этот недостаток заключался в том, что водную силу нельзя было неограниченно увеличивать, ибо размеры водяного колеса и наличие водных источников ставили естественные границы этой силе. С другой стороны, незнание законов трения, зацепления, разложения сил и т. д. затруд-

¹ Преимущества водяного колеса в различных отраслях ремесленно-технической деятельности можно хорошо проследить на процессе изготовления проволоки. Еще в IX и X веках проволока изготовлялась отковкой и только позднее, в связи с изготовлением доспехов (кольчуги), производством гвоздей, иглоу и т. д., появляется волочение. Но ручное волочение не могло обеспечить большого количества проволоки, по мере того как увеличился спрос на нее. Отсюда применение водяного колеса в проволоочном производстве становится прямой технической необходимостью с момента изобретения волочильной доски. Только волочение при помощи водяной мельницы обеспечило необходимую равномерность в протяжке.

няло устройство передач наиболее рационального типа. Нередки были случаи, когда применявшиеся передачи (при работе нескольких станков от одного колеса) поглощали до 50—80% полезной работы. Поэтому перечисленные станки и механизмы не случайно носили чисто вспомогательный характер и оказывались все же неспособными вытеснить ручной труд из всех областей его применения.

Примерно теми же недостатками, которые были отмечены в использовании технических приспособлений, страдали и применявшиеся способы получения и обработки сталей. Несмотря на большое значение, которое получила сталь в условиях ручной техники, способы выделки стали до периода мануфактурного производства стояли на крайне низком уровне. Наиболее распространенный способ выделки стали заключался в простой проковке и сварке различных полос железа, подвергшихся предварительной цементации в печи. Способ цементации, т. е. поверхностного науглероживания железа, был известен довольно давно и был, по всей вероятности, открыт при обычном сыродутном процессе получения железа. Достаточно было оставить железные изделия в плотно закрытом, но еще горячем горне несколько часов, чтобы они получили на глубину в несколько миллиметров поверхностную твердость. Кроме указанного способа, изготовление стали иногда производилось прямо в печах путем предварительного расплавления и науглероживания всей массы кричного железа, хотя этот способ, как зависящий от многих случайностей, требовал исключительных предосторожностей. Он применялся в некоторых крупных владениях и хозяйствах отдельными мастерами, которые держали свое изобретение в строгом секрете. Этот способ требовал исключительно высокой температуры, равномерного дутья и был по существу (при незнакомстве мастеров с сущностью процесса науглероживания) самым неверным. Иногда получалась сталь, иногда хрупкий чугуны, а чаще всего, из-за сильного окисления, получался вообще негодный материал.

К достижениям ремесленной техники следует отнести также возрождение металлургии меди и всего литейного дела. Начало разработок первых (после древности) медных рудников в Европе восходит к 860 г. Значительных размеров производство меди достигает, однако, только к 1200 г. Но даже и в это время ему далеко до продукции древнего мира. С развитием рыночных отношений и особенно с появлением огнестрельного оружия добыча, обработка и литье меди (и бронзы) делают резкий скачок вверх.

Интересно отметить ту тесную связь, которая существовала в эту эпоху между литейным делом и системой труда, господствовавшей в феодальном мире. Как известно, цеховой строй феодальных городов создавал всевозможные уставы и регламенты, строго ограничивающие изготовление и сбыт определенных изделий, а также, что особенно важно, точно указывал число подмастерьев или учеников, которых разрешалось держать каждому мастеру.

Понятно, что в этих условиях цеховое производство не могло обеспечить требующееся для изготовления крупных поковочных работ количество рабочей силы; мы не говорим уже о том, что оно не могло наладить широкого сбыта подобных изделий. Первые пушки, произведенные в Европе, делались, как и большинство металлических предметов этого периода, из железа и были составлены из сотен сваренных вместе колец металла. Понятно, что при расширении военной техники этот способ нужно было заменить отливкой мортир и пушек, что намного сокращало занятую рабочую силу. Поэтому не случайно, что с введением огнестрельного оружия металлургия бронзы начинает вновь усиленно развиваться, и проблема получения меди становится одной из существенных проблем¹.

¹ Недостаток места не позволяет нам коснуться очень интересной связи между развивающейся к этому периоду алхимией и металлургией цветных металлов. Внешняя сходность меди и многих ее соединений с золотом невольно привлекала внимание алхимиков, заставляла их

К этому периоду относится выпущенное в 1530 г. первое печатное сочинение по металлургии и горному делу, где Г. Агрикола описывает уже ряд операций по металлургии меди, не известных даже древнему миру. Сюда относятся указания на существование ряда промежуточных процессов, служащих для обогащения медных руд и удаления находящейся в ней серы (так называемой плавки на Купфершейн), усовершенствование способов обжига медных руд в специальных обжигательных печах, способы мокрого обогащения руд, сводившиеся к осаждению в растворах всевозможных примесей, и т. д.

Но если потребность в литье особенно сильна в связи с появлением огнестрельного оружия, а также в связи с ограничением цехового способа производства в феодальном обществе, то с развитием новых промышленных отношений и созданием мануфактур эта потребность стала еще больше сказываться.

Вопрос о влиянии мануфактурного производства на металлургию — один из основных в истории металлургии. С эпохой разложения феодального общества связано не только широкое применение литья, но и крупные сдвиги в способах получения металла, выработки стали и передела чугуна. Чугун, считавшийся прежде браком, начинает с расширением литейного дела применяться для литья самых разнообразных предметов: плит, наковален, ядер и др. Особенно велико было литье чугунных пушек, производством которых славилась Англия. Однако произошло это не сразу, ибо первый чугун, полученный из шахтной печи, был слишком густым, обладал низкой жидкоплавкостью и потому плохо заполнял форму (белый чугун). Лишь постепенно металлурги научились производить необходимое медленное охлаждение чугуна после его выплавки для придания ему хороших литейных качеств (серый чугун).

Наряду с этим способом стали улучшать состав чугунов также путем рафинировки. Процесс рафинировки заключался в том, что путем нагревания чугуна в горне из него выжигались различные вредные примеси — сера, кремний и др. Это имело большое значение в связи с неоднородностью получавшихся чугунов.

Все перечисленное нами, конечно, не исчерпывает достижений мануфактурного периода. С появлением мануфактурных производств широкое внедрение металла почти во все отрасли техники поставило перед металлургией целый комплекс задач. Это были, с одной стороны, задачи количественного порядка, связанные с выработкой нового способа получения железа (более эффективного, чем сыродутный процесс), а с другой — задачи качественные, вызванные самой системой или принципом мануфактур.

К получению железа из чугуна подходили различными путями. Очевидность взаимной связи между железом и чугуном была установлена уже с первых лет существования высоких шахтных печей. Однако в то время как образование чугуна протекало совершенно самопроизвольно, искусственный обратный переход чугуна в железо встретил большие затруднения. В этой области было проделано немало всяких попыток. Важно отметить, что все эти попытки шли по двум линиям: по линии улучшения качества чугуна для литейных целей и по пути повышения однородности самого кричного железа. Дело в том, что рафинировка чугуна сопровождалась

разработать некоторые методы и приемы, которые необходимы для очищения медных руд. Так были открыты металлы цинк и кобальт, а затем висмут и сурьма. Также был разработан алхимиками способ рафинировки медной руды с свинцом, позволявший извлекать серебро. Вследствие отсутствия научных взглядов многие процессы познавались алхимиками чисто эмпирически, путем многолетнего опыта и проб. Отсюда поэтому алхимия сделала все для накопления того опыта, который был необходим для последующего развития научных основ химии и металлургии, хотя обобщить сама этот опыт алхимия была еще не в состоянии.

выгоранием наравне с прочими примесями и углерода. Если процесс затягивался, он мог невольно привести к получению высокоуглеродистой стали.

Но история дает нам еще и другой пример, доказавший мастерам того времени возможность превращения чугуна обратно в железо и сталь. Так, альпийские кузнецы делали попытку повысить качество обычного кричного железа путем помещения его в ванну из расплавленного чугуна. Происходящий при этом процесс диффузии углерода и цементита от чугуна к железу давал опять-таки в своем результате сталь. Эти опыты и послужили основанием для процесса переработки чугуна в железо, названный фришеванием. При фришевании чугун закладывался в кричный горн особой формы, плавился и стекал на дно горна, отчасти подвергаясь при этом окислению кислородом воздуха. Этот застывший на дне чугун для нового нагрева поднимали над фурмами, снова плавили и окисляли уже не только кислородом воздуха, но и кислородом, образующимся в шлаках. В итоге нескольких последовательных операций получали почти полное обезуглероживание чугуна¹.

Недостаток процесса фришевания очевиден: реакции окисления протекали крайне неравномерно и давали крайне неоднородный продукт — местами железо, местами сталь, а иногда недостаточно обезуглероженный чугун. Кроме того, этот способ требовал исключительно большого количества времени и больших усилий для поднятия чугуна над фурмами и нового опускания в печь. Можно, например, указать, что для получения криш весом около 150 кг требовалось не менее 370—400 кг чугуна, а процесс фришевания продолжался свыше 4—5 часов. Несмотря на указанные недостатки, этот метод был единственным способом передела чугуна в железо и сталь до изобретения пудлингования.

Так, в кратких чертах, были разрешены количественные проблемы, поставленные перед металлургией развитием мануфактурных производств. На металле, полученном способом фришевания, базировались, например, в Англии производства Галламшира, Манчестера² и др., производившие по строго специализированному методу широкий круг металлических изделий — ножи, доспехи, хозяйственные орудия (плуги, бороны) и т. д.

Если затронуть вопрос о качественных сдвигах, вызванных мануфактурным производством в металлургии, то необходимо прежде всего иметь в виду те особые требования, которые предъявляли мануфактурные предприятия к отдельным орудиям и инструментам. Мануфактурные предприятия упрощали и умножали различные операции, производимые рабочими в процессе труда, а вместе с этим — и употребляемые рабочими орудия труда³. Но дифференциация рабочих инструментов и особые специализированные качества, требуемые от них, ставят особенно остро проблему крепости и твердости материала. Проблема получения такого материала возникает с созданием особых мастерских для выделки орудий труда, где выделяются в массовом количестве специализированные орудия всевозможного вида и назначения. На обязанности этих мастерских должно было ложиться обеспечение однородности и высоких механических

¹ Таким путем главным образом получалось железо, ибо для получения стали процесс является слишком грубым фришеванием, — необходимо было предварительно обезуглеродить весь чугун и вести процесс до тех пор, пока шлак не потеряет всей своей окислительной способности. После этого железо, находящееся в печи среди окиси углерода, вновь воспринимало углерод, давая сталь.

² Сведения о состоянии и развитии производства Галламшира, Манчестера и других районов можно получить в книге П. Манту, Промышленная революция XVIII столетия в Англии, Гиз, 1925.

³ „Мануфактурный период, — пишет К. Маркс, — упрощает, улучшает и умножает рабочие инструменты путем приспособления их к исключительным обособленным функциям частных рабочих. Тем самым он создает предпосылки машины.“ (К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 285, изд. 1930 г.).

свойств материала. Применять, например, для выделки инструментов фришевальную сталь было совершенно невозможно из-за ее плохого качества.

Из всех прежних способов, обеспечивающих производство стали для инструментов, был пригоден (и применялся в прежние периоды) способ цементации изделий. Однако такой способ мог удовлетворить мануфактурное производство далеко не всегда. Изготовленный инструмент, естественно, нуждался в частой переточке, а при этом стачивался и поверхностно науглероженный слой. Но постоянная смена инструмента для нового его науглероживания (и переменная твердость на разных глубинах или слоях металла), понятно, страшно задерживала весь производственный процесс¹. Поэтому для мануфактурного производства был весьма важным вопрос получения стали однородного состава каким-либо новым методом.

Предложений в этой области было сделано немало. Первая зарегистрированная попытка получения стали для инструмента была сделана в 1613 г. двумя оружейниками г. Льежа (Бельгия) — П. Гудроном и Джон Ван-Буллом. Совершенно независимо от них два лондонских ремесленника Вильям Эллиот и Матьяс Монсей предложили такой же способ². Этот способ назывался изготовлением цементной (томленной) стали. Он заключался попросту в том, что сыродутное железо в смеси с угольным порошком и некоторыми другими не обязательными примесями плотно закрывалось в особый ящик и выдерживалось в печи (при температуре около 1000 градусов) в течение нескольких дней, а иногда и недель. В результате этого процесса изделие получало не только поверхностную, но и полную цементацию и превращалось фактически в сталь. Недостаток этого способа заключался в том, что сталь получалась все-таки неоднородной и содержала на поверхности нередко большое количество пор и пузырьков от оставшейся в металле окиси железа, которая восстанавливалась при температуре цементации. Поэтому с введением томленной стали в Англии и в других странах не прекращались петиции и жалобы на ее недостатки и неудобства.

Разрешение вопроса об однородности стали было предложено только в 1730 г. шеффилдским часовым мастером Веньямином Гентсманом. Работая над изготовлением тонких часовых пружин и получая при употреблении цементированной и сварочной стали абсолютно негодные пружины, Гентсман стал производить переплавку этой стали в тиглях, что должно было, по его мнению, улучшить ее состав и однородность. Свой опыт он производил в герметически закупоренном горне, причем наибольшую трудность он встретил в получении достаточных для расплавления железа температур (1500 градусов) и в изготовлении тиглей, которые смогли бы выдерживать продолжительный накал при таких температурах. После ряда экспериментов он получил, наконец, вполне удовлетворительный результат. Присаживая в тигель различные вещества (кусочки графита, чугуна, железа и т. п.), он добился получения стали любой твердости и, следовательно, пригодности для различных орудий. С этого момента

¹ Это наблюдалось особенно в тех случаях, когда производство носило характер органической мануфактуры, т. е. когда происходило объединение отдельных ремесленников, занимающихся смежным промыслом, в одной мастерской. В этом случае операции отдельных работников должны были дополнять друг друга и производиться над одним объектом одновременно.

² Причины, вызвавшие попытки получения цементной стали, ярко отразились в патенте, выданном английским королем Яковом I Эллиоту. Вот выдержка из этого патента:

„В нашем государстве Англии, Ирландии и долинах, — говорится в патенте, — есть великая постоянная потребность в стали для изготовления доспехов и оружия... и также для изготовления инструментов плотников, каменщиков и других ремесел... А стали производится в наших долинах слишком мало по сравнению с той массой, которая ежегодно требуется. Зная, что наши дорогие подданные вынуждены для вышеупомянутых нужд покупать сталь из-за моря (т. е. из-за границы. Ю. П.), мы хотим, чтобы сталь производилась внутри нашего королевства“ (журн. „Iron and Steel Ind.“, 1929, London).

тигельная сталь получает широкое распространение и применяется почти во всех производствах. Уже в 1750 г. Гентсман¹ построил в Даттерклиффе первый в мире сталелитейный завод, где по его методу изготовлялись различные литые стальные изделия. Для получения особенно крупных предметов Гентсман сливал содержание отдельных тиглей в общую форму.

Подытоживая все сказанное, отметим, что именно мануфактурный период подготовил отдельные металлургические процессы, необходимые для изготовления элементов и деталей машинной техники. Помимо способов передела чугуна на железо и сталь (фришевание и другие), сюда относится и способ приготовления литой тигельной стали. Возможность производить стальную отливку, конечно, была бы немыслима в эпоху цеховой ремесленной техники, да и вряд ли она тогда требовалась бы. Наоборот, при производстве двигателей, различных станков и машин стальное литье приобретает совершенно исключительное значение, так как изготовление некоторых сложных деталей отковкой было невозможно.

Из дальнейшего изложения мы увидим, что к моменту промышленного переворота имелись уже налицо не только отдельные элементы металлургической техники, обеспечивающие изготовление первых машин, но и значительной степени были подготовлены условия, при которых сама металлургия стала нуждаться для дальнейшего своего развития в применении паровой машины для обслуживания отдельных агрегатов и целых предприятий. Но прежде чем это показать, необходимо коснуться проблем, возникших в металлургии в связи с дальнейшим развитием доменного производства, и тех новых методов и приемов передела чугуна, с которыми домна оказалась неразрывно связана. Этому будет посвящена следующая статья².

Подводя итоги краткому содержанию перечисленных периодов истории развития металлического производства, можно констатировать следующий факт: металл, который мы обычно расцениваем как мертвый придаток к земле, как слепое орудие в руках предприимчивого человека, на самом деле такой же продукт общественного труда, такой же двигатель общественного прогресса, каким является вся техника в целом. Из изложенного следует, что развитие металлической техники, способа производства и обработки металла, являлось вернейшим показателем культурной жизни народов, их экономического состояния, а отсюда и того общественного строя или классового господства, которое было характерно для соответствующей эпохи. «Экономические эпохи, — как показал еще Маркс, — различаются не тем, что производится (какой продукт. Ю. П.), а тем, как производится, какими средствами труда (К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 136).

Естественно, что металл как один из наиболее распространенных с незапамятных времен материалов для орудия труда является сам до известной степени показателем тех общественных отношений, при которых совершается труд.

И действительно, если мы возьмем два металлических образца, относящихся к разным эпохам, то мы увидим, что они отличаются друг от друга ровно настолько, насколько велика разница в металлическом производстве обоих этих периодов, т. е. ровно настолько, насколько изменились производственные возможности и потребности общества, характер применяемого

¹ Интересно отметить, что попытки получить тигельную сталь производились еще раньше Гентсмана известным физиком Реомюром. Некоторые опыты Реомюра были удачны, но он занимался ими лишь как экспериментатор-любитель. Не будучи сам ремесленником, он не применил своего метода на практике, чем и следует объяснить тот факт, что в тот период его работы остались неизвестными (см. Johansen, Geschichte des Eisens, стр. 117).

² Вторая статья т. Покровского будет помещена в одном из ближайших сборников.

труда, наконец, развилась и уточнилась наука, при помощи которой этот металл был изменен. Рабовладельческая техника не могла создать другого процесса производства железа, кроме сыродутного процесса, не говоря уже о том, что она не знала и не могла знать чугуна, ибо, помимо всего прочего, она не обладала никакой потребностью в нем; использование чугуна и искусство перерабатывать его в сталь не соответствовало тем нуждам, которые предъявляла к металлу античная техника. Составляющая гордость и секрет оружейников Востока дамасская сталь, окружившая легендами страны, производящие этот род материала, показала бы все же очень примитивным и плохим материалом по сравнению с современной легированной электросталью. Чем дальше удаляемся мы от первобытного общества, тем больше различие в применяемом материале, тем больше открывается возможностей его использования и видоизменения. Но диалектика развития такова, что не всегда общество нуждалось и нуждается в прямом изменении, коренном преобразовании всех существующих методов производства. Бывает и так, что какой-либо определенный способ усложняется и развивается, не изменяясь до поры до времени в своей принципиальной основе. Шахтная печь, давшая впервые в истории человечества чугун, сильно отличается от современной реконструированной домны, несмотря на то, что сам чугун не обладает какими-либо новыми и особыми свойствами, а современная домна не является носителем каких-либо вновь открытых химических реакций. Все различие в данном случае, различие кардинального значения, сводится к последующим методам использования и обработки чугуна, точно так же, как и в производительности доменной установки. Но что было бы с нашей промышленностью, техникой и хозяйством при отсутствии этого явного преимущества на стороне современной металлургии. Сказанное убеждает нас в двух вещах. С одной стороны, металл, производящийся в конкретных исторических условиях, нельзя рассматривать изолированно от производительных сил данной общественно-экономической формации. Взятый независимо от них металл делается обезличенным, теряет свою общественную ценность и силу.

С другой стороны, революционизирующее значение металла в том и состоит, что обусловленный данным состоянием металлургической техники, данным уровнем производительных сил, он является величайшим социальным и экономическим фактором. Его роль и удельный вес в общественной жизни растет наравне с прогрессом человеческого общества. Революция в металлопроизводстве означает одновременно и революцию в общественной организации труда, а следовательно, и в общественном и государственном строе.

Не говоря уже о рабовладельческом обществе и ранней эпохе феодализма, тот же закон мы можем наблюдать и в мануфактурный период, когда с гибелью феодальной аристократии снимаются путы, задерживавшие развитие металлической техники: растут новые виды обработки и производства сталей, колоссально увеличивается литейное дело, появляется стальное литье, и выдвигается на сцену доменное производство как отправной пункт новой эпохи в истории металлургической техники.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. Маркс, Капитал, т. I, Гиз, 1931.
2. Ф. Энгельс, Происхождение семьи, частной собственности и государства.
3. Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, Гиз, 1928.
4. „Хрестоматия истории материальной культуры“, Гиз, 1926.
5. „Antike Technik“ von Herman Diels, Berlin 1920.
6. „Geschichte des Eisens“. von dr. Otto Johanness, Düsseldorf 1925.
7. Dr. Beck, Die Geschichte des Eisens, Berlin 1897.

8. „Промышленность и техника“, энциклопедия, т. V и VI. СПб. 1901.
9. П. Манту, Промышленная революция XVIII столетия в Англии, Гиз, 1929.
10. Журнал „Iron and Steel Institut“, London 1927—1929.
11. В. Веддинг, Производство железа, Л. 1927.
12. Г. В. Лозовиц, История общества, Харьков, Украинское изд., 1925.
13. Ф. Энгельс, Диалектика природы, Гиз, 1928.
14. Тайфель, Металлургия меди (1931).
15. В. Данилевский, История развития производительных органов общественного человека (Харьков 1929).
16. Г. Агрикола, Vom Bergwerk, zwölf Bücher, Berlin 1928.
17. Бергман, Металлургия, т. V 1928.
18. М. Покровский, Русская история в самом сжатом очерке, Гиз, 1928.
19. „Итоги науки“, т. III, М., изд. „Мир“ 1912.
20. Гавриленко, Технология металла, кн. 1 и 2.
21. Бессонов, О развитии машины, М. 1929.
22. Нуаре, Орудия труда, Харьков 1926.
23. Масперо, Древняя история народов Востока, М. 1911.
24. Брэстед, История Египта, т. I, М. 1915.
25. A. Neuburger, Die Technik des Altertums, Leipzig 1919.
26. Agricola, De re metallica, Bos 1857.
27. Н. Кулишер, История экономического быта Западной Европы, М.—Л. 1925.
28. Грацианский, Западная Европа в средние века, М.—Л. 1925.
29. Feldhaus, Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker.
30. C. Matschoss, Das Deutsche Museum, Berlin—München 1925.

Техника металлургического производства в период мирового кризиса

Черная металлургия — ведущая отрасль экономики современного промышленного государства; металл — один из важнейших факторов, определяющих промышленный, культурный уровень страны и ее обороноспособность. Этим объясняется то обстоятельство, что руководители металлургии оказывают значительное влияние на политику страны. Для примера достаточно привести знаменитый Comité de Forge — во Франции, заводы Шкода — в Чехо-Словакии, Круппа — в Германии и др.

Но в то же время сложность и громоздкость металлургического производства, связь его с целым рядом смежных отраслей (уголь, коксохимия, руда, нерудные ископаемые, железный лом, транспорт и др.) делают металлургию наиболее уязвимым участком при всяких потрясениях „нормального“ уклада жизни.

Первые 10 лет после окончания империалистической войны протекали во всех капиталистических странах под знаком неуклонного роста выплавки чугуна и стали. В 1929 г. производство металла достигло рекордных цифр¹. Так среднемесячная выплавка чугуна по важнейшим странам составила (в тысячах тонн):

Таблица 1

Страны	1928 г.	1929 г.
США	3 167	3 580
Германия	984	1 117
Франция	832	864
Англия	560	643

Такая же картина наблюдается и по выплавке стали:

Таблица 2

Страны	1928 г.	1929 г.
США	4 222	4 599
Германия	1 204	1 354
Франция	782	808
Англия	722	816

¹ „Weltwirtschaftliche Nachrichten“, Heft 41, 10/X 1931.

Разразившийся во всех капиталистических странах кризис чрезвычайно болезненно отразился (в гораздо большей мере, чем на других отраслях) на состоянии металлургии. С 1930 г. во всех странах начинается катастрофическое падение выплавки чугуна и стали (см. табл. 3)¹.

Таблица 3

Среднемесячная выплавка чугуна

Страны	1930 г.		1931 г.		1932 г.	
	В тыс. т	В % от 1929 г.	В тыс. т	В % от 1929 г.	В тыс. т	В % от 1929 г.
США	2 659	74,27	1 547	43,24	850	27,77
Германия	808	72,33	505	45,21	328	29,36
Франция	836	96,76	685	79,28	460	53,24
Англия	525	81,65	318	49,45	302	46,96

В несколько меньшей степени отразился кризис на работе сталелитейных цехов, что объясняется впрочем значительным увеличением использования железного лома. Рост вооружений почти во всех странах и наличие советских заказов на оборудование и прокат поддерживали спрос на металло-стальные изделия. Этот спрос удовлетворялся в большой мере за счет использования значительных количеств железного лома. При катастрофически низких ценах на скрап и лом оказывалось выгоднее переплавлять последний в мартенах и даже в домнах, чем применять железную руду и начинать производство с первого звена металлургического цикла (см. табл. 4).

Таблица 4

Среднемесячное производство стали

Страны	1930 г.		1931 г.		1932 г.	
	В тыс. т	В % к 1929 г.	В тыс. т	В % к 1929 г.	В тыс. т	В % к 1929 г.
Германия	970	71,69	691	51,07	479	35,40
Франция	750	93,75	651	81,87	463	57,87
Англия	670	79,47	438	51,96	445	52,79
США	—	—	—	—	1 229	26,72

В 1933 г. кривая выплавки металла начинает несколько подниматься вверх, но это ни в коем случае не свидетельствует о „начале конца“ кризиса. Мы уже отмечали, что металл является одним из важнейших элементов, необходимых для вооружений. Возможно, что глубина кризиса в области металлургии была бы еще больше, если бы не увеличивающиеся требования на металл со стороны военных заводов. В 1933 г. гонка вооружений достигла столь значительных размеров, что этот фактор в металлургии начинает превалировать над продолжающимся кризисом (см. табл. 5)².

¹ „Industrielle Produktion“, Hamburg 1933.

² „Stahl und Eisen“, 20 Oktober 1933.

Таблица 5

Среднемесячное производство за 8 месяцев 1933 г.

Страны	Чугун			Сталь		
	В тыс. т	В % к 1929 г.	В % к 1929 г.	В тыс. т	В % к 1929 г.	В % к 1929 г.
Германия	412	125,6	36,8	608	125,5	44,4
Франция	527	114,5	61,0	558	120,8	69,7
Англия	331	109,6	51,4	546	122,7	64,7

Но даже при этом искусственном повышении производственная мощность крупнейших промышленных стран использована сравнительно незначительно: в США — едва на 25% по чугуну и 33% по стали, в Германии — на 23,5% по чугуну и 32% по стали.

Мы привели эти цифры для характеристики тех изменений, которые произошли в производстве черных металлов за период 1929—1933 гг. В дальнейшем изложении мы более подробно остановимся на технических сдвигах в отдельных отраслях металлургии.

Доменное производство

Характерной особенностью технического развития доменного производства непосредственно перед кризисом является укрупнение отдельных агрегатов. Первая крупная доменная печь современного типа (полезный объем — 943 м³) была построена в США в 1927 г. Печь эта давала в 1928 г. до 1000 т чугуна в сутки.

В течение 1929—1930 гг. в США было перестроено 7 печей на суточное производство свыше 1000 т в сутки. В 1931 г. была построена в США (вернее, реконструирована) самая крупная в мире доменная печь: ее объем достигает 1500 м³, она имеет горн диаметром в 8,62 м. Но печь эта, полностью законченная и оборудованная еще в 1931 г., из-за кризиса не пущена до сих пор.

В течение 1932 г. и начала 1933 г. в США не было введено в эксплуатацию ни одной новой или реконструированной домны.

В капиталистических странах Европы увеличение полезного объема доменных печей в докризисное время не пошло так далеко. Объем самых больших домн в Европе до кризиса (а тем более в последние годы) не превышал 850 м³.

Увеличение мощности доменных печей вызывается рядом технических и экономических предпосылок. По расчетам наиболее компетентных металлургов капиталистических стран¹ (Брассерт, Вейнгартен) постройка более производительных агрегатов дает значительные выгоды. Так, при равном использовании полезного объема (1,1 м³ на тонну чугуна) капитальные расходы на тонну продукции печи полезной емкостью в 1000 м³ составляет лишь 75% капитальных затрат на тонну продукции из печи объемом в 700 м³. Эксплуатационные расходы при выплавке чугуна в большой печи (1000 м³) составляют лишь 86% от расходов меньшей печи.

Капитальные затраты на печь в 700 м³ составляют 90,7% затрат на агрегат объемом в 1000 м³, т. е., увеличивая затраты на 9,3%, достигают увеличения производительности на 43%. В больших доменных печах метал-

¹ „The Iron Age“ № 4, 1931.

лургические процессы протекают более равномерно, без рывков; чугун получается более однородным по качеству, даже при некоторых отклонениях в шихтовке.

Динамику роста мощности отдельных агрегатов можно проследить по следующей таблице:

Таблица 6

Суточная производительность	США		Германия	
	1913 г.	1930 г.	1913 г.	1930 г.
Максимальная суточная производительность самой большой домны	450	1 000	470	1 100 ¹
Среднесуточная выплавка на одной домне	302	578	234	367

Столь резкое увеличение мощности доменных печей в годы, непосредственно предшествовавшие кризису, обусловлено значительными достижениями мировой техники в области машиностроения и в области энергетики. Для примера можно указать, что еще в 1871 г. была построена в Кливленде (США) доменная печь с полезным объемом в 1081 м³, но низкий уровень техники в то время не позволил рационально эксплуатировать эту печь, и она давала в среднем 90 т чугуна в сутки, тогда как современные печи такого объема дают до 1200 т чугуна в сутки.

Тяжелые экономические условия, существовавшие в Германии даже до кризиса (тяжесть репараций), усугубившиеся в период с 1929 по 1932 г., заставили германскую металлургию пойти по иному пути: не производя значительных капитальных затрат и не реконструируя своих домен, немцы сумели добиться максимальной производительности действующего оборудования. Во главу угла была поставлена рациональная подготовка доменной шихты, правильный нагрев дутья, форсированный ход печей, борьба со всякого рода потерями в производстве и т. д. В результате германским заводам удалось достигнуть чрезвычайно высоких технических показателей (см. табл. 7).

Таблица 7

Коэффициент использования полезного объема доменной печи (средняя цифра за год по работающим печам)

Страны	1913 г.	1925 г.	1928 г.	1930 г.	1932 г.
США	1,38	1,29	1,23	—	1,18
Германия	1,35	1,20	1,18	1,13	1,07

На отдельных доменных печах германских заводов удалось достигнуть рекордных цифр использования объема — 0,8 м³ на 1 т выплавленного в сутки чугуна.

Эти достижения заставили всех металлургов Европы и США обратить исключительное внимание на подготовку доменной шихты: на агломери-

¹ За счет лучшего использования полезного объема, чем в США.

рование руд, на обессеривание кокса, на повышение его механических свойств путем предварительного обогащения угольной шихты, идущей на коксование, на дробление и сортировку флюсов и т. д.

В связи с кризисом большинство доменных печей капиталистических стран было остановлено: так, в США из 245 годных к эксплуатации домен работало к концу 1932 г. только 46; в Германии — из 155 домен работало только 40, в Англии — из 148 печей действовало только 49; во Франции — из 211 домен работало 81.

Но и действующие домны переводились на работу неполным ходом при сбавленном дутье. Подводя итоги работы металлургических заводов за 1932 г., один из руководящих специальных журналов¹ пишет:

„Малый спрос на чугун в США вызвал необходимость ведения домен на тихом ходе, иногда даже не столько для получения чугуна, сколько с целью получения газа для силовых станций, мартенов и нагревательных печей прокатного цеха. Это вызвало практику медленного дутья, т. е. такого дутья, при котором производительность домен значительно ниже нормы“.

Американцы считают такое медленное ведение процесса при данных обстоятельствах положительным моментом. Чрезвычайно характерны сравнительные технические показатели работы домен при нормальном и при замедленном дутье (см. табл. 8).

Таблица 8

Технические показатели	При нормальном дутье	При замедленном дутье
Расход дутья (m^3 воздуха в минуту)	1300	700
Производительность домны в сутки (m)	762	372
Расход кокса на тонну чугуна ($кг$)	750	780 ²
Количество полученной колошниковой пыли на тонну чугуна ($кг$)	160	50
Потери металлической шихты (в %)	6,50	0,33
Количество употребленного скрапа в %	12,6	0

При необходимости совершенно останавливать на время печь американцы предпочитают вместо полного прекращения дутья поддерживать очень слабое дутье, достаточное только для того, чтобы держать горн горячим; при этом отпадает необходимость заполнить горячую зону слоем кокса, сохраняющим тепло. Такое „вентилирование“ не является только нейтральным процессом, — оно в значительной мере подготавливает процесс расплавления шихты, облегчает и ускоряет переход к возобновлению нормальной работы домны.

Американская практика широко применяет различные комбинации периодов дутья и „вентилирования“. Наилучшие результаты достигнуты в тех случаях, когда продолжительность дутья не превосходила времени, потребного для расплавления шихты, подготовленной во время остановки печи. Это соответствует примерно такому чередованию: от 4 до 20 часов „вентилирования“ с последующим периодом от 4 до 12 часов дутья. По подсчетам американских инженеров непрерывный ход печи на слабом дутье гораздо более экономичен, чем периодические остановки печи.

¹ „The Iron Age“ № 1, 1933.

² Увеличение расхода кокса на данной печи американские инженеры объясняют изменением состава шихты: при работе на замедленном дутье не давался в домну скрап. Произведенные подсчеты показали, что при включении в шихту 10—12% скрапа (обычная норма) расход кокса на тонну чугуна будет даже несколько ниже, чем при нормальной эксплуатации домны.

Тот же журнал¹ приводит мнение одного из авторитетов американской металлургии:

„Прогресс доменного производства в истекшем году (1932 г.) заключался в применении меняющейся скорости вместо высокой скорости. Это был год применения тактики пониженного или медленного дутья. Не было условий для совершенствования новых процессов или создания новых мощностей“.

В области воздуходувного хозяйства доменных печей интересно отметить тенденцию постепенного перехода от поршневой газовоздуходувки к турбовоздуходувке. Требуемые для современных больших доменных печей количества воздуха настолько велики, что поршневая воздуходувка не в состоянии их дать. Мощность самых крупных воздуходувок, изготовленных в Германии и установленных на ряде наших южных заводов (фирм „Эргард и Земмер“ или „МАН“), не превышает 5 000 л. с., производительность их составляет до 1 800 м³ воздуха в минуту. Между тем новые доменные печи требуют уже до 3 100 м³ воздуха в минуту при давлении до 2 атмосфер.

Такую производительность может дать наиболее экономно только машина с вращательным движением. Поэтому почти повсеместно осуществляется постепенная замена газовых воздуходувок турбинными. На всех новых и реконструируемых печах, введенных в эксплуатацию до кризиса, ставили безусловно турбовоздуходувки. Все же отдельные передовые заводы (как, например, Тиссен в Германии) продолжают ставить газомоторы. Витковицкий завод (Чехо-Словакия) ставит поршневые воздуходувки. Эти исключения из общего правила объясняются специфическими условиями капиталистической экономики, поскольку эти заводы или сами изготовляют газомоторы или же, будучи связаны с другими фирмами, поставляющими поршневые машины, вынуждены ставить эти последние.

Современная практика требует установки для каждой доменной печи отдельной воздуходувки. В этом случае обеспечивается возможность более гибкого маневрирования дутьем, что в свою очередь обуславливает максимальную эффективность печи. Но невозможность крупных единовременных затрат на замену оборудования и желание полностью амортизировать действующее заставляет большинство немецких заводов применять метод получения дутья от нескольких воздуходувок из кольца. Но при этом исключительное значение придается борьбе с утечками воздуха и с другими потерями в газопроводах.

Заграничная техника уделяет большое внимание подогреву дутья; за последние годы в Германии достигнуты значительные успехи в области более рационального использования воздухонагревательных аппаратов, в усовершенствовании конструкции кауперов, а равно горелок к ним, в комбинировании кауперов между собой (спаривание), в изменении системы насадок, регулировании процессов горения газа и т. д.

Последней новинкой является тепловая изоляция кауперов², которая резко повышает коэффициент их полезного действия, уменьшает потери тепла и удешевляет подогрев дутья. На германских заводах большинство кауперов имеет изолирующий слой. Конструктивно создание такого слоя не представляет никаких затруднений.

На американских металлургических заводах значительная часть колошниковых газов не очищается, так как при замкнутом энергетическом хозяйстве завода некуда девать избыточный газ и его часто выпускают в атмосферу.

На ряде других заводов (особенно Германии), где до кризиса была высоко поставлена техника утилизации газов, наблюдается обратная картина. Там

¹ „The Iron Age“ № 3, 1933.

² „VDI“, August 1933.

мы видим полное извращение производственной мощности агрегатов: например, доменные печи работают как газогенератор, давая чугун в качестве отхода. Чтобы не затрачивать средств на железную руду, в доменную шихту добавляют в значительном проценте железный лом и скрап, цена на который стоит на небывало низком уровне.

Рациональное построение современных металлургических предприятий требует максимального укрупнения мощностей, концентрации производства, широкого применения принципов комбинирования и тесной взаимной увязки отдельных звеньев. Только тогда мыслимо комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов и полная утилизация отходов всех смежных производств. В первую очередь это относится к энергетическому хозяйству. Современный металлургический завод немыслим без собственной коксохимической установки. Ее отходящие газы, в комбинации с колошниковыми газами, полностью обеспечивают потребность в технологическом топливе (для мартеновских печей, нагревательных печей, прокатных цехов). Часть же газа часто служит сырьем для ряда химических производств и в частности для синтеза аммиака.

Кризис наложил резкий отпечаток и на процессы комбинирования и на процессы технической концентрации в металлургии. Металлургия Запада (особенно Германии) пошла по пути предпочтительной эксплуатации агрегатов более мелких масштабов, более обособленно и автономно работающих, с менее специализированным производственным аппаратом. Этот поворот вызывается, с одной стороны, огромной недогрузкой мощного оборудования,

с другой стороны, тем, что в условиях кризиса средние и более мелкие предприятия имеют некоторые преимущества в конкурентной борьбе благодаря их способности более гибко приспосабливаться к частым изменениям конъюнктуры. Одна из влиятельных германских газет¹ пишет, что

„...во всех новостройках надо стремиться к независимости (подчеркнуто нами.—И. А.) цехов. Домну надо рассчитывать так, чтобы она могла давать газ и тогда, когда прокатка на заводе не производится. Коксовая установка должна проектироваться в расчете на отсутствие колошниково-го газа, который обычно идет сейчас для нагрева коксовых печей, в то время как более калорийный коксовый газ направляется на металлургиче-

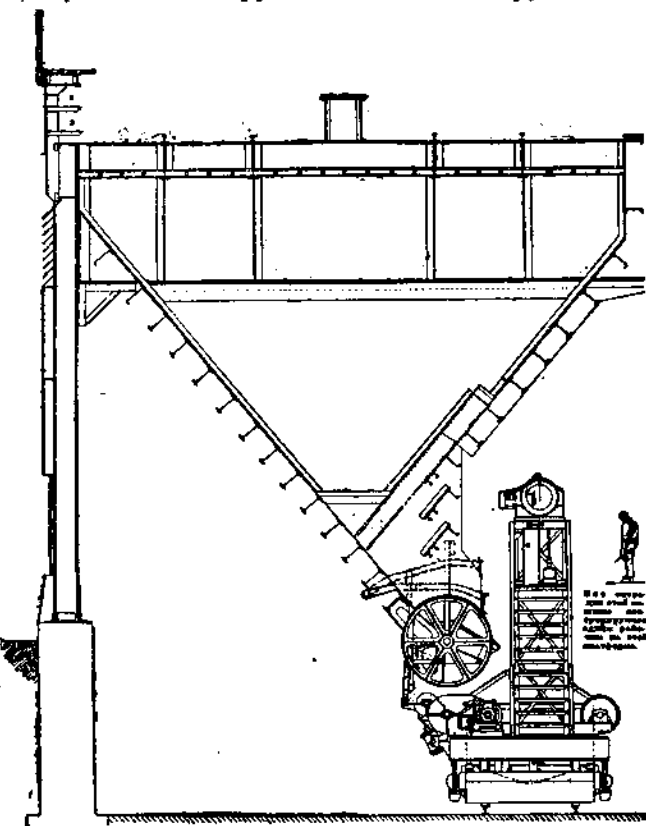


Рис. 1. Поперечный разрез бункера с роликовым затвором и шихтового вагона весов, показывающий метод загрузки при помощи вагона весов и скипа. Все операции загрузки производятся одним машинистом с платформы весов

¹ „Bergwerkszeitung“, 10/VI 1933.

ский завод — в мартеновские печи, нагревательные и термические печи прокатных цехов и т. д. Черновые прокатные станы должны строиться таким образом, чтобы в нагреве болванок не зависеть от доменного газа. Чистовые станы надо делать независимыми от черновых. Особенно важно сделать самостоятельной заводскую станцию; она должна быть лучше приспособлена к условиям кризиса*.

Американцы пошли еще дальше: там обсуждаются проекты перехода от системы централизованных подстанций к системе мелких передвижных заводских энергетических установок¹.

В течение последних десяти лет в ряде стран Западной Европы проводятся опытные работы по прямому восстановлению железа непосредственно из руд при умеренной температуре, минуя доменный процесс. Как известно, техника прямого восстановления имеет вековую давность. На первых ступенях металлургии применялся сыродутный процесс. Позже наметился новый способ — получение губчатого железа в форме зерен из восстановленной в печи руды. Сейчас мы видим возрождение этого второго метода. В Швеции организовано специальное акционерное общество для изготовления губчатого железа по методу шведского изобретателя Флодина. Аналогичные предприятия возникли также и в Германии; сравнительно недавно (в 1930 г.) построен в Бохуме опытный завод, рассчитанный на производство 20 000 т губчатого железа в год. При современном состоянии доменной техники способ этот вряд ли сумеет вытеснить доменный процесс, поскольку прямое восстановление обходится сравнительно дорого и установка для получения губчатого железа мало производительна. Поэтому высокая стоимость губчатого железа может быть оправдана только при дальнейшем использовании его для изготовления высоколегированных дорогих сталей, где другие виды сырья не могут его заменить. Изредка в иностранной литературе встречаются указания (возможно, и недостаточно достоверные) об изобретении такого способа прямого восстановления, который может целиком вытеснить доменный передел, требующий высококачественного топлива (кокс), богатых железом руд и агломерата. Между тем при методах прямого восстановления железа могут быть применены местные виды топлива, суррогаты его и порошкообразные руды. Не исключена возможность, что капиталистическая техника в действительности обладает таким „секретом“, но необходимость амортизации значительных средств, вложенных в существующее оборудование металлургических заводов, несомненно, надолго отдалит срок применения этого способа. Заслуживает поэтому большого доверия версия о том, что способ этот, изобретенный и усовершенствованный в Швеции, куплен двумя мощными металлургическими концернами (очевидно, Германии и Франции) и ими держится под спудом.

В Швеции построена недавно электрическая домна. Идея постройки электродомны вызвана постепенным уменьшением запасов древесины для выжигания древесного угля, применяемого там при выплавке высококачественного чугуна. В доменной печи, как известно, идут одновременно два процесса: тепловой, вызываемый необходимостью расплавить руду и флюсы (на что затрачивается до двух третей вводимого горючего), и химический процесс соединения углерода горючего с кислородом руды. В электродомне расплавление шихты производится при помощи электрического тока, углерод же добавляется лишь для химической реакции. При таком процессе резко снижается расход древесного угля (почти в три раза). Вопрос

¹ „Iron and Coal Trades Review“ № 4, 1933.

об электродомне в СССР еще не поставлен на практические рельсы, но несомненно, что в ближайшие 2—3 года назреет необходимость в постройке такой печи — в первую очередь в районе Урала — для частичной замены древесного угля.

Сталеплавильное производство

Наряду с повышением производительности доменных печей, шел процесс укрупнения отдельных сталеплавильных агрегатов. Это диктуется в первую очередь уменьшением капитальных затрат на тонну выплавляемой стали при постройке мартеновских печей большой емкости. Американская практика¹ дает следующие цифры:

Таблица 9

Емкость мартеновской печи (в тоннах)	Стоимость печи в тыс. долл.	Капитальные за- траты на тонну стали в тыс. долл.
60 стационарная	261	4,35
70 "	305	4,06
100 "	383	3,83
150 "	510	3,40
100 качающаяся	475	4,75
200 "	600	3,00
250 "	660	2,64

При увеличении размеров мартеновской печи стоимость газогенераторов, завалочной машины, шихтового двора и др. меняется сравнительно мало. Поэтому капитальные затраты возрастают не пропорционально емкости печей, а в меньшей степени.

Эксплоатация больших печей представляет несомненные преимущества также и в том отношении, что она улучшает технические показатели и в частности улучшает коэффициент съема стали с квадратного метра пода печи.

Таблица 10

Производительность мартеновских печей

(данные докризисного 1929 г.)

Емкость мартеновских печей (в тоннах)	Съем стали с 1 м ² пода печи	
	США	Германия
60	2,86	4,43
75	3,23	4,93
80	3,64	5,1
125	4,16	—
150	4,24	—

Этими преимуществами и объясняется значительное увеличение емкости мартеновских печей как новых, так и реконструируемых. При каждом капитальном ремонте обычно углубляют ванну печи и стремятся по возможности увеличить площадь пода. В 1929 г. в США было пущено 17 мартеновских печей (новых и реконструируемых) емкостью в 150 т

¹ „Steel“ № 8, 1931.

каждая, построено несколько стационарных печей емкостью до 250 т и одна емкостью в 350 т.

Чрезвычайный интерес представляет постройка уже в годы кризиса самой мощной в мире мартеновской печи емкостью в 400 т¹, построенной в США на заводе Форда в Дирборне. Сооружение ее целиком связано с кризисом: она должна переплавлять старые автомобили, что в теперешних американских условиях оказывается более выгодным, чем выплавлять чугун из руд и переделывать чугун в сталь. К этой печи ведут 3 разбортных конвейера. На них машину „раздевают“: снимают все части, которые могут быть использованы по прямому назначению. Затем остов прессуют под 1000-тонным прессом и в течение 2,5 минуты получается пакет размером 760 × 760 × 1200 мм, весом в 1 т. Такими пакетами и загружается 400-тонный мартен; в нем производится только расплавление, а окончательная доводка — в других мартенах меньшего объема (150 т). Металл выдается порциями по 50 т и столько же примерно салят в печь. В течение смены (8 часов) загружают 100 т.

По последним данным печь эта остановлена в 1932 г. и сейчас не работает. Таким образом печь, вызванная к жизни кризисом, им же и съедена.

Несмотря на неоспоримые преимущества печей большой емкости, германская металлургия не провела значительной реконструкции своих сталеплавильных агрегатов и продолжает работать на печах средних размеров (тоннаж 60—90 т). Больше того, в немецкой специальной печати² были помещены результаты обследования мартеновских цехов 45 заводов США, Германии и Чехо-Словакии, причем было установлено, что максимальную производительность дают печи емкостью в 60—75 т. Возможно, что речь здесь идет о качественном металле, который более целесообразно плавить в меньших печах, так как при этом удастся достигнуть большей точности анализа. При выплавке же обычных сортов стали даже марочной (рельсы, осевая заготовка и др.) технические и экономические преимущества больших печей совершенно неоспоримы. Все выдвигаемые „теории“ о преимуществе „средних“ печей целиком опровергаются современной техникой и вызваны лишь желанием прикрыть невозможность осуществления реконструкции из-за кризиса.

Заграничная практика широко применяет, наряду со стационарными мартеновскими печами, также и качающиеся. На ряде германских заводов установлены качающиеся мартены емкостью от 50 до 300 т.

Вопрос о преимуществах эксплуатации качающихся печей технически еще недостаточно освещен. Выбор того или иного плавильного агрегата, стационарного или качающегося, в значительной мере зависит от качества переделного чугуна. Сооружение качающихся печей вызывается иногда необходимостью переработки фосфористых чугунов или скрапа и лома, содержащих много вредных примесей. Качающийся мартен позволяет производить в процессе плавки скачивание шлаков, после чего заводится новый шлак. Это дает возможность перерабатывать самую загрязненную вредными примесями шихту.

Бессемеровский процесс за последние годы не привлекал к себе внимания металлургов капиталистических стран. В целом ряде стран, в частности в Америке, произошло резкое уменьшение удельного веса бессемеровской стали в общей выплавке.

Характерны объяснения, приводимые по этому поводу одним из руководителей крупнейшего металлургического завода США³.

¹ „Blast, Furnace and Steel Plant“, 1931.

² „Stahl und Eisen“, Mai 1932.

³ „Steel“ № 5, 1931.

„До последнего времени бессемеровская сталь шла преимущественно на изготовление рельсов и балок крупного размера. Утяжеление паровозов и товарных составов, увеличение эксплуатационной скорости железнодорожного грузового транспорта поставили на очередь вопрос об изготовлении рельсов повышенного качества — из более качественного металла. В связи с этим и поставлен вопрос об изготовлении рельсов из мартеновской стали“.

Между тем более внимательное изучение сырьевых ресурсов США говорит о другом. Налицо несомненное истощение запасов малофосфористых руд, необходимых для бессемерования.

Бессемеровский способ передела стали все же должен получить дальнейшее развитие в связи с разработанным в Америке способом (инж. Астона) получения из бессемеровской стали мягкого железа, близкого по своим свойствам к пудлинговому железу. По этому способу жидкий бессемеровский металл пропускается через слой расплавленного железистого шлака. В 1930 г. фирма Байерс в США построила завод, который по методу Астона получает до 50 000 т мягкого железа в месяц.

Новостью в области сталелитейного производства является применение кислых шлаков для раскисления стали. Способ этот был предложен еще в 1928 г. советским инженером Точинским¹.

В основе этого предложения лежит представление о том, что закись железа образует со сталью эмульсионный раствор. Для извлечения закиси из жидкого железа (стали) необходимо его смешать с другим металлическим раствором, нейтральным по отношению к самому железу, с которым закись железа могла бы образовать прочное химическое соединение. Таким раскисляющим раствором служит подвижной, активный хромистожелезистый шлак.

Чтобы очистить сталь от закиси железа, необходимо перемешивать ее со шлаком. При обычных способах раскисления стали (добавкой ферросилиция, алюминия) содержащийся в ней кислород переходит в состав вредных неметаллических включений; при взаимодействии же жидкой стали с соответствующим активным шлаком удается все эти неметаллические включения извлекать с большой полнотой. Металлографические данные подтвердили, что сталь, рафинированная шлаком по этому методу, весьма чиста от неметаллических включений.

Предложение инж. Точинского у нас не было достаточно оценено и не получило практического применения. Теперь оно возвращается к нам из-за границы. В начале 1933 г. во французском журнале² появился ряд статей инж. Перрен под заглавием: „Новые методы в металлургии“. Перрен предложил раскислять и дефосфоризовать сталь путем тщательного перемешивания ее с жидким, подвижным, активным шлаком. За исключением некоторых незначительных деталей способ Перрена полностью совпадает с тем, который был предложен около 5 лет тому назад инж. Точинским. Предложенный Перреном метод быстрой очистки стали от кислорода при помощи шлаков немедленно привлек внимание широких технических кругов капиталистической металлургии и служит предметом оживленной дискуссии в специальной литературе.

Некоторые французские заводы начали применять этот способ на практике.

Сейчас у нас в СССР заинтересовались предложением инж. Точинского, и в настоящее время ведутся экспериментальные исследования на одном из южных заводов. При удачном завершении этих опытов они могут сыграть значительную роль в изменении существующих принципов ведения сталеплавильного производства и предопределять пути дальнейших капиталовложений в переделные цехи металлургии.

¹ См. статью акад. Байкова, „Новая техника“, февраль 1929 г.

² „Revue de la Métallurgie“ № 1, 1933.

За последние двадцать лет получило широкое развитие во всех промышленных странах производство высококачественных сортов стали и разного рода сплавов. Высокие требования, предъявляемые к металлу авио- и автостроением, химической промышленностью, точным машиностроением, электропромышленностью и рядом других отраслей народного хозяйства, направили развитие металлургии в сторону производства целого ряда специальных сталей, обладающих специфическими для каждого потребителя свойствами.

Исключительную роль в развитии металлообработки дало введение быстрорежущей стали, обладающей способностью сохранять свои механические свойства при нагреве до 600 градусов. Изготовленные из этой стали инструменты дали возможность применить большие скорости резания и значительно увеличить производительность станков. В процессе расширения сортамента специальных сортов стали потребовалось изменить и инструментальный металл для обработки их. Быстрорежущая сталь оказывалась уже непригодной для механической обработки изделий из этих металлов. Кроме того, значительные затруднения возникали при обработке закаленных изделий. Поэтому заграничная практика пошла по пути создания специальных сплавов колоссальной твердости. А такие сплавы, как волонит, видиа, карбой, используются не только в металлообработке, но и в горной промышленности для изготовления коронок бурового инструмента.

В химической промышленности за последние годы начали применять реакции, проводимые при большом давлении и высокой температуре. Это обусловило необходимость изготовления аппаратуры из такой специальной стали, которая в состоянии удерживать свои механические свойства при повышенных температурах и давлениях, не подвергаясь разрушению химическими реагентами. Поэтому за границей получило широкое развитие изготовление многочисленных сортов кислотоупорной и жароупорной стали с высоким содержанием никеля, хрома и молибдена.

Исключительное внимание уделяется за границей борьбе с коррозией металла. По подсчетам немецкой статистики весь мир теряет ежегодно около 20 миллионов *t* стали из-за ржавления стальных сооружений. Для защиты своих металлических конструкций от коррозии немецкие железные дороги тратят ежегодно около 50 миллионов марок.

Несколько лет тому назад в Германии появилась конструкционная сталь с примесью меди; сталь эта отвечает самым высоким требованиям строительной техники не только по своим механическим свойствам, но и по своей способности хорошо противостоять ржавлению. В Америке быстро усвоили преимущество медистой стали, и в 1929 г. там было выплавлено около 900 000 *t* такой стали.

В связи с ростом производства легированных сталей увеличивается потребление таких элементов, как марганец, кремний, хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий и пр. За исключением никеля, все эти элементы при выплавке стали применяются не в чистом виде, а в сплавах с железом, известных под общим названием ферросплавов.

За последние пять лет ряд лабораторий в Германии и исследовательские институты в Америке произвели исследования сплавов стали с бериллием. Бериллий находит уже применение в легких сплавах для авио- и дирижаблестроения, в медистых сплавах; удалось получить специальный сплав меди с бериллием, не уступающий по механическим свойствам лучшим сортам стали. В связи с бешеным ростом вооружений во всех без исключения капиталистических странах ведется напряженная исследовательская работа по изучению сплавов бериллия с железом. Такие работы ведутся в большом масштабе во Франции, в Японии, Германии

и др.¹ Хотя надо сказать, что в последних журналах („The Iron Age“, ноябрь 1933 г.) имеются указания на то, что эти работы не оправдали возлагаемых надежд, и примесь бериллия отрицательно влияет на качество стали, придавая ей хрупкость. Не исключена возможность того, что в данном случае имеет место обычный маневр, так как опыты проводятся в лабораториях „военных“ заводов и строго засекречены.

На ряде заводов и в исследовательских институтах за границей ведется большая научная и экспериментальная работа по применению в нержавеющих сталях титана². В Германии уже появились на рынке некоторые сорта нержавеющей стали с содержанием титана.

В последнее время американские и ряд европейских заводов начали применять новые методы присадки легирующих элементов. Так, молибден присаживается в жидкий металл не в виде ферромolibдена, а в виде кальциевой соли молибденовой кислоты — молибдата-кальция. Этот метод имеет чрезвычайно большое значение, так как при изготовлении концентрата химическим путем можно получить молибденовые соединения, совершенно свободные от вредных примесей, в то время как при металлургическом методе производства в сплав включается ряд нежелательных примесей: сера, фосфор, олово, мышьяк и др. Эти примеси способствуют образованию в молибдене карбидов, которые сильно понижают ценность продукта.

Патентное бюро США выдало за последние годы несколько патентов на способ присадки к стали и ванадия в виде ванадиевых солей.

На некоторых европейских заводах благоприятные результаты дали опыты введения в сталь титана в виде окиси (а не ферротитана). Наша металлургия качественной стали еще не стала на этот путь; между тем нам следует всесторонне изучить вопрос о возможности присадки к сталям специальных примесей в форме химических солей. Такой способ может устранить необходимость постройки целого ряда заводов и цехов по изготовлению ферросплавов.

Электрометаллургия

В заграничной практике выплавка стали в электропечах получает все больший удельный вес. Если в 1921 г. в США выплавка электростали составляла 0,8% от общего производства стали, то в 1929 г. процент этот составлял уже 1,7. Все легированные сорта стали выплавляются преимущественно в электропечах. Кроме того, электропечи нашли широкое применение в фасонно-литейных цехах. Так, в США электропечи служат для отливки 28% всех стальных деталей и 50% деталей из легированной стали; в Италии 75% фасонного стального литья идет из электрических печей.

Почти вся электросталь получается в настоящее время в дуговых электропечах, основанных на использовании тепла вольтовой дуги.

Преимущества электропечи перед другими плавильными аппаратами в отношении отделения серы и окислов железа развили в некоторых странах комбинированный метод работы мартен-электропечь или бессемер-электропечь. Роль мартеновской печи сводится к расплавлению металла и удалению из него фосфора, на долю же электроплавки ложится освобождение металла от серы и окислов.

С 1916 г. начинается новая эра в области электрометаллургии: тогда впервые появилась печь высокой частоты. Вначале строили такие печи емкостью в несколько килограммов, но уже в 1929 г. была построена в Германии высокочастотная печь емкостью в 1 т. В настоящее время уже работают за границей такие печи емкостью до 15 т. Основное пре-

¹ У нас в СССР к разработке этой проблемы еще не приступлено, между тем в районе Урало-кузбасского комбината мы имеем богатейшие месторождения бериллия.

² „Blast Furnace and Steel Plant“, September 1933.



Рис. 2. Электропечь последней конструкции

реакции удаления вредных примесей. Процессы удаления фосфора, серы, выгорание марганца, хрома, углерода, а также раскисление металлической ванны проходят через шлак в зону соприкосновения шлакового покрова с расплавленным металлом. Наличие сильного магнитного поля создает в высокочастотной печи условия циркуляции металла, что производит как бы постоянное перемешивание смеси. Опыт работы высокочастотных установок показывает, что однотонная высокочастотная печь может дать в сутки столько же металла, сколько пятитонная дуговая печь ¹.

Прокатка

Технологический процесс прокатки на новых металлургических заводах вносит полную революцию в существовавшие ранее методы производства.

Исключительную роль приобретает установка мощных обжимных станов-блужингов и прокатка на непрерывных станах, что создает поточность производства, устраняет холостой ход и ускоряет темпы проката. Этому способствует также полная механизация всех трудоемких процессов. Одна установка блюминга производительностью свыше миллиона тонн блюмсов в год служит большим революционизирующим фактором не только в области прокатного дела, но и в перестройке всего металлургического цикла. Такая мощность предопределяет размеры самого завода. При наличии блюминга в мартеновском цехе отливаются большие болванки весом от 5 до 7 т, в то время как при прежнем способе прокатки, без предварительного обжима, болванки отливались весом от 50 до 100 кг, что значительно осложняло разливку стали. Блужинг стимулирует также и качество продукции, давая более полноценный металл.

Вслед за блюмингом устанавливаются непрерывно-заготовочные станы с диаметром валков в 630 и 450 мм. Эти станы готовят заготовку для последующего передела в чистовых станах.

Эти технологические принципы, осуществленные на ряде прокатных цехов США и отчасти Германии до кризиса, сейчас, под влиянием кризиса, значительно меняются. Чрезвычайно характерно сообщение одного из влиятельных германских журналов ² о „достижениях“ одной из крупных машино-

¹ В практике СССР высокочастотные печи еще не получили большого применения. В настоящее время имеется небольшое количество опытных печей малой емкости, но на ближайшие годы намечена установка ряда печей емкостью до 10 т. Такие печи будут поставлены на заводах качественной металлургии — на Запорожстали, Электростали и др.

² „VDI“, 1982.

строительных фирм Германии, которая сконструировала специальный стан для проката ходовых размеров сортового металла из обрезков, лома, бракованной болванки. Стан этот универсального типа и может быть быстро перестроен на любой профиль.

Таким образом, наряду с тем, что современная техника прокатного дела идет по пути специализации сортамента на отдельных агрегатах и применения принципов массового производства и непрерывного потока, одна из наиболее развитых промышленных стран делает шаг назад, возвращаясь к технике конца XIX столетия, и это считается „достижением“.

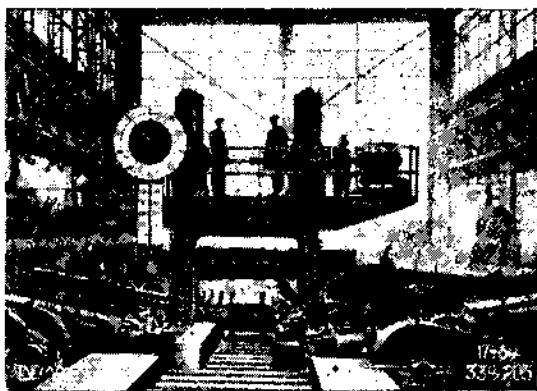


Рис. 3. Блюминг

Изменение методов металлообработки, внедрение штамповки, автоматов и специализированных усовершенствованных станков потребовало большой точности профилей металла, что в значительной мере достигается точной калибровкой и холодной прокаткой.

В течение последних лет получили распространение за границей станы холодной прокатки с 4 и 6 вальцами. Станы эти преимущественно распространены в Германии. В Америке новинкой в области прокатного дела явился стан системы Стеккеля, основной принцип действия которого заключается в том, что металл не прокатывается, а протягивается непрерывной лентой и наматывается на особые катушки. Такой стан применен пока для холодной прокатки, но в литературе есть данные об установке такого стана и для горячей прокатки.

В области жестекатального производства заслуживает внимания способ электролитического одностороннего лужения жести (способ проф. Шлеттера), который экономит в четыре раза расход олова без ущерба для качества жести.

Исключительного внимания заслуживает также способ центробежной отливки чугунных труб, вытесняющий все остальные способы, в частности карусельный. Центробежная отливка широко применяется в США (в медных кокилях) и в Италии (в стальных кокилях). При этом методе достигается значительная экономия металла, уменьшение брака, а главное, ускоряется процесс производства. С прошлого года начали применять в США центробежную отливку слитков (вместо разливки стали в изложницы), получается высококачественный без шлаковых включений металл, не требующий обжима на блюминге. Способ этот требует дальнейшей экспериментальной проработки и углубленной проработки.



Рис. 4. Стан-трипо холодной

Электрификация

Последние 25—30 лет (до кризиса) характеризуются значительным ростом электрификации черной металлургии в крупнейших капиталистических странах — в США, Германии, Англии, Италии. С какой быстротой шел процесс электрификации, можно усмотреть из следующих цифр¹: в США мощность первичных электродвигателей на металлургических заводах возросла с 77 000 л. с. в 1909 г. до 1 917 000 л. с. в 1927 г.; мощность рабочих электромоторов увеличилась от 795 000 л. с. в 1909 г. до 3 312 000 л. с. в 1927 г. В Германии коэффициент электрификации всех механических двигателей в черной металлургии поднимается с 26,6% в 1907 г. до 56,6% в 1925 г., а установленная мощность с 225 000 до 3 178 000 л. с., т. е. увеличивается в 14 с лишком раз. Аналогичное положение и в Англии, где установленная мощность электромоторов составляла 880 000 л. с. в 1924 г. и 1 175 000 л. с. в 1930 г. Степень электрификации всех двигателей в английской металлургии определяется в 52,2% для 1924 г. и в 61,6% для 1930 г. Этот рост электрификации черной металлургии, обгоняющий в США и в Германии темпы электрификации всех остальных отраслей промышленности, взятых в целом, обуславливается специфическими особенностями технологического процесса в черной металлургии. В доменном производстве чугуна и сталеварении электрические двигатели обслуживают только транспортные и вспомогательные механизмы. Самый же процесс производства металла, как термотехнический, не включает в себя непосредственного участия энергии, полученной от электродвигателя, но роль этих вспомогательных устройств и их бесперебойного действия чрезвычайно велика.

Обслуживание вручную современной домны производительностью в 700—800—1 000 т совершенно немыслимо. То же самое можно сказать и о крупных мартеновских печах. Для 150-тонной печи требуется полная механизация завалки и особенно разлива. При прокатке механическая энергия, поставляемая энергодвигателем, составляет основу самого технологического процесса.

Наиболее широкое применение получила электрификация в прокатном деле. На 1 января 1932 г. в США было установлено в прокатных цехах около 2 000 электромоторов общей мощностью около 2 млн. киловатт. Но в связи с кризисом это грандиозное энергетическое оборудование почти бездействовало.

Наиболее характерная черта электрификации прокатного дела — это неуклонное внедрение электрических машин и аппаратов во вспомогательные процессы и механизмы, вытеснение ручного труда из всех видов обслуживания, управления и контроль над работой прокатных станов. В процессе электрификации действующих прокатных цехов происходило взаимное приспособление работающих механизмов к моторам и моторов к работающим механизмам: менялись мощности прокатных моторов, вносились конструктивные изменения, ставились специальные пусковые приборы, но одновременно происходили и изменения в структуре прокатных станов, расположении клеток, в планировке цеховых зданий и т. д.

Электрификация привела в сущности к полной реконструкции прокатного дела за последние 5—6 лет. Эта реконструкция в основном заключалась в первую очередь в большом распространении непрерывных прокатных станов. Сначала непрерывные прокатные станы применялись только в прокатке проволоки, но в течение сравнительно короткого периода непрерывная прокатка стала применяться и в изготовлении полосовой стали, листового железа, жести, различных сортов торговой стали, конструкционных сталей,

¹ „Nachrichten AEG“, 1931.

труб и т. д. В настоящее время большая часть стальных изделий в Америке проходит через непрерывные прокатные станы. Основное технико-экономическое преимущество непрерывной прокатки — это устранение ручного труда при передаче металла из одной клетки стана в другую и ускорение самого процесса прокатки, вследствие чего значительно повышается производительность прокатных станов.

Преимущества непрерывных прокатных станов могли проявиться в полной мере лишь на основе применения индивидуальных электроприводов, причем каждая клетка снабжается своим электромотором. Главнейшим стимулом к распространению индивидуального привода служило стремление увеличить гибкость непрерывных прокатных станов, расширить программу прокатки и ускорить самый процесс. Внедрение индивидуального электропривода в прокатном деле не ограничивается, однако, черновыми станами. Индивидуальный и многомоторный электропривод находят себе производственное применение и в реверсивных станах, в частности в блюмингах и в слэбингах. Увеличение мощности колоссальных обжимных станов вызывает в последнее время применение системы двойного привода, при котором каждый из валков стана обслуживается своим собственным индивидуальным мотором.

Колоссальные дробление и децентрализация электроэнергии, получающейся в результате применения индивидуального и многомоторного электропривода, вызывают необходимость в централизации и автоматизации управления. Без автоматизации и централизации контроля управления десятками и сотнями работающих механизмов немыслима была бы работа современного прокатного цеха. В последнее время, уже в период кризиса, стал получать широкое применение в прокатном деле фотоэлемент. На одном из блюмингов, оборудованном в США в 1930 г., у каждой из крышек нагревательного колодца помещается по фотоэлементу, регулирующему открывание и закрывание крышки. Ножной педалью направляется на фотоэлемент луч света, в результате чего крышка колодца мгновенно открывается; вторым лучом света крышка закрывается.

Электрификация всех процессов проката, введение индивидуального и многомоторного привода, централизация и автоматизация управления в корне изменили структуру прокатных цехов. Изменился план зданий, изменилось расположение главных и вспомогательных механизмов, уменьшилась в несколько раз численность обслуживающего персонала и резко переменялась его квалификация. Вместо десятков и сотен рабочих специальных квалификаций (вальцовщиков, калибровщиков и пр.) теперь в цехе находится всего лишь несколько человек машинистов, монтеров, техников, наблюдающих за механизмами и регулирующих процессы проката.

В отношении рода тока в США обнаруживается тенденция к абсолютному и относительному росту мощности и числа оборотов моторов постоянного тока на главных приводах прокатных станов. Растущее потребление моторов постоянного тока объясняется условиями развития прокатного дела и прежде всего колоссальным развитием тяжелой прокатки и быстрого распространения непрерывных станов, требующих большой регулировки числа оборотов, что лучше всего достижимо в моторах постоянного тока.

В условиях кризиса, однако, процесс электрификации металлургических агрегатов задержался. Сейчас предпочитают работать на небольших печах и прокатных станах универсального типа, допускающих быструю смену сортамента, чем располагать крупными специализированными станами, которые загружаются едва на 10—15% их мощности.

Внутризаводский транспорт

До последнего времени внутризаводский транспорт металлургического завода базировался на паровозах специального промышленного типа, на тяжелых танк-паровозах. Сейчас на заводах Германии вводят вместо паровоза дизель-электровозы, оборудованные 6-цилиндровым, четырехтактным дизелем мощностью в 300 л. с., непосредственно присоединенным к генератору в 200 киловатт. Последний передает энергию четырем тяговым мотором серийного типа, смонтированным на осях тележек, по одному на каждую. Управление электровозом возможно с обеих сторон, оборудован он воздушным и ручным тормозами. Стоимость эксплуатации его составляет 44% от стоимости эксплуатации паровоза. Значительная экономия получается на горючем — 80%, на рабочей силе и на ремонте. Этот двигатель за последние два года (1932—1933) почти полностью вытесняет паровую тягу, даже в таких странах, как Германия, где ощущается недостаток в жидком топливе.

На ряде заводов США находят широкое применение мотовозы, а также безрельсовый транспорт: автокары, электрокары, грузовые автомобили и тракторы. Характерна еще проявившаяся за последние годы тенденция — применять, где только это представляется возможным, все виды воздушного внутри- и междучехового транспорта: канатные дороги, тельферы, электрокошки и др. Наряду с этим на металлургических заводах широко используются конвейерами, элеваторами, транспортерами и другими видами непрерывного транспорта.

Настоящая статья не претендует на полное исчерпывающее изложение всех сдвигов, происшедших в металлургии западных стран и США в эпоху кризиса. Здесь приведен также ряд фактов, не связанных непосредственно с кризисом, но представляющих известный интерес для советской металлургии. Сейчас мы намерены сделать некоторое отступление от темы и кратко подчеркнуть, какие из отмеченных достижений иностранной техники могут найти применение у нас.

Основной вопрос — о структуре металлургического предприятия.

При постройке новых металлургических заводов и реконструкции действующих мы исходим из последних достижений современной мировой техники, применяя наиболее совершенные методы производства. Между тем, как мы видели, экономические противоречия, вытекающие из самой сущности капиталистической системы, жестокая конкуренция, обострившаяся в эпоху кризиса, экономическая зависимость между отдельными группами предприятий в значительной мере обусловили застой в технике большинства стран Западной Европы.

Советская практика последних лет пошла по пути строительства самых крупных в мире металлургических заводов (Магнитогорск) по проектам, предусматривающим самую тесную взаимную увязку не только между отдельными цехами, но и связывающим в один комплекс ряд смежных по технологическому процессу предприятий, в результате чего создаются новые промышленные районы (УКК). В годы жесточайшего кризиса, господствующего во всем капиталистическом мире, советскими техниками создан стандартный тип советского металлургического завода производительностью в 1 000 000—1 200 000 т чугуна, 1 200 000 т стали и свыше 1 млн. т проката. Такой завод в основе состоит из 4 доменных печей, с полезным объемом в 930—1 000 м³ каждая, 10—12 мартенов емкостью по 150 т, мощного блюминга, 2 непрерывных заготовочных станков и 3—4 чистовых прокатных станков. На территории завода строится коксохимическая уста-

новка, состоящая обычно из 4 батарей (по одной на каждую домну), по 69 печей в каждой. Таких предприятий не знала царская Россия: самый большой в России завод — Брянского общества в Екатеринославе (ныне завод им. Петровского) — давал не более 400 000 т чугуна в год и до 350 000 т проката.

Мы уже отмечали роль газового хозяйства в металлургии: металлургические комбинаты обладают большим количеством избыточных отходящих газов коксовых и доменных печей. Практика капиталистических стран пошла по пути создания в металлургических заводах замкнутого теплового баланса: избыточные газы, представляющие собою ценное сырье для химической промышленности, не выходят за рамки завода и в значительной мере используются лишь как топливо для энергетических целей. Плановое хозяйство Советского союза не ограничивается постройкой отдельных промышленных единиц. Оно широко применяет принципы комбинирования. Поэтому энергетическое хозяйство советского металлургического завода не укладывается в рамки только одного предприятия. Для энергетических целей находят себе применение суррогаты топлива (угольная пыль, коксовая мелочь, шлак и пр.); избыточные же газы коксовых печей подвергаются дополнительной обработке для получения синтетического аммиака. Смесь коксового и доменного газов идет в нагревательные печи прокатных цехов, в мартеновские печи и на специальные химические производства. В этом заключается существенное отличие и преимущество советской системы, и тут мы идем впереди всех капиталистических стран.

Мы решительно стали на путь использования достижений заграничной техники в области укрупнения отдельных агрегатов. Первая доменная печь, построенная в СССР (на Макеевском заводе — в 1929 г.), имеет объем в 842 м³. Пущенная же в 1933 г. доменная печь на Магнитогорском заводе имеет уже полезный объем в 1204 м³. Это самая крупная и наиболее усовершенствованная печь в Европе. Она построена преимущественно по американскому образцу, с полной механизацией подачи сырья и топлива.

Быстрое овладение техникой производства на мощных доменных печах поставило на очередь вопрос о дальнейшем увеличении размеров новых домен. Проведенная недавно в советской печати дискуссия на эту тему выявила полную техническую возможность постройки в ближайшие годы доменной печи с полезным объемом 1500 м³. Проект такой печи в основном уже разработан и сейчас идет уточнение отдельных ее деталей.

Чрезвычайно важен вопрос — о повышении производительности действующих доменных печей. Надо сказать, что коэффициент использования полезного объема доменных печей СССР значительно ниже, чем в капиталистических странах. Лучшие наши домны имеют (проектный) коэффициент использования объема 1,18, а фактически коэффициент этот составляет в среднем 1,27—1,35. Между тем на отдельных печах США коэффициент этот близок к единице, а в Германии в годы кризиса удалось в отдельных случаях выплавлять тонну чугуна на 0,76 м³ полезного объема печи.

Основная причина этого отставания заключается в невысоком качестве нашего кокса. В то время как донецкий кокс содержит в среднем 1,5—2,5% серы, 10—15% золы и от 5 до 15% влаги, американский кокс содержит от 0,5 до 1% серы, от 7 до 10% золы и от 2 до 3% влаги. Немецкий кокс по своим качествам несколько уступает американскому, но он значительно лучше донецкого: содержание серы в нем не превышает 1,1%, золы от 8 до 10% и влаги до 5%.

Наш донецкий кокс содержит, следовательно, в 1,5—2 раза больше серы, чем американский и немецкий, что зависит от качества углей и недостаточной их подготовки (сортировки, мойки и т. д.).

Чрезвычайно большое значение для производительности печей имеет также и качество руды, так как использование полезного объема домны в основном определяется степенью восстановимости железных руд. Отсюда и вытекает важнейшая задача — сосредоточить все внимание на вопросах подготовки доменной шихты, на обессеривании кокса, на агломерации руд, на дроблении известняка. Эти мероприятия позволят нам скорее „догнать“ и на этом участке.

За последние два года в СССР проделан ряд опытов по применению в доменном производстве кислорода. Опыты эти имеют целью не только интенсифицировать процессы, происходящие в домне. Увеличение количества кислорода, поступающего в печь, меняет состав отходящих колошниковых газов, превращая их в сырье для химической промышленности. Таким образом домна из чисто металлургического агрегата превращается в газогенератор и в химическую реторту. Видоизменяется и весь технологический процесс выплавки металла. Отпадает необходимость в подогреве дутья, так как увеличенное количество кислорода интенсифицирует все химические процессы. Внедрение кислорода в доменную плавку сейчас только выходит из стадии опытов. Исследования в ползу заводском масштабе дали вполне благоприятные результаты. В этом деле, имеющем большую будущность, мы являемся пионерами.

В 1932 г. была доказана техническая возможность выплавки чугуна на торфяном топливе. Опытные плавки на Косогорском и Чернореченском заводах подтвердили возможность применения в доменном производстве не только торфяного кокса, но и кускового торфа. Таким образом в практику доменного дела вводится новый вид топлива, который может существенно изменить географическое размещение новых металлургических предприятий.

Большого внимания заслуживает также проводимая в СССР научно-исследовательская экспериментальная работа по внедрению в доменный процесс антрацита взамен кокса — частью в неподготовленном виде, частью же термически обработанного. Для СССР вопрос этот имеет существенное значение, поскольку запасы антрацита в одном из важнейших угольных районов (в Донбассе) в несколько раз превышают разведанные запасы коксующихся углей. На уральских заводах непосредственно в доменных печах применяется сырой каменный уголь — пласта „Мощного“ Кузнецкого бассейна.

Рациональное использование уральских углей для металлургических процессов ставит также на очередь дня вопрос о полукоксовании челябинского угля, с тем чтобы получающийся полупродукт применить в качестве компонента угольной шихты для коксования.

Металлургические заводы Запада и США почти незнакомы с вопросами суррогатирования доменного топлива, и СССР ставит их впервые.

В условиях резкого дефицита стали в СССР бессемеровский способ передела имеет ряд существенных преимуществ перед мартеновским. Сюда относятся чрезвычайная быстрота процесса, меньшие капитальные затраты и возможность более быстрого сооружения бессемеровских цехов. При наличии у нас значительных количеств сырья, удовлетворяющего бессемеровскому процессу (малофосфористые руды), и при существующем разрыве между производственной мощностью сталелитейных и доменных цехов вопрос о постройке бессемеровских цехов имеет существенное значение. В связи с этим и принято решение о постройке бессемеровского цеха на Магнитогорском заводе. В порядок дня поставлен также вопрос о постройке бессемера на Криворожском заводе и дублировании бессемеровского производства на заводе им. Дзержинского. Таким образом, в выборе способов передела стали СССР не пошел по пути слепого копирования капиталистической техники.

Чрезвычайное разнообразие сырьевых ресурсов СССР, наличие громадных количеств сложных руд — титано-магнетитов Урала, хромоникелевых руд Халиловского (Нижняя Волга), Малкинского (Северный Кавказ) и Елизаветинского (Урал), месторождений фосфористых руд Керченского полуострова и др. — заставили советскую техническую мысль пойти по пути изучения возможностей комплексного использования всех заключающихся в этих рудах ценных элементов. И в этой области иностранная практика чрезвычайно бедна.

Опытные плавки халиловских руд в доменных печах Косогорского завода и последующий передел полученного чугуна в сталь показали полную осуществимость и рентабельность эксплуатации этих руд и возможность получения легированных чугунов без добавки специальных легирующих ферросплавов. Комплексное использование титано-магнетитовых руд даст, кроме хорошего чугуна, также и значительное количество ванадия и титанистых соединений. Елизаветинские хромоникелевые руды Урала позволят получить легированный чугун с примесью хромоникеля.

В области мартеновского производства советская металлургия пошла по пути освоения опыта работы американцев на крупных печах. 150-тонный мартен принят как стандарт для новых и реконструируемых заводов. Такие мартены пущены уже на ряде заводов — на Кузнецком, Магнитогорском, им. Дзержинского, им. Томского. К 16-й годовщине Октябрьской революции в СССР работало уже девять 150-тонных мартенов. На очереди стоит вопрос о проектировании мартенов еще большей производительности.

В металлургии качественных и легированных сталей советская практика пошла впереди иностранной по суррогатированию дефицитных легирующих элементов (вольфрама, ванадия, никеля, кобальта и др.). Ближайшие задачи сводятся к освоению производства жароупорных и кислотоустойчивых сталей. Заграничная техника широко применяет для этой цели сплавы никеля и хрома (нихром, содержащий 60% никеля и 40% хрома). Советская качественная металлургия не могла пойти по пути организации производства таких сплавов, так как никель является в данный момент дефицитным (с пуском Уфалейского завода дефицит этот в ближайшие годы будет изжит). Уже разработан метод изготовления силхромовой стали, заменяющей импортный нихром: вместо никеля в эту сталь введен кремний. Для тех случаев, когда по условиям технологического процесса требуется обязательно нихром, удалось его с успехом заменить другим сплавом, содержащим до 13% никеля и 20% хрома. Такой советский нихром немногим уступает заграничному, содержащему 60% никеля.

Большое значение имеет применение бериллиевых и титанистых сплавов. На этом участке мы определенно отстали; надо поставить соответствующие задачи перед нашими научно-исследовательскими организациями.

Требуется также разрешения вопрос об организации производства медистой стали. СССР имеет все предпосылки для развития производства медистой стали, так как уральские железные руды содержат некоторый процент меди. Но до последнего времени руды эти не эксплуатировались, так как наши металлурги считали медь вредной примесью. По этой же причине не находили также широкого применения в черной металлургии отбросы химических заводов — пиритные огарки, содержащие некоторую примесь меди. Только в последние годы Выксунский металлургический завод, перерабатывающий пиритные огарки, стал изготавливать медистую сталь. Производство медистых сталей имеет большое значение для всего народного хозяйства, и в дальнейшем медистая сталь должна получить у нас более широкое применение. Таким образом по отдельным вопро-

сам (комплексные руды, суррогатирование доменного топлива, применение кислорода в металлургии и др.) советская техника играет ведущую роль, являясь пионером в разрешении этих проблем.

Мы показали, что, наряду с фактами технического регресса в металлургии капиталистических стран, там в последние годы сделан также ряд усовершенствований, которые не могут быть полностью использованы в условиях кризиса. Эти достижения представляют значительный интерес для советской металлургии. Задача заключается в том, чтобы критически изучить прогрессивные тенденции современной металлургии, используя их для социалистического строительства.

Братья Монгольфье

(К 150-летию первого полета)

Ровно 150 лет тому назад — 21 ноября 1783 г. — человек впервые оторвался от земли, преодолел земное притяжение и поднялся в воздух на высоту, насколько можно судить по протоколу, до 1 км. Этот первый километр по вертикальному направлению вверх был завоеван человечеством в результате десятков тысячелетий его развития.

Сейчас мы присутствуем при новом решительном скачке вверх: человек не только отрывается от земли, но вырывается из надземной тропосферы в стратосферу, измеряет высоту своего подъема уже не километрами, а десятками километров. И этот новый скачок сделан тем же аппаратом — неуправляемым аэростатом, который впервые 150 лет тому назад поднял человека над поверхностью земли. Примитивное изобретение братьев Монгольфье и Шарля еще не сказало своего последнего слова в истории техники воздухоплавания. Полеты советских стратостатов доказывают это. И потому, отмечая сейчас 150-летие со дня первой победы человека над третьим измерением пространства, мы одновременно видим в этом первом полете человека в воздух не просто интересный и важный факт довольно далекого прошлого, но видим в нем какой-то кусок, какое-то предвосхищение наших сегодняшних побед. Ибо к истории техники можно с полным правом отнести те слова, которые Гегель высказал об истории философии: „Хотя события этой истории, подобно всем другим событиям, находят свое продолжение в своих результатах, они вместе с тем обладают своеобразной творческой силой... Ход истории показывает нам не становление чуждых нам вещей, а наше становление, становление нашей науки“.

И в этом смысле, читая описания первых полетов на воздушном шаре, подготовку к ним и те отклики, которые они вызывали, невольно сопоставляешь их с теми событиями и переживаниями, свидетелями и участниками которых мы были сами только на-днях, и тогда братья Монгольфье и Шарль приближаются к нам, становятся как бы нашими современниками, и смелый Пилатр де-Розье с полным правом подает руку т. Прокофьеву.

Братья Монгольфье и их великое изобретение

История открытия братьями Монгольфье способа полета человека по воздуху при помощи воздушных шаров, наполненных нагретым воздухом, лишний раз показывает, что великие технические идеи воплощаются в жизнь только после длительной исторической подготовки. Эта подготовка включает в себя, с одной стороны, последовательный ряд соответствующих открытий и идей, постепенно накапливаемых до момента их технического воплощения, а с другой — эта подготовка включает в себя постепенное развитие техники, дающее возможность и материальные средства для реализации в конце концов новой технической идеи.

Братья Монгольфье сделали последний и решительный шаг на длинном пути частичных успехов и неудач различных ученых и изобретателей, стремившихся к идее покорения воздуха, и они же сумели, будучи фабрикантами бумаги, найти те технические приемы, которые дали им возможность осуществить свои идеи и которыми не обладали их предшественники.

Поэтому им и принадлежит честь и слава великого открытия. Однако не следует забывать и ряда работ их менее счастливых предшественников, на работы которых опирались и братья Монгольфье и их последователи в создании величественного дворца воздухоплавания.

Вначале сведения о фантастических полетах людей при помощи нагретого воздуха носят легендарный характер. Затем эта идея постепенно укрепляется в умах людей. Начинаются изучения свойств воздуха, атмосферы, пускаются небольшие шары с теплым воздухом. Архимед открывает свой закон, и этот последний распространяют на тела, находящиеся в воздухе. Открываются легкие газы, делаются опыты с ними, делаются даже попытки людей летать на шарах. И, наконец, когда вся подготовительная работа была закончена, только тогда появляются братья Монгольфье, сумевшие дать синтез предыдущих открытий и доказавшие всему миру, что человек может подняться в воздух и летать в нем.

Повидимому, прежде чем построить свои шары с нагретым воздухом, Жозеф Монгольфье предполагал возможными и динамические полеты. По крайней мере в своем мемуаре, представленном в Лионскую академию наук, он говорит:

„Подъем ракеты и работа паровой машины показывают нам, что мы можем иметь источники энергии, гораздо более мощные, чем те, которые может доставить мускульная сила человека, и это обстоятельство заставляет нас применить их к воздухоплаванию.

Не ожидая, однако, пока специалисты-механики решат эту проблему, мы с одним из моих братьев решили для этой цели применить легкий сосуд, наполненный газом легче воздуха“.

Вероятно, в это же время Жозеф Монгольфье, увлеченный своей идеей полетов, пробовал осуществить их при помощи принципа парашюта, бросаясь с большим зонтиком с крыши своего дома в Аннонэ. Когда он начал производить эти опыты, в точности неизвестно. Вероятно, мысль о парашюте у него возникла, когда он 26 декабря 1783 г. присутствовал при прыжках с парашютом Ленормана с башни в Монпелье. При этом Жозеф указал на необходимость сделать в парашюте отверстие, чтобы избежать опасных раскачиваний¹.

Во время своих прогулок с Этьеном Жозеф часто наблюдал образование и подъем облаков. Оба брата с интересом обсуждали причины поднятия и висения в воздухе этих громадных масс. Повидимому, в это время в их умах и зародилась идея воздухоплавания при помощи монгольфьеров, как были впоследствии названы изобретенные ими воздушные шары. По крайней мере в „Отчете о машине, изобретенной гг. Монгольфье“, представленном во Французскую академию наук 23 декабря 1783 г. академиками Леруа, Тиллэ, Броссоном, Кадэ, Лавуазье, Боссю, Демарэ и Кондорсе, говорится следующее:

„Повидимому, основанием к решению братьями Монгольфье великой проблемы поднятия тел в воздух послужили облака, — эти громадные массы воды, которые по причинам, пока нам в точности неизвестным, образуются и плавают в воздухе на значительных высотах“.

Вначале братья подражали природе, пробовали наполнять легкую оболочку парами воды; но последние быстро охлаждались, сгущались, и оболочка, едва отделившись от земли, падала обратно. Несмотря на эту неудачу, идея, зародившаяся у братьев, их не покидала, и каждый из них старался осуществить великую проблему.

В это время появился во Франции перевод с английского сочинения Пристлея: „О различных видах воздуха“, в котором объяснялись физические свойства газов и в частности водорода. Этьен Монгольфье, бывший в это время в Монпелье, нашел там эту книгу и привез ее в Аннонэ. Внимательно прочитав ее, он раздумывал о тех фактах и свойствах газов, которые описывал английский физик. Однажды, идя рано утром по берегу реки Серьеры и наблюдая, как поднималась по склону холма густая пелена тумана, Этьен был поражен идеей при помощи более легкого сорта воздуха плавать в воздухе более тяжелом.

Вернувшись домой, Этьен спешил сообщить свои мысли Жозефу, и последний решил с братом произвести опыт поднятия бумажного шара при помощи описанного Пристлеем водорода. Однако оболочка быстро пропускала газ, и шар, едва поднявшись, опускался обратно. Кроме того, и самый газ — водород — был в то время мало известен, приготовление его было дорого и трудно, и поэтому братья решили в то время от него отказаться. Такой же результат имели их опыты и с другими газами, описанными у Пристлея.

Но вот однажды Жозеф в 1782 г. был в Авиньоне, где имел случай видеть план осады английского Гибралтара соединенными силами французов и испанцев (1779 г.). Несмотря на наступление с суши и моря, крепость, защищавшаяся Эллиотом, не сдавалась. „Но нельзя ли понасть туда по воздуху? — думает Жозеф. — Поднимается же дым по трубе. Разве нельзя воспользоваться этим дымом и получить необходимую подъемную силу?“. Он тотчас же производит элементарные подсчеты относительно объема и веса необходимого бумажного или матерчатого шара, который мог бы подняться с нагретым воздухом, и решает сделать опыт.

У хозяйки, в квартире которой он жил, он достает несколько кусков старой тафты, делает из нее небольшой шар, наполняет его дымом и к великому удивлению хозяйки и к своей большой радости видит, как он поднимается к потолку.

Восхищенный этим результатом, он тотчас же пишет своему брату Этьену в Аннонэ: „Приготовь скорее побольше тафты, веревок, и ты увидишь одну из самых удивительных вещей в мире“. Вслед за письмом он и сам поспешил приехать в Аннонэ, где оба брата решили в конце ноября 1782 г. повторить в секрете опыт у их друга Баллио.

Они построили из материи параллелепипед объемом около 2 м³ и наполнили его дымом от сгорания шерсти и сырой соломы. Шар действительно поднялся, но на небольшую высоту, загорелся и упал на землю.

Следующий опыт братья решают произвести на открытом воздухе весной 1783 г. близ замка Брожье (Аннонэ) в присутствии нескольких членов их семьи. Шар объемом в 20 м³ был наполнен дымом. Подъемная сила его была уже настолько велика, что он оборвал свою привязь, поднялся на высоту около 300 м и спустился на одном из соседних холмов, продержавшись в воздухе 10 минут. Таким образом, не оставалось уже более никаких сомнений: воздухоплавание перешло из области утопии в действительность. Интересно выяснить, как объяснили сами братья причину подъема их воздушных шаров.

Относительно этого мнения расходятся. Поль Ренар в своей статье „Столетие со дня смерти Жозефа Монгольфье“² сообщает, что в статье „Заметка об искусстве воздушного полета“, издан-

¹ Идея парашюта была известна задолго до этого времени: 1500 г. — Леонардо да-Винчи, 1617 г. — Веранцио, 1648 г. — Сирано-де-Бержерак.

² „La technique aéronautique“, 1910.

ной в 1784 г. в Париже, Жозеф Монгольфье изложил основные положения, послужившие к решению поставленной проблемы, в следующем виде:

1. „Заместить атмосферный воздух равным объемом более легкого газа или горючего воздуха (водорода)“.

2. „Построить оболочку, которая держала бы в себе горючий воздух (водород) так, чтобы вес этого воздуха и оболочки были не только равны весу вытесненного атмосферного воздуха, но чтобы еще была и разность этих весов, т. е. чтобы вес вытесненного атмосферного воздуха превосходил вес баллона в размере, достаточном для подъема тяжестей, подвешенных к баллону“.

3. „За счет этого излишка поднимать гондолу и людей“.

Нельзя более ясно, добавляет Ренар, изложить теорию статического подъема. Однако Гастон Тиссандье в своей „Истории воздушных шаров и знаменитых воздухоплавателей“¹ указывает, что Жозеф Монгольфье не понимал ясно теории изобретенного им аэростата с нагретым воздухом и старался объяснить причину подъема его влиянием электричества, которое по существу не имеет ничего общего с разрежением нагретого воздуха. В своем „Мемуаре об изобретении аэростатов“, представленном в Лионскую академию наук, Монгольфье приписывает причину подъема аэростатов „электрической жидкости“ (fluide). Эта „жидкость“ будто бы помогла дыму и облакам отталкиваться от земли. Поэтому-то они вначале и применяли для получения дыма, обладающего подобными электрическими свойствами, смесь шерсти и соломы, чтобы получить назлектризованный газ от сжигания щелочного начала с противоположным².

Повидимому, даже комиссия Академии наук с участием таких ученых, как Лавуазье, Кондорсе и др., поддерживала мнение Монгольфье, что секрет полета заключается в особом свойстве назлектризованного газа, получающегося от сжигания шерсти с соломой. Этот дым даже получил название монгольфьева газа.

Однако уже на другой год знаменитый физик Соссюр, впоследствии назначенный членом



Рис. 1. Первый публичный подъем монгольфьера 5 июня 1783 г.

¹ Gaston Tissandier, Histoire des Ballons et des Aéroneutes célèbres, Paris 1887, t. I, pp. 11 et 55.

² Б. Потемкин, Военная авиация, СПб 1888, стр. 80 и 81.

комиссии, простым опытом доказал, что шар в действительности поднимается от нагретого воздуха, который легче обыкновенного. Сосюр, сделав маленький шар, вдвинул в его отверстие раскаленную добела железную палку, и шар тотчас же взлетел вверх; ясно, что его поднял нагретый, а следовательно, более легкий воздух.

Во всяком случае, если вначале братья Монгольфье и заблуждались относительно причины подъема их аэростатов, то, повидимому, быстро заметили свою ошибку и поняли истинное значение нагретого воздуха.

Исторический опыт в Аннонэ 5 июня 1783 г.

Как ни старались Монгольфье скрывать свои опыты, последние не могли не сделаться предметом самого страстного любопытства со стороны их сограждан. Со всех сторон посылались просьбы сделать публичный полет их машины. Наконец, полет был совершен, и вот как его описывает первый историк изобретения баллонов, Фожа де-Сен-Фан.

„В четверг 5 июня 1783 г. собрание местных властей провинции Виварэ, находившихся в Аннонэ, было приглашено авторами аэростатической машины присутствовать при опыте, который они предполагали сделать публично.

Каково было изумление депутатов и многочисленных зрителей, когда они увидели на площади баллон окружностью 110 футов, скрепленный у своего нижнего полюса с деревянной рамой площадью 16 кв. футов. Эта громадная оболочка вместе с рамой весила 500 ливров и могла вместить 2 200 куб. футов пара... Еще более возросло возбуждение, когда изобретатели машины объявили, что как только она будет наполнена газом, который они приготавливают весьма простым способом, она поднимется до облаков.

Следует признаться, что, несмотря на доверие, которое все имели к просвещенности и уму братьев Монгольфье, этот опыт казался настолько невероятным зрителям, что даже лица, наиболее образованные и расположенные к братьям, решительно сомневались в успехе.

Наконец, братья Монгольфье приступают к делу: они начинают приготавливать пары, которые должны произвести поднятие; машина сначала представляла собой оболочку из полотна, обклеенного бумагой, имевшую вид громадного мешка высотой 35 футов, скатую, полную складок, с вытесненным воздухом. Мало-помалу она начинает раздуваться, увеличиваться заметно в объеме, принимать стойкую форму и шарообразный красивый вид, натягиваться во всех частях и стремится подняться, но сильные руки ее удерживают.

По данному сигналу она освобождается, стремительно взлетает на воздух, где в своем ускоренном полете менее чем в 10 минут достигает высоты около 1 000 туазов. Далее она летит по горизонтальной линии 7 200 футов и вследствие значительной потери газа медленно опускается на землю в указанном расстоянии.

Нет сомнения, что машина продержалась бы в воздухе значительно дольше, если бы она была сделана более солидно и точно. Тем не менее цель была достигнута, и эта первая попытка с таким счастливым успехом закрепила за братьями Монгольфье славу одного из самых изумительных открытий. Учитывая бесчисленные затруднения, которые имели место при столь смелом опыте, ту жестокую критику, которой подверглись бы авторы при малейшей неудаче, громадные произведенные ими расходы, нельзя не испытывать самого искреннего восхищения перед авторами этой аэростатической машины“.

Дополняем вышеприведенные данные об устройстве баллона описанием, сделанным самими братьями Монгольфье.

„Оболочка машины была усилена пришитой к ней веревочной сеткой и имела почти сферическую форму. В наполненном виде она вытесняла вес воздуха в 1 980 ливров, если принять среднюю плотность воздуха равной $\frac{1}{800}$ плотности воды. Вес газа внутри баллона составлял почти половину веса воздуха, т. е. около 990 ливров. Сама машина весила 500 ливров. Таким образом подъемная сила равнялась 490 ливрам, что и было подтверждено опытом. Отдельные части машины скреплялись пуговицами, продетыми в петли. Для снаряжения и наполнения оболочки газом было достаточно двух человек, однако удерживать ее в наполненном виде потребовалось восьми человекам... Ветер отнес ее на 1200 туазов... Она столь плавно спустилась, что не поломала даже рамку из виноградных лоз, на которую она опиралась“.

Тиссандье добавляет к этому, что воздух нагревался в машине при помощи сгорания вязанок соломы и виноградных лоз.

После опыта представители власти в Виварэ, присутствовавшие при подъеме аэростата, составили протокол, который они послали 2 июля 1783 г. в Парижскую академию наук, официально свидетельствуя, таким образом, первый раз о подъеме воздушного шара (рис. 1).

Когда известие об опыте братьев Монгольфье достигло Парижа, оно произвело впечатление разорвавшейся бомбы. Парижская академия наук, получив известие об опыте Монгольфье, назначила по настоянию Бретейля, тогдашнего министра народного просвещения, комиссию в ранее упомянутом составе для расследования доложенного факта, которая и подтвердила это событие. Изобретатели были вызваны в Париж для повторения своих опытов за счет государства и академии.

Парижская академия наук в своем заседании от 10 декабря 1783 г. присудила обоим братьям звание членов-корреспондентов, а 23-го числа того же месяца — премию, учрежденную для поощрения наук и искусств.

Жозеф Монгольфье среди многочисленных своих работ особенно занимался техническими изобретениями, из которых отметим гидравлический таран, или водоподъемную машину, который

был им установлен еще в 1792 г. в Вуароне; кроме того, он изобрел калориметр, гидравлический пресс, аппарат для сушки фруктов, способ стереотипии в печати, машину для изготовления шнурков, далее он дал идею применения реактивного принципа к движению монгольфьера.

Этьен Монгольфье, активно помогавший брату во всех его работах, скончался в дороге из Парижа в Аннонэ 2 августа 1799 г.

Смерть брата сильно подействовала на Жозефа Монгольфье. Он оставил промышленные дела, переселился в Париж и отдался всецело научным занятиям. Он был назначен заведующим Музеем искусства и ремесел, а в 1802 г. содействовал основанию Общества поощрения национальной промышленности. В 1807 г. он избирается членом Академии наук. За свои изобретения ему была присуждена высшая награда (*grand prix*), предназначенная декретом Наполеона для „изобретателя машины, имеющей наибольшее значение для искусства и ремесел“.

Жозеф Монгольфье скончался 28 июня 1810 г. В садах Видалона-ле-Аннонэ возвышается трехгранная пирамида, построенная в 1819 г. с надписью:

БРАТЬЯМ МОНГОЛЬФЬЕ—
Их благодарные сограждане.



Рис. 2. Памятник братьям Монгольфье в Аннонэ

Наконец, 13 августа 1883 г., спустя 100 лет, в Аннонэ, на родине братьев Монгольфье, был воздвигнут памятник, на котором Этьен изображен держащим в руках небольшой шар, к отверстию которого Жозеф, стоящий на коленях, подносит пылающую жаровню.

Шарль и его первый аэростат

Как уже было сказано, Академия наук пригласила братьев Монгольфье повторить их опыт в Париже за счет государства и назначила комиссию для рассмотрения обстоятельств опыта. Однако нетерпение публики все возрастало, и, чтобы удовлетворить ее, молодой ученый, профессор в *Jardin de Plantes* и ученик Бюффона, Фожа де-Сен-Фон (*Faujas de Saint-Fond*), который был первым историографом полетов братьев Монгольфье и впоследствии Шарля, открыл общественную подписку на организацию нового полета. В несколько дней была собрана сумма в 10 000 франков.

Для осуществления опыта Фожа обратился к профессору Шарлю¹, который славился в то время в Париже своими интересными популярными лекциями по физике. Имя Шарля тесно связано с именами Монгольфье, и его опыты с воздушными шарами происходили почти одновременно с полетами первых монгольфьеров.

Шарль был уже весьма знаменит и популярен в Париже, когда узнал новость о полете шара братьев Монгольфье в Аннонэ. В протоколе об опыте в Аннонэ и в частных письмах, сообщавших об этом событии, не указывалось, каким газом был наполнен шар Монгольфье, а лишь глухо говорилось, что этот газ в два раза легче обыкновенного воздуха.

¹ Физик Шарль (Жак-Александр-Цезарь) родился 12 ноября 1746 г. в Боженси. В первые годы своей карьеры он служил по финансовой части казначеем. После упразднения его должности, познакомившись с известными опытами Франклина с молнией, Шарль решил посвятить себя занятиям по физике. Скончался Шарль 7 апреля 1823 г. в Париже.

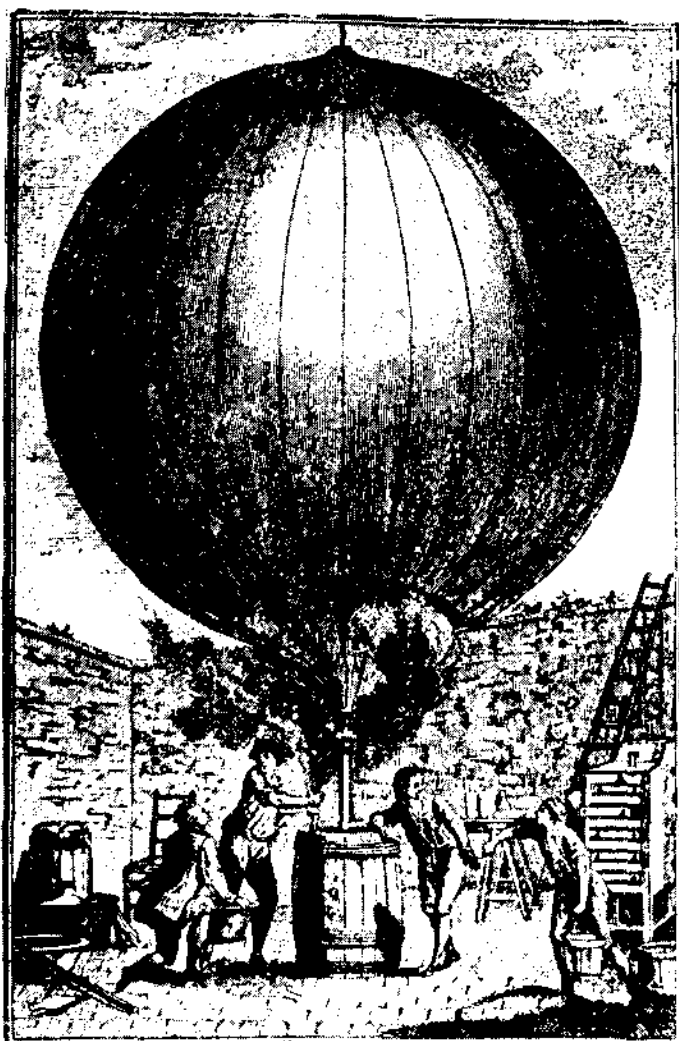


Рис. 3. Шарль и братья Робер наполняют водородом первый воздушный шар (шарльер) 23 или 26 августа 1783 г.

Шарль не стал терять времени на исследование, какой газ применили братья Монгольфье. Он понял, что раз опыт удался с газом, удельный вес которого в два раза легче воздуха, то тем более он удался с водородом, который в 14 раз легче воздуха.

Поэтому, когда к нему обратились с предложением повторить опыт братьев Монгольфье, он и решил построить шар, наполненный водородом. Однако приготовление водорода в большом количестве, равно как изготовление оболочки шара, непроницаемой для этого газа, представляли большие затруднения, и для преодоления их Шарль решил обратиться к искусным парижским механикам — двум братьям Робер. Последние, по указанию Шарля, приготовили в продолжение 25 дней оболочку из шелка, пропитанного резиной. В надутым виде она представляла собой шар диаметром 12 футов 2 дюйма; окружность его была 38 футов 2 дюйма 8 линий; вес с краном — 26 ливров и подъемная сила — 35 ливров. 23 августа 1783 г. оболочка была готова.

Выкрасена и спита оболочка была вполне хорошо; внизу она имела отверстие, закрывающееся краном; вверх была приделана веревка для подвески. Перед наполнением оболочку сложили, выдавили из нее воздух и закрыли кран. Оставалось теперь приготовить водород и наполнить им оболочку. Эта задача представляла

большие затруднения, так как приходилось вырабатывать способ получения водорода в большом количестве. После нескольких неудачных попыток Шарль и братья Робер остановились на следующем способе (рис. 3).

Посредине двора была поставлена на дно бочка, в которую насыпали железных опилок. В верхнем дне было два отверстия. В одно из них вставили жестяную трубку, соединенную с другой — медной, покрытой резиной и вставленной в трубку с краном, у низа оболочки. Через другое отверстие в бочку при помощи воронки наливали на опилки водный раствор (46%) серной кислоты (*acide Victoriolique*).

Образовавшийся в бочке водород с шипением проходил по трубке в шар и понемногу наполнял его. При этом, однако, возник ряд затруднений. Кислота, действуя на опилки, выделяла значительное количество тепла, благодаря которому вода начинала закипать, и пары ее, смешавшись с водородом, попадали в шар. Там, охлаждаясь, они превращались в воду, которая стекала по стенкам шара и закупоривала отверстие, через которое должен был проходить водород. Приходилось часто открывать кран и выпускать эту воду, но вместе с ней выходила и часть водорода.

Далее трубки и шар чрезмерно нагревались, и приходилось их все время поливать из насосов водой. Несмотря на это к вечеру 23 августа шар был наполнен почти до трети объема. Однако ночью один из работников, думая, что кран позабыли закрыть, открыл его, вместо того чтобы оставить закрытым. Когда утром осмотрели шар, то увидели, что он почти полон газа. Оказалось, что в него вошел воздух и смешался с водородом. Весь день 24 августа ушел на приготовление водорода и исправление описанного инцидента. Наконец, к вечеру шар был

уже наполнен наполовину. 25-го утром все оказалось в порядке. Шар наполнили газом. Он поднимал 21 ливр. К вечеру эта цифра уменьшилась до 18 ливров.

26 августа опять наполнили утку газа. Все было в порядке. Шар поднимался, удерживаемый веревками, на высоту 100 футов и был виден из-за стен двора многочисленной толпе, следиавшей конным отрядом полиции.

Итак, вся операция наполнения шара водородом потребовала четыре дня, причем было израсходовано 1 000 ливров железа и 498 ливров серной кислоты.

Подъем шара был назначен на 27 августа с Марсова поля. Поэтому необходимо было его туда перевезти ночью со двора мастерской братьев Робер. В 2 часа ночи с 26 на 27 августа шар был освобожден от привязей и на веревках донесен до ворот двора, где его пришлось немного смять, придав ему удлиненную форму, чтобы пронести через ворота. В таком виде его донесли до Площади побед (Place des Victoires) и там уложили на особую тележку, привязав его к ней теми же веревками.

По прибытии на Марсово поле шар укрепили посредине него и начали понемногу наполнять газом, оставляя окончательное наполнение до начала полета, чтобы публика могла видеть процесс его.

Полет первого шарльера 27 августа 1783 г.

Хотя подъем шара был назначен в 5 часов дня, но уже к 3 часам все поле было покрыто народом. Более 300 000 человек собралось на это зрелище. Все поле было оцеплено войсками, прилегающие аллеи и улицы охранялись со всех сторон для облегчения движения экипажей и предупреждения несчастных случаев. Берега реки Сены, дорога в Версаль, амфитеатр Пасси были покрыты сплошной массой зрителей.

В 5 часов дня 27 августа 1783 г. пушечный выстрел дал сигнал к началу опыта; он же служил указанием и для ученых, разместившихся на террасе Кладовой королевской мебели, на балконе Собора Парижской богородицы и в Военной школе. Они должны были произвести наблюдения за полетом и сделать необходимые вычисления.

Шар, освобожденный от привязей, которые его удерживали, поднялся к великому изумлению зрителей с такой быстротой, что в 2 минуты достиг высоты в 488 тоазов, здесь он вошел в облако и скрылся из вида; при этом раздался второй выстрел, возвещавший его исчезновение. Однако вскоре он снова появился на большой высоте и затем снова исчез в другом облаке.

Сильный дождь, который начался в момент подъема, не помешал последнему, и опыт имел громадный успех. Мысль о том, что какое-то тело оторвалось от земли и отправилось путешествовать в пространство, казалась настолько необычной и возвышенной, настолько отличалась от обычных понятий того времени, что по сообщениям современников все зрители были охвачены энтузиазмом и испытывали чувство, близкое к головокружению.

Однако шар не мог долго держаться в воздухе. Будучи наполнен при отправлении, он, достигнув большой высоты, лопнул благодаря расширению газа и, спустя 45 минут после взлета, упал близ города Экуен, в 5 лье от места взлета, в местечке Гонесс.

Можно себе представить изумление и ужас крестьян, увидевших падение с неба невиданного предмета. Они бросились к местному куорэ, и целая процессия направилась к месту, где лежал



Рис. 4. Крестьяне деревни Гонесс разрушают упавший шарльер

упавший шар. Так как он еще наполовину был наполнен газом, то вид его был достаточно внушителен, а ветер, по временам шевеливший его, придавал ему вид живого существа. Все ожидали, что чудовище улетит.

Тогда один смельчак решил выстрелить в него из ружья. Заряд пробил оболочку, газ начал выходить, чудовище постепенно уменьшалось в объеме, съеживалось и, наконец, распласталось на земле. Очевидно, оно было убито. Крестьяне, до сих пор не решавшиеся подступить к нему, бросились теперь на него с вилами и палками и принялись колотить, бить и рвать его. Наконец, остатки его привязали к хвосту лошади, которую погнали по полям, рвам и дорогам, пока шар не был разорван в клочки. Когда об этом узнали в Париже, то спасти шар было уже поздно. На месте едва удалось найти несколько лоскутков материи.

Для успокоения умов, возбужденных этим полетом, вскоре после гибели первого водородного аэростата было опубликовано правительством следующее обращение:

„Обращение к народу относительно подъема баллонов, или воздушных шаров“

Шар, которым оно (это обращение) вызвано, был пущен в Париже 27 августа 1783 г. в 5 часов вечера с Марсова поля.

Недавно сделано открытие, о котором правительство считает долгом довести до всеобщего сведения для предупреждения паники, которая может возникнуть у народа.

Благодаря разности весов так называемого горючего воздуха и воздуха нашей атмосферы, шар, наполненный горючим воздухом, должен самостоятельно подниматься до тех пор, пока не наступит равновесие между обоими видами воздуха, что может произойти только на значительной высоте.

Первый опыт подобного рода был сделан близ Аннонэ (в Виварэ) изобретателями господами Монгольфье. Шар, сделанный из холста и бумаги и имевший по окружности 105 футов, был наполнен горючим воздухом и самостоятельно поднялся на высоту, которую невозможно было определить.

Подобный же опыт был повторен в Париже (27 августа в 5 часов вечера) в присутствии громадной толпы народа. Шар был сделан из тафты, пропитанной резиной, и имел окружность 36 футов. Он поднялся с Марсова поля, долетел до облаков и скрылся из вида, уносимый ветром к северо-востоку; расстояние, на которое его унесет, нельзя было предугадать.

Этот опыт предполагается повторить с шарами больших размеров. Каждый, кто увидит на небе подобные шары, похожие на луну в затмении, пусть знает, что это явление не представляет собой ничего страшного и что такая машина всегда устроена из тафты или легкого холста, покрытого бумагой, что она не может причинить никакого вреда и что есть основание думать, что она со временем окажется полезной для общественных нужд.

Аэростатическая сфера, или летающий шар, диаметром около 12 футов и весом 25—30 ливров, пущенная по ветру на Марсовом поле 27 августа 1783 г. в 5 часов вечера во время дождя, была построена из прорезиненной тафты и была закрыта со всех сторон, чтобы в нее не проник наружный воздух. Она была наполнена горючим газом, полученным при действии серной кислоты на железные опилки. При подъеме она описала параболическую кривую по направлению к северу и, быстро поднявшись, исчезла из виду, упав впоследствии в местечке Гонессе в тот же день в 6 часов вечера.

Видел и одобрил 3 сентября 1783 г.

Де-Савиньи.

Видел одобрение и разрешаю печатать.

3 сентября 1783 г.

Ленуар".

Из текста этого обращения видно, что правительство еще не знало, чем был наполнен шар Монгольфье, считая, что там был „горючий воздух“. Кроме того, мы замечаем некоторые расхождения в размерах шара по сравнению с ранее приведенными.

Это объявление шесть праздничных дней подряд читалось с барабанным боем в городах и селениях во всей Франции.

В газетах „Московские ведомости“ на стр. 596 и 619 и „Санкт-петербургские ведомости“ в № 75 в конце сентября¹ 1783 г. сообщалось:

„В Париже 27 августа делан был вне города опыт над одним ядром, наполненным горючим воздухом, и которое само собой восходит на высоту. Многие уверены были, что сия машина, которая называется globe aérostatique, долго останется на воздухе, и на сей конец утверждён был кожаный мешок с бумажкой, на которой написан был день и час отъезда сей машины. Они думали, что по содержащемуся в ядре количеству горючего воздуха оно пробудет в воздухе от 20 до 25 дней.“

В 5 часов и 3 минуты после полудня поднялось ядро на высоту; в 5 часов 4 минуты и 28 секунд было оно уже так высоко, что не можно было его видеть и в 5½ часов упало оно на землю при местечке Гонессе за 4 часа от Парижа. Господин Монгольфье, изобретатель ядра, трудится теперь над усовершенствованием своей машины“.

¹ Цитируем по книге А. Родных, История воздухоплавания и летания в России, СПб 1911, стр. 14.

После опыта Шарля воздушные шары, наполняемые нагретым воздухом, стали называться монгольфьерами, а наполняемые водородом — шарльерами.

После своих знаменитых опытов с полетами шаров Шарль прекратил занятия воздухоплаванием. В своих частных бумагах Шарль объясняет, что замкнуться в полном уединении его заставили зависть и недоброжелательство, которые обрушились на него после первого полета, тем не менее его заслуги доставили ему и ряд почестей. Он получил значительную пенсию, за ним сохранился приоритет изобретения водородного шара (шарльера). Позднее он был избран членом Парижской академии наук, профессором физики в *Ecole des Arts et Métiers*, куда он перенес свой физический кабинет. Слава Шарля, как изобретателя шарльеров, спасла его и в дни революции. Народ воздал должное его заслугам, оставив за ним его помещение, которое король предоставил ему в Тюильри.

Подъем на Марсовом поле с таким превзошедшим все ожидания успехом еще более увеличил энтузиазм публики и интерес ее к аэростатической машине. Все стремились к повторению опыта в Аннонэ, но трудности устройства небольших шаров останавливали сначала самых нетерпеливых. Пробовали устраивать шары из тонкой и легкой бумаги, но она пропускала газ. Необходимо было найти материал менее пористый и еще более легкий, чем бумага.

Наконец, один художник Дешамп из Невшателя придумал употребить для этой цели бодрящую пленку¹. Он сообщил эту идею Боману, который произвел соответствующие испытания, и, наконец, появилось объявление о том, что „в присутствии всех желающих им будет произведен опыт подъема подобного шара в тот же день в 11 часов утра в саду отеля Сюржер на улице Виль-Эвек“.

С 10 часов эта улица была уже запружена народом. В полдень аппарат поднялся в воздух под гром аплодисментов. Однако Боману, желая сохранить его для следующего опыта, держал его привязанным к шелковой нити на высоте 50 футов. Наполовину удовлетворенная публика с удовольствием приняла сообщение, что опыт повторится в тот же день в 5 часов вечера, причем та же машина будет пущена на свободу.

Действительно, в назначенный час при еще большем стечении публики шар поднялся в воздух с громадной быстротой и скоро исчез из глаз зрителей, уносимый ветром к Неилы. Многие безуспешно пытались догнать его, и лишь на другой день машину нашли в нескольких лье от Парижа.

Этот опыт нашел себе много подражателей. Несколько дней спустя в небе реяли сотни небольших баллонов, сделанных из бодряща. Эти опыты отразились в модах. Изображения баллонов появились на тарелках, веерах, картинах и т. п. И понятно было то все возрастающее нетерпение, с которым в Париже ожидали повторения опыта с изобретенной братьями Монгольфье их аэростатической машиной.

Появление терминов

К эпохе первых опытов воздухоплавания относится и появление главнейших воздухоплавательных терминов, вошедших впоследствии во всеобщее употребление.

Слово „аэронавтика“ (воздухоплавание) определяется в энциклопедии Чамберса (1753 г.) в Англии как „искусство плавать на парусах в воздухе“ (*aëronautica*).

Термин „аэростатика“ был введен французами (*aërostatique*) при появлении монгольфьеров (1783 г.) и обозначает „способность стояния в воздухе“. Самые воздушные шары того времени назывались „аэростатическими шарами“, или машинами, или просто „аэростатами“.

Слова „баллон“, „воздушный баллон“ и „огненный баллон“ появились одновременно со словом „аэростат“ и обозначали монгольфьеры и шарльеры. Однако следует заметить, что термин „баллон“ применялся и раньше, в середине XVII века, хотя и в другом смысле, именно в пиротехнике, где так называли сделанные из холста или папки оболочки, заключавшие ракеты и звезды, взрывавшиеся в воздухе при выбрасывании их из мортир.

Слово „аэронавт“ — французское, хотя появилось одновременно с „аэростатом“, но вошло в обиход позднее.

Помещения, где находились аэронавты в баллоне, сначала назывались „галлереей“ или „коляской“. Первое обязано монгольфьерам, в которых люди помещались действительно, как в галлерею, окружавшей очаг монгольфьера внизу него, а второе — обязано шарльерам, так как напоминало коляску, подвешенную к шару. Позднее оба эти слова заменены термином „гондола“ и „корзина“.

Первые монгольфьеры в Париже

Этьен Монгольфье прибыл по приглашению Академии наук в Париж и имел случай присутствовать при опыте Шарля на Марсовом поле 27 августа 1783 г. Некоторое время он был сильно смущен неожиданностью конкуренции Шарля, но потом нашел большую нравственную поддержку в лице своего друга, бумажного фабриканта Ревельона. Кроме того, и Академия наук отнеслась к нему весьма благожелательно и предложила повторить в Париже за счет академии опыт, сделанный в Аннонэ.

¹ Бодрящем называется тонкая пленка, покрывающая толстую кишку быка.

В саду своего друга, на улице Монтрейль (предместье Сен-Антуан), Этьен устроил свою мастерскую и принялся за сооружение большого монгольфьера вдаль от докучливых посетителей. Вот как описывает Фож де-Сен-Фон форму, размеры и вид этой машины:

„Аэростатическая машина Монгольфье была сделана из холста (*toile de canevas*), обклеенного с обеих сторон плотной бумагой. Форму ее образовывали:

1) призма высотой 24 фута; 2) пирамида высотой $27\frac{1}{2}$ футов, венчавшая призму, и 3) усеченный конус высотой $18\frac{1}{2}$ футов, ограничивающий нижнюю часть машины. Каждая из этих частей состояла из 24 меридиональных полос, соединенных друг с другом. В наполненном виде машина образовала подобие сфероида.

Она была выкрашена в бледно-голубой цвет и была похожа на шатер, украшенный золотыми орнаментами. Полная высота ее была 70 футов и вес 1 000 ливров. Вытесненный ею воздух весил 4 500 ливров. Вес паров, ее наполнявших, равнялся 2 250 ливрам, таким образом машина могла подняться 1 250 ливров.

Приближение осеннего равноденствия и наступление периода дождей не благоприятствовали намеченному опыту. Благодаря же большому объему машины ее можно было держать только на открытом воздухе в большом саду. После складывания оболочки на ней оставались следы сгибов; для перетаскивания ее требовалось по крайней мере двадцать человек, которые должны были работать весьма осторожно, чтобы ее не разорвать...

Наконец, 11 сентября погода, казалось, установилась к лучшему, машина была совершенно готова, установлена на своем месте для первого опыта. Как только последний был начат, она стала расправляться и совершенно наполнилась в 9 минут, сохраняя красивую форму. Восемь человек, которые ее удерживали, были подняты на высоту нескольких футов и были бы унесены на большую высоту, если бы машина не была задержана новыми силами.

На утро следующего дня, в пятницу 12 сентября 1783 г., были приглашены члены комиссии Академии наук для производства опытов. Прибыли Кадэ, аббат Боссю, Бриссон, Лавуазье и Демарэ. Однако они заметили с опасением, что тучи покрывают почти весь горизонт и приближается гроза. Казалось, что дело обойдется без дождя, и были начаты приготовления к опыту. Было сожжено 50 ливров сухой соломы, смешанной с 12 ливрами рубленой шерсти, и в 10 минут образовался пар такой силы, что машина с силой расправляла свои складки и быстрым увеличением своего объема поражала собравшихся зрителей. Когда же она порывалась подняться, изумление и удивление еще более увеличились. Ее удерживал на высоте нескольких футов груз в 500 ливров. Если бы обрубить в это время веревки, то она поднялась бы на значительную высоту.

Внезапно полил дождь и подул сильный ветер. Лучшим исходом было бы для спасения машины — отпустить ее. Однако, имея в виду ее назначение для производства опытов в Версале, решили не пускать ее. Тем не менее соединенные усилия лиц, удерживающих ее, порывы яростного ветра и проливной дождь повлекли за собой разрыв ее в нескольких местах. В конце концов, пробыв под дождем более 24 часов, бумага вся расклеилась, материя обнажилась, и эта прекрасная и гордая машина, постройка которой потребовала столько забот, была совершенно испорчена. Зрители, сочувствуя Монгольфье в этом прискорбном событии, выразили изобретателю свои лестные мнения об его аппарате. Члены же академической комиссии составили удостоверение, которое делает честь их справедливой оценке:

Господа комиссары королевской Академии наук прибыли сегодня 12 сентября утром в помещение бумажной мануфактуры г-на Ревельона, улица Монтрейль, предместье Сен-Антуана, чтобы быть свидетелями результатов в деле аэростатической машины гг. Монгольфье. Она была почти наполнена газом, поднялась от земли с нагрузкой от 400 до 500 ливров. Но дождь и ветер, поднявшиеся ночью и продолжавшиеся почти все утро, не позволили продолжать опыта и настолько повлияли на машину, что она потребует значительных исправлений. Господин Монгольфье полагает, что ему достаточно несколько дней, чтобы привести ее в хорошее состояние, и что для производства опыта необходимо выждать ясную и спокойную погоду.

Париж. Мануфактура Ревельона. 12 сентября 1783 г.

*Кадэ, Боссю, Бриссон,
Лавуазье и Демарэ.*

Итак баллон, который предназначался для полета 19 сентября 1783 г. в Версале в присутствии короля, был совершенно разрушен, а до этого дня оставалось всего лишь 6 суток. Казалось невозможным построить новый аппарат в столь короткий срок, в особенности, если принять во внимание, что разрушенный баллон строился почти целый месяц. Однако Этьен Монгольфье не упал духом. 14 сентября с утра с новой энергией принялся за дело при содействии своих друзей: Ревельона, Арганда и др.

Новый баллон он решил сделать из прочного холста, но уже не удлиненной формы, как предыдущий, а почти шарообразный. Размеры его были следующие: высота — 57 футов; диаметр — 41 фут; объем — 37 500 футов. Вес вытесненного им воздуха равнялся 3 192 ливрам, считая удельный вес воздуха 784 грана на 1 куб. фут. Вес газа был 1 596 ливров. Вес шара с нагрузкой — 900 ливров. Таким образом запас подъемной силы оставался: $3\,192 - (1\,596 + 900) = 696$ ливров.

Внешний вид машины был очень красив. Она была выкрашена снаружи в голубой цвет и украшена золотыми орнаментами. Кроме того, она была покрашена и внутри особой краской (*tegre d'alun*), которая предохраняла материю от действия жара.



Рис. 5. Подъем монгольфьера в Версале 19 сентября 1783 г.

18 сентября к вечеру новая машина была совершенно готова и была испытана в присутствии представителей Академии наук. 19 сентября утром она была доставлена в Версаль, где была помещена посредине большого двора королевского дворца на огромной эстраде, обтянутой полотном. В центре эстрады было сделано отверстие диаметром 15 футов, через которое должно было производиться наполнение шара нагретым воздухом. Эстрада охранялась двойным кордоном стражи.

Сама машина была разложена по скамейкам на эстраде так, что ее отверстие находилось над отверстием помоста. Под помостом против отверстия был устроен очаг высотой в 4 фута и диаметром 3 фута. От очага к отверстию шла прочная холщевая труба для подвода паров в шар. У очага были сложены запасы соломы и шерсти для производства паров. Около отверстия на помосте находилась также ивовая клетка с первыми путешественниками, которым предстояло подняться на воздух, — бараном, уткой и петухом.

Один из горячих поклонников воздухоплавания, присутствовавший при подъеме, Пилатр де-Розье, энергично протестовал против посадки этих трех животных в корзину. Он предложил заменить их собою, но не получил на это разрешения. Разрешение же на подъем зверей было дано для того, чтобы определить влияние на них высокого подъема.



Рис. 6. Пилатр де-Розье

лась на гораздо большую высоту. Здесь же подъем был около 290 футов. Причиной этого послужил порыв ветра при начале ее отделения от помоста. Стараясь ее удержать, лица, обслуживавшие машину, должны были сильно тянуть за веревки. Благодаря этому произошло два разрыва по 7 футов оболочки у самой ее вершины. Времени исправлять повреждение не было. Но Монгольфье не растерялся. Он отдал приказание усилить огонь, и подъем все же состоялся, хотя машина и поднялась невысоко и держалась в воздухе малое время. Спуск машины произошел столь плавно, что она совершенно не была повреждена.

Пилатр де-Розье и его полеты

Как уже было сказано выше, еще до подъема версальского шара с тремя животными Пилатр де-Розье стремился подняться на этом шаре и даже обращался 30 августа 1783 г. в Академию наук с просьбой разрешить этот подъем, но тогда просьба его была отклонена. Однако все работы братьев Монгольфье в Париже и дальнейшие полеты монгольфьеров тесно связаны с жизнью и деятельностью искренне преданного делу воздухоплавания Пилатра де-Розье, бывшего позднее первой жертвой при катастрофе аэростата (рис. 6).

Жан-Франсуа Пилатр де-Розье родился в Меце 30 марта 1756 г.

В 1780 г., приехав в Париж, он получил место хранителя кабинета физики, химии и естественной истории у брата короля, и в то же время он был назначен на должность секретаря кабинета королевы. Годом позднее (в 1781 г.) он оставил оба эти места и устроил в Париже научный музей — учреждение, тогда бывшее первым в своем роде и послужившее вскоре образцом для подобных же музеев.

В это же время Пилатр, занимаясь газами, изобрел способ, позволявший находиться в ямах, наполненных удушливыми газами, устроив для этой цели особую маску.

Когда Этьен Монгольфье прибыл в Париж после своих опытов в Аннонэ, Пилатр де-Розье представился ему и предложил свои услуги, и впоследствии жизнь его осталась навсегда связанной с открытием братьев Монгольфье. Он помогал Этьену Монгольфье и в изготовлении первых двух монгольфьеров в саду Ревельона.

Готовясь к подъему нового монгольфьера, Этьен Монгольфье в тех же садах Ревельона строил свой аппарат так, чтобы в нем могли поместиться пассажиры. На этот раз размеры баллона были гораздо больше: высота — 70 футов, диаметр — 46 футов и объем — 60 000 куб. футов. Сверху он был украшен изображениями лилий и золотыми знаками зодиака. По экватору были расположены вензеля короля, чередуясь с видами солнца, и внизу фантастические головы, гирлянды и орлы, которые как бы поддерживали машину на голубом фоне.

Снизу на веревках была подвешена ивовая галерея, обтянутая материей с разными украшениями; ширина ее была около 3 футов, ее окружали перила высотой $3\frac{1}{4}$ фута. Посредине

¹ На наполнение пошло 80 дивров соломы и 5 дивров шерсти.

платформы галереи имелось отверстие диаметром 15 футов, как раз под отверстием баллона. Посредине этого отверстия на цепях был подвешен проволочный очаг, а на галерее имелся запас соломы для поддержания огня. Вес машины был 1 600 ливров.

15 октября 1783 г. в присутствии большой толпы народа, наводнившей сад Ревельона и окрестившей его улицы, на этом шаре совершил первый привязной подъем Пилатр де-Розье, поместившийся в галерее. Когда машина была наполнена, она поднялась на всю длину удерживавшей ее веревки, т. е. на 80 футов, и осталась на этой высоте 4 минуты 25 секунд. Когда машина под управлением Пилатра медленно спустилась (не падая) на землю, он вышел из нее, и она, облегченная, вновь поднялась на некоторую высоту.

17 октября, несмотря на неблагоприятный ветер, Пилатр де-Розье снова поднялся почти на ту же высоту. Наиболее же интересные и поразившие многочисленных зрителей опыты с привязными подъемами были произведены 19 октября 1783 г. Таковых опытов было сделано всего четыре.

В 4½ часа пополудни в присутствии толпы около 2 000 человек баллон был наполнен в 5 минут, и Пилатр де-Розье поместился в галерею, которая была несколько укорочена. Для равновесия с противоположной стороны ее был подвешен груз в 100 ливров. Шар достиг высоты 200 футов, где и оставался 6 минут, причем огонь в жаровне не зажегся.

Затем шар, имея на борту Пилатра де-Розье и противовес в 100 ливров с горящей жаровней, поднялся на высоту 250 футов и оставался там в течение 8½ минут. При спуске порывом ветра его занесло на ветви высоких деревьев соседнего сада, где он и задержался, не теряя равновесия. Пилатр де-Розье усилил огонь, и баллон выпел из этого опасного положения, быстро поднявшись в воздух под гром аплодисментов зрителей. Затем Пилатр вновь повторил медленный спуск и подъем, управляя таким образом своим аппаратом.

В третий раз шар вместе с Пилатром де-Розье и Жиру де-Виллеттом поднялся до 324 футов, оставаясь на этой высоте около 9 минут, господствуя над Парижем. Его можно было видеть даже из его окрестностей. Величина баллона как бы не уменьшалась по впечатлению зрителей, находившихся на месте опыта, тогда как сами они едва были видны смельчакам, поднявшимся на шар.

В зрительные стекла можно было видеть, как Пилатр де-Розье ревностно поддерживал огонь для производства газа. Когда оба аэронавта спустились, то они сообщили, что при подъеме они не испытывали никаких неприятных ощущений и по справедливости были награждены громкими аплодисментами. В четвертый раз д'Арлан занял место Жиру де-Виллетта и поднялся с Пилатром де-Розье, произведшим этот опыт с таким же успехом, как и предыдущие.

Жиру де-Виллетт оставил письмо, адресованное им в „Journal de Paris“ от 28 октября 1783 г., в котором он описывает свой подъем и впечатления:

„19 сего октября я получил разрешение занять место в корзине с противоположной от Пилатра де-Розье стороны, служа как бы противовесом для него. Через четверть минуты я увидел себя на высоте почти 400 футов над землей. На этой высоте мы оставались около 10 минут“.

„Между прочим, — пишет он также, — мне пришло в голову, что такая недорогая машина была бы очень полезна в армии для обнаружения положения врага и его маневров и для подачи сигналов своей армии. Я даже думаю, что такую машину с известными предосторожностями можно было бы использовать и на море. Такова неоспоримая польза, которую она со временем принесет, и я лишь сожалею, что не запасаюсь увеличительными стеклами“.

Как мы уже видели ранее, Пилатр де-Розье еще 30 августа обращался в Академию наук с просьбой разрешить ему свободный полет на монгольфьере. Однако тогда ему в этом было отказано. Теперь после ряда удачных привязных подъемов он с новой энергией стал хлопотать об этом разрешении. Тем не менее на пути его возник ряд препятствий.

Прежде всего сам Монгольфье сильно опасался за успех предприятия Пилатра де-Розье, и его опасения все более и более возрастали по мере приближения срока подъема. Монгольфьеры едва насчитывали четыре месяца своей жизни; тогда еще не были изобретены ни клапан, ни баласт; спуск мог представлять серьезную опасность; мог произойти пожар от соприкосновения огня очага с оболочкой, сделанной из холста и бумаги, и т. д.

Все это заставляло Монгольфье требовать новых опытов.

Комиссия Академии наук, которую торопили высказать свое мнение, объявила, что такового она еще по этому поводу не составила. Разрешение на полет с пассажирами не было получено. Делу помог маркиз д'Арлан, друг братьев Монгольфье, совершивший с Пилатром де-Розье удачный привязной подъем. Он уверял всех и в частности Монгольфье, что полет не представляет никакой опасности, и указывая, кроме того, что во время полета можно произвести ряд научных наблюдений. В доказательство он соглашался лететь вместе с Пилатром.

Наконец, разрешение было получено, и, таким образом, 21 ноября 1783 г. мог состояться этот знаменитый в истории воздухоплавания первый свободный полет аэростата с двумя пассажирами — Пилатром де-Розье и маркизом д'Арланом.

Для опыта был предоставлен парк в замке Мюзетт. Аэростат был тот же, на котором совершались ранее привязные подъемы в саду Ревельона.

21 ноября день казался подходящим для полета. В 11 часов утра сад Мюзетт был уже полон зрителей. Делались последние приготовления к подъему. Неожиданно на небе появились большие белые облака, ветер стал дуть порывами. Несмотря на это, наполнение монгольфьера продолжалось.

Маркиз д'Арлан и Пилатр де-Розье заняли свои места в галерее аэростата. Было решено сначала произвести привязной подъем, подобно тому как это делалось в саду Ревельона. Однако при этом, благодаря порыву ветра, веревки, удерживающие аэростат, сильно натянулись, и

получился прорыв оболочки. Этот инцидент заставил спустить машину на ее помост и принять меры к починке образовавшихся отверстий.

Между тем публика начала волноваться, раздавались голоса неудовольствия и ропота. С другой стороны, более понимающие, в чем дело, и друзья Монгольфье выказали ему большое участие и ободряли его, советуя поскорее починить аэростат, что и удалось сделать через полтора часа, причем во время работы он был совершенно освобожден от газа. Пришлось вновь его наполнять.

Присутствовавшие стали опасаться, что полет вообще не состоится. Многие интересовавшиеся этим новым открытием подходили к Пилатру де-Розье и спрашивали его вполголоса: „Полет ведь не состоится?“ — „Прошу извинения“, уверенно отвечал неустрашимый физик, и действительно он не замедлил вместе с маркизом д'Арланом поместиться на галерее аэростата.

Среди всеобщего изумления они, наконец, поднялись. Все, притаив дыхание, следили, как этот воздушный шар уносил двух смельчаков наверх к облакам.

Весь полет продолжался около 20 минут, причем высота подъема достигала до 3 000 футов. Спуск произошел в предместьи Парижа „Бюгг-о-Кайль“, с другой стороны Парижа в расстоянии около 4 тысяч туазов от места подъема.

Это событие оставило неизгладимое впечатление у всех присутствовавших. Все в молчании следили, как аэронавты пролетали над городом, овладевая новым миром.

Мы приводим здесь официальный протокол, свидетельствующий об этом замечательном полете.

ПРОТОКОЛ,

составленный в замке де-ла-Мюэтт
после опыта с аэростатической машиной г-на Монгольфье.

Сегодня, 21 ноября 1783 г., состоялся в замке де-ла-Мюэтт опыт с аэростатической машиной г-на Монгольфье.

Небо во многих частях было покрыто облаками, в других было ясным. Ветер был северо-западным. В 12 часов 8 минут дня пушечный выстрел возвестил начало наполнения машины. В течение 8 минут она, несмотря на ветер, была наполнена и готова к подъему. В галерее ее поместились маркиз д'Арлан и Пилатр де-Розье. Вначале было намерение совершить привязной подъем, удерживая машину за веревки, чтобы сделать ее испытание, определить точно нагрузку, которую она может поднять, и посмотреть, все ли в порядке для совершения столь ответственного опыта, которому ее хотели подвергнуть.

Однако машина под напором ветра поднималась наклонно и была отнесена к аллее сада. Вербки, которые ее удерживали, столь сильно давили на ее оболочку, что причинили несколько разрывов ее, из которых один был длиной более 6 футов. Машина была возвращена на помост, и для исправления ее потребовалось около двух часов.

После нового наполнения она отправилась в 1 час 54 минуты, унося тех же пассажиров. Видели, как она величественно поднималась. Когда она была на высоте около 250 футов, неустрашимые путешественники сняли шляпы и приветствовали зрителей. Нельзя было удержаться тогда от чувства страха и удивления. Скоро воздушные навигаторы исчезли из вида; но машина, видневшаяся на горизонте и представлявшая красивый вид, поднялась на высоту по меньшей мере 3 000 футов, оставаясь все время видимой. Она пересекла Сену над барьером де-ла Конфэрэнс и прошла между Военной школой и Отелем инвалидов доступной на виду у всех парижан.

Путешественники, удовлетворенные этим опытом и не желая делать длинного полета, решили опуститься. Заметив, что ветер несет их на дома улицы Севр, они не растерялись и, прибавив газу, вновь поднялись, продолжая свой путь, пока не миновали Париж. Тогда они спокойно спустились на поле за новым бульваром напротив мельницы Крулебург, не испытав ни малейшего неудобства и имея в галерее еще неизрасходованными $\frac{3}{4}$ запаса топлива, при помощи которого они могли бы пролететь путь в три раза больше пройденного. Всего они прошли около 4 000—5 000 туазов за промежуток времени 20—25 минут.

Дано в замке де-ла-Мюэтт в 5 часов вечера.

Подписали:

герцог Полиньяк, герцог Гиз, граф Полестрон, граф Водрейль, Гюно, Веньямин Франклин, Фожис де-Сен-Фон, Делиль, Леруа (из Академии наук).

Рассказывают, что когда при этом спросили Франклина: „Какую пользу могут принести баллоны“, он ответил: „А какую пользу может принести новорожденный?“.

Описанное первое воздушное путешествие, которое совершили два человека, произвело потрясающее впечатление, и эта новость распространилась по всему свету.

На воздухоплавание стали возлагаться самые радужные надежды, и ожидали от него громадных последствий. Веньямин Франклин, присутствовавший при этом полете, послал Жозефу Банку, президенту Английского королевского общества, длинное письмо, где писал:

„Всего прошло несколько месяцев с тех пор, как считали смешной и невозможной идею полета ведьм на помеле; и вот ныне ученые поднимаются на воздух при помощи мешка с дымом...

Однако эти машины несутся по воле воздушных течений. Возможно, что механика укажет способ направлять их движение в тихую погоду, а может быть, даже и против ветра. Этот опыт немаловажен. Он может иметь последствия, значение которых никто не может предугадать".

Не следует думать, однако, что идея полета человека и ее осуществление при помощи монгольфьеров встречали везде восторженный прием. Находились и противники ее, приводившие против нее ряд возражений. Например, в одном из памфлетов, направленном против баллонов, автор его находит идею их безнравственной по следующим причинам:

1. Добрый господь не дал крыльев человеку, поэтому грешно претендовать сделать лучше, чем это сделал он, и узурпировать его права.

2. Честь и добродетель будут находиться в постоянной опасности, если аэростаты будут в любое время ночи прилетать в сады и к окнам.

3. Если воздушные пути будут открыты для всех, то не будет возможно охранять ни свою собственность, ни границы государств и т. п.

Комиссия Академии наук, закончив свои работы по исследованию опытов Монгольфье, представила заключение об аэростатах братьев Монгольфье Академии наук, которая в заседании 23 декабря 1783 г. вынесла следующее постановление:

„Академия, выслушав протокол комиссии, одобрила его и постановила единогласно: 1) чтобы этот протокол был напечатан и опубликован, 2) чтобы ежегодная премия в 600 ливров, учрежденная анонимным лицом за содействие развитию наук и искусств, была в 1783 г. присуждена господам Монгольфье.

Я удостоверяю, что настоящая выписка верна с оригиналом журнала Академии.

Париж, 28 декабря 1783 г.

Маркиз Кондорсе“.

Управление аэростатами и теория их

Уже при первых полетах своих аэростатических машин братьев Монгольфье занимал вопрос, как управлять движением аэростатов. В вертикальном направлении это достигалось уменьшением или увеличением огня в очаге. Что же касается горизонтального направления, то здесь задача была гораздо труднее.

Жозеф Монгольфье пришел к заключению, что эта задача совершенно неразрешима. В письме своему брату Этьену еще в 1783 г. он высказывает следующие соображения по этому поводу: „Я не вижу иного способа изменить направление полета, как пользоваться различными течениями воздуха, каковые и следует изучать: они часто меняют свое направление с высотой“.

Одно время Жозеф предполагал для той же цели применить идею наклонных плоскостей, устраивая для этого аэростат несколько сплюснутым и заставляя его изменять свой наклон при помощи веревок. На эти опыты он истратил 40 000 франков и устроил небольшую модель.

Двое из его братьев — Жан-Пьер (старший) и Александр, каноник в Аннонэ, — предложили придавать аэростату удлиненную форму — наподобие рыбы.

Кроме того, Жозеф критиковал и применение весел. В том же письме к Этьену он говорит так: „Пожалуйста, мой друг, лучше рассчитывай и обдумывай свои предположения. Если ты применишь весла, то их придется делать или большими или маленькими. В первом случае они будут чересчур тяжелыми, во втором — ими придется очень быстро махать. Предположим, что баллон будет иметь 100 футов в диаметре. Тогда при работе 30 человек в продолжение 50 минут они при помощи весел смогут придать аэростату скорость не более 2 лье в час“.

Когда весть о полете монгольфьеров достигла до Петербурга, то принцип и самый факт полета многих заинтересовали, как об этом, например, пишет Ром академику Саж из Петербурга в Париж 4 октября 1783 г. В числе других наиболее серьезное внимание обратил на аэростаты знаменитый математик Леонард Эйлер (род. 15 апреля 1707 г.), бывший тогда действительным членом Петербургской академии наук. Будучи больным и страдая приступами головокружения и потеряв уже зрение, он диктовал своему сыну расчеты, относящиеся к подъему аэростата. В частности он вычислил, что баллон диаметром 100 футов должен подниматься со скоростью 41 фута в секунду. Далее он определил и высоту подъема в предположении, что шар сохраняет свой объем и что избыток газа выходит наружу. Несколько дней спустя (7 сентября 1783 г.) Эйлер скончался.

Приведем здесь краткую теорию монгольфьера. Обозначим через:

b — давление, под которым находится воздух в атмосфере (в миллиметрах ртутного столба);

b_1 — давление внутри баллона (мм рт. ст.);

T — абсолютную температуру наружного воздуха (при 0°C $T = 273^\circ$);

T_1 — абсолютную температуру воздуха внутри баллона;

$\frac{1}{273}$ — коэффициент расширения воздуха;

1,293 кг — вес 1 м³ воздуха при температуре 0°C и давлении 760 мм рт. ст.

Тогда вес 1 м³ наружного воздуха будет:

$$g = 1,293 \cdot \frac{273}{T} \cdot \frac{b}{760} = 0,464 \cdot \frac{b}{T} \text{ кг.}$$

Вес 1 м³ воздуха внутри баллона будет:

$$g_1 = 0,464 \cdot \frac{b_1}{T_1} \text{ кг.}$$

Подъемная сила 1 м³ воздуха внутри баллона будет:

$$a = g - g_1 = 0,464 \left(\frac{b}{T} - \frac{b_1}{T_1} \right).$$

Если пренебречь разницей давлений наружного и внутреннего воздуха, т. е. положить $b=b_1$, то

$$a = 0,464 \cdot b \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) = 0,464 \cdot b \frac{T_1 - T}{T \cdot T_1} \text{ кг.} \quad (1)$$

Например, при $b=760$ мм, $T=273^\circ$; $T_1=273^\circ+60^\circ=333^\circ$, т. е., полагая температуру воздуха вне монгольфера равной 0° С, а внутри 60° С, получим подъемную силу 1 м³ воздуха, нагретого до 60° С:

$$a_{60^\circ} = 0,464 \cdot 760 \cdot \frac{60}{273 \cdot 333} = 0,238 \text{ кг.}$$

При нагреве до 100° получим: $a_{100^\circ} = 0,348$ кг.

Если атмосферный воздух очень насыщен парами воды, то можно при разности температур в 100° получить подъемную силу, почти равную подъемной силе светильного газа, т. е. 0,7 кг на 1 м³.

Если объем монгольфера обозначить через V м³, вес оболочки P кг, гондолы и снаряжения q кг, то полезный груз (пассажиры и топливо), который монгольфер сможет поднять, будет равен в кг:

$$X = a \cdot V - p - q. \quad (2)$$

Если предположить монгольфер шарообразным, с диаметром d метров, и вес 1 м³ оболочки равным C кг, то формула (2) примет вид:

$$X = a \frac{\pi d^3}{6} - \pi d^2 C - q. \quad (3)$$

Этьен Монгольфье при организации полета Пилатра де-Розье и маркиза д'Арлана допускал, что воздух внутри баллона в два раза легче наружного. Это допущение может соответствовать или условию, что внутри шара было много водяных паров при высокой температуре, что, повидимому, и достигалось Монгольфье, или нагреву воздуха внутри шара до 270° , что было бы опасно и мало вероятно. Считая, как и он, что вес 1 кв. фута оболочки 2 унции (1 м³ весит 0,643 кг), получим запас подъемной силы при объеме 60 000 куб. футов (1 700 м³ при $d=14,7$ м):

$$X = \frac{1,293}{4} \cdot \frac{3,14}{6} - (14,7)^2 - 3,14 - (14,7)^2 \cdot 0,643 = 640 \text{ кг.}$$

Полагая вес галереи — 100 кг и вес двух пассажиров около 180 кг, получим возможный запас топлива (соломы):

$$640 - 280 = 360 \text{ кг.}$$

А. Рынин.

Международная выставка „Век прогресса“ в Чикаго¹

Историю развития капитализма, выросшего на базе крупной промышленности, и блестящих достижений науки и техники XIX века можно в некоторой степени проследить по всемирным выставкам.

В еще большей мере по международным выставкам можно проследить развитие науки и техники. Каждая выставка, как бы подытоживая определенный этап развития капитализма, демонстрировала технические изобретения, научные открытия и исследования, давая часто их развитие в историческом аспекте.

Еще молодая у нас наука — марксистская история техники, — несомненно, сумеет использовать накопленный громадный материал всемирных выставок для создания подлинной истории техники и науки.

Первая в истории человечества промышленная выставка была устроена во Франции в 1798 г. Мысль об ее организации родилась во время Великой французской революции, когда молодая буржуазия Франции решительно стала на путь капиталистического развития.

Первая выставка, организованная в Париже, по размерам едва превосходила какой-нибудь современный универсам и представляла всего 110 участников. Тем не менее значение ее в развитии французской промышленности было огромно. Не случайно тогдашний министр народного просвещения Нефшато писал:

„Эта выставка задумана и выполнена наскоро, организована недостаточно тщательно и все же является первой кампанией, злополучной для английской промышленности“.

Значение промышленных выставок в развитии национальной промышленности и торговли было понято всеми передовыми странами. До первой половины прошлого столетия подобные выставки были организованы в Англии и Германии. Но они еще пока не переросли национальных рамок.

Лишь с дальнейшим развитием капитализма, с развитием мирового хозяйства, возникает необходимость создания международных промышленных выставок.

В 1851 г. в Лондоне была организована первая всемирная выставка. На этой выставке было 17 000 экспонентов. Посетило выставку 6 млн. человек. Она дала больше миллиона фунтов стерлингов дохода.

Вторая всемирная выставка состоялась в Нью-Йорке через два года — в 1853 г. Она во многом уступала Лондонской. Отчасти причиной ее неудачи следует признать отсутствие в те времена хорошо налаженного сообщения между Старым и Новым светом. Нью-Йоркскую выставку 1853 г. представляло всего 4 000 экспонентов и посетило около 1 500 000 человек.

В 1855 г. Франция устроила третью всемирную выставку, которая просуществовала 6 месяцев. Число экспонентов на ней дошло до 24 000 и посетило ее 5 162 000 человек.

Четвертая всемирная выставка была организована в 1862 г. снова в Лондоне. Она несколько превосходила по объему предшествовавшую выставку во Франции. Экспонентов на выставке было 28 000, посетителей — 6 250 000 человек. На этой выставке был Карл Маркс, о чем свидетельствует 13-я глава „Капитала“, в которой он упоминает о выставленной американской машине для изготовления бумажных картузов.

Пятая международная выставка, организованная в 1867 г. в Париже, любопытна между прочим тем, что на ней впервые была представлена Россия (из 52 000 экспонентов — 1 414 русских).

¹ Автор статьи использовал материал официальных выставочных бюллетеней, иностранных журналов, бюллетеней Центротехпропа НКТП и отдельных статей, напечатанных в газетах „За индустриализацию“ и „Техника“.

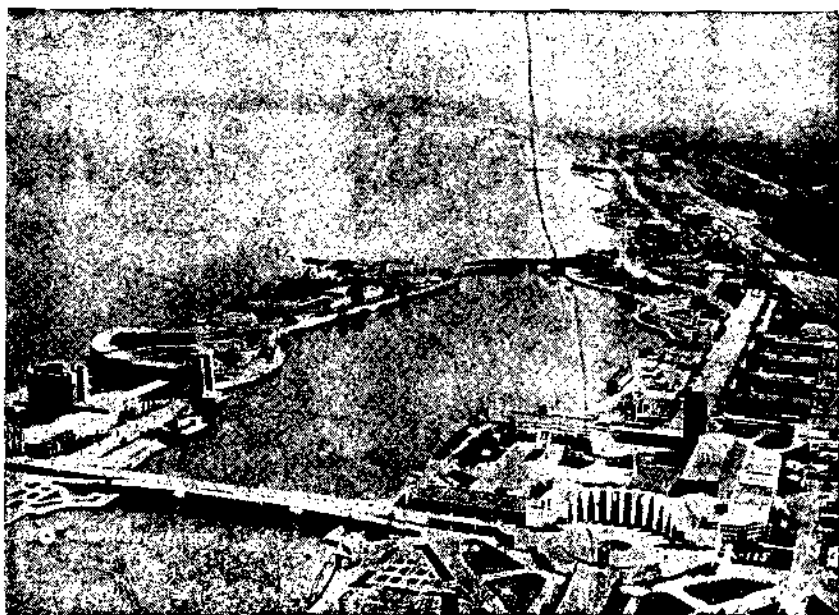


Рис. 1. Общий вид Чикагской выставки „Век прогресса“.

Шестая всемирная выставка состоялась в Вене в 1873 г., седьмая — в Филадельфии в 1876 г. (в знак столетней годовщины объявления независимости Соединенных штатов), восьмая — в Париже в 1878 г., девятая в 1889 г. там же (организована в связи со столетием взятия Бастилии), десятая — в 1893 г. в Чикаго, одиннадцатая — снова в Париже в 1900 г. (в честь „окончания XIX столетия“) и двенадцатая — в 1904 г. в Сент-Луисе (Америка).

Итак, до мировой войны всего было 12 всемирных выставок. Многие из них оказались весьма примечательными для истории техники. Часто на них впервые демонстрировались технические новинки и новые изобретения. Так, например, электричество впервые начало свою осветительную работу на третьей выставке (1855 г.). При помощи дуговых ламп Фуко было освещено главное здание Palais de l'Industrie.

На пятой выставке публика впервые могла ознакомиться с газовой машиной Отто Лангена, с динамомашинной Сименса и с баллоном-гигантом Жиффара (изобретатель инжектора).

Сто лет назад на том месте, где сейчас раскинулся второй по населению и первый по промышленному значению в США город Чикаго, находилось всего несколько убогих бревенчатых построек форта Дирборн.

В 1933 г. исполнилось ровно сто лет с момента зарождения Чикаго, известного своими огромными металлургическими, машиностроительными заводами, колоссальными бойнями и гигантскими небоскребами.

В ознаменование этой столетней даты была задумана еще несколько лет назад, в годы хозяйственного процветания, тринадцатая международная техническая выставка „Век прогресса“.

Отчетная выставка была задумана (и по утверждению ее организаторов устроена) без каких бы то ни было субсидий от государства или общественных организаций. Она является, таким образом, частным предприятием и финансируется частным капиталом. Для финансирования и организации выставки в 1927 г. была образована выставочная корпорация с 272 „членами-основателями“, сделавшими взносы по 1000 долларов каждый, и 46 „членами-соревнователями“, сделавшими взносы по 50 долларов. Кроме того, был основан „Легион всемирной выставки“ с более чем 100 000 членов из числа жителей Чикаго, внесших по 5 долларов и получивших за это право 10 бесплатных посещений выставки. В 1929 г. был выпущен 6-процентный заем на сумму в 10 млн. долларов, обеспеченный 40% входной платы и обязательствами устроителей на сумму в 10 млн. долларов. Большая часть всех расходов была покрыта сдачей мест предполагаемым экспонентам выставки. Поддержка выставки федеральными и штатными правительствами заключалась единственно в найме помещений.

Во главе выставки стояло „собрание пайщиков“ и выделенный им исполнительный комитет. Президентом обоих органов был выбран Руфус Дауэс (брат известного Чарльза Дауэса). Кроме того, был назначен директор Ленокс Лоу, который руководил всеми работами по постройке

и подчинялся и отчитывался только перед президентом. Управленческий аппарат состоял из шести отделов: 1) отдел строительных работ; 2) отдел экспонатов; 3) концессионный отдел (извлечение прибыли от предприятий, расположенных на территории выставки, т. е. аттракционы, рестораны и т. д.); 4) финансовый отдел; 5) управление делами; 6) эксплуатационный отдел.

Здесь впервые в истории выставок было произведено полное размежевание между первыми отделами, занимавшимися подготовкой и устройством выставки, и эксплуатационным отделом, принявшим уже вполне законченное предприятие.

Задача Чикагской выставки — демонстрация перед всем миром расцвета культуры и цивилизации за истекшие сто лет.

Международный капитализм и особенно американские промышленные круги ухватились за идею выставки как за оружие победы над кризисом, как за средство преодоления застоя, возбуждения оптимизма и внушения доверия к капиталистическому строю.

Выставка „Век прогресса“ продемонстрировала колоссальные возможности современной науки и техники. Однако еще до империалистической войны в статье „Одна из великих побед техники“ Ленин указывал на то, что „техника капитализма с каждым днем все больше и больше перерастает те общественные условия, которые осуждают трудящихся на наемное рабство“. За прошедшие годы кризиса обострились до крайних пределов противоречия между наукой и техникой капитализма и его экономикой, и идеология антитехнизма, раснутившаяся махровым цветом в капиталистических странах, — лучшая иллюстрация этому.

Идеологи загнивающего капитализма (Шпенглер, Чейз, Кайо), (т. е. социал-фашистские апологеты (Бауэр, Брегсон) усиленно пропагандируют идею технического регресса, лозунгом дня становится: „Машина подавляет личность. Разбейте машину“.

Эти идеи вредности техники сочетаются с идеями прямого отказа от науки, что нашло свое выражение в форме выступлений ряда буржуазных идеологов с проповедью запрета научно-исследовательских работ — „десятилетних каникул в науке“.



Рис. 2. Башни Дворца науки

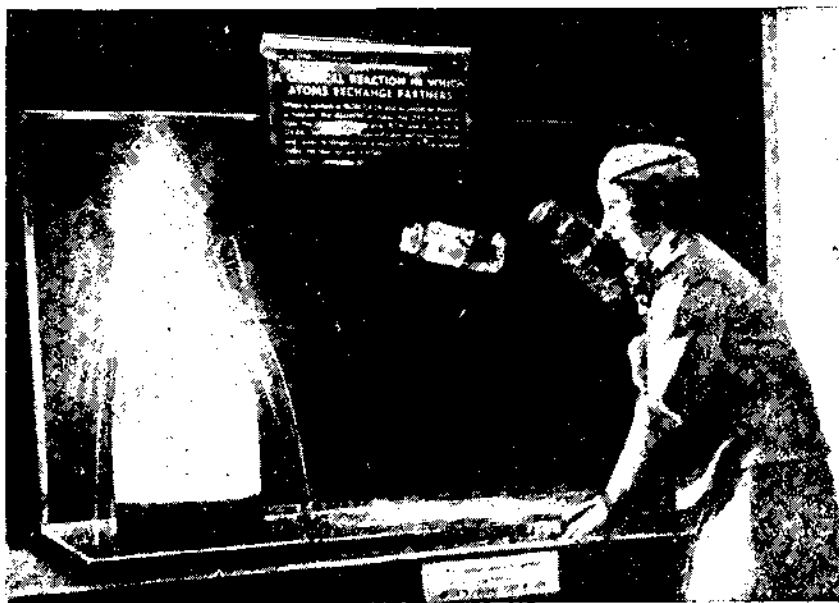


Рис. 2 Экспонат, демонстрирующий реакцию замещения

Обострившиеся противоречия между возможностями современной науки и техники и капиталистическими формами ее развития, естественно, наложили печать на Чикагскую выставку. Демонстрировавшиеся на выставке последние достижения науки и техники все в меньшей степени могут быть использованы для дальнейшего развития производительных сил капиталистического общества. Это теперь капитализму не под силу. Большинство технических и научных изобретений поэтому представлены на выставке в виде занимательных и просветительных сюжетов.

Выставка „Век прогресса“ внесла в самую технику выставочного дела коренные изменения. Она построена на совершенно новых принципах.

Все выставки обычно демонстрировали уже готовые изделия, результаты и продукцию определенных технологических процессов, являясь таким образом статичными.

Отличительная черта последней выставки — ее динамичность. Большинство экспонатов подвижны. Часть из них непрерывно находится в действии, показывая химические реакции, физические явления, работу приборов и машин; большинство экспонатов повторяет демонстрацию через определенные промежутки времени. И, наконец, некоторые приводятся в действие посетителями или же демонстрируются специальным персоналом. Подбор экспонатов дает полное представление о сущности и течении всего технологического процесса в отдельных отраслях промышленности.

Положенный в основу принцип динамичности экспонатов сделал посетителей выставки непосредственными участниками и действующими лицами в демонстрации опытов, машин и т. д.

Лишь очень небольшое число экспонатов выставки неподвижно. Они в большинстве случаев повторяют модели важнейших памятников истории науки, инструментов и аппаратов великих ученых и т. д.

Открытие выставки было необычным. Луч света звезды Арктур, начав свой путь к земле по вычислениям астрономов сорок лет назад и пройдя расстояние, равное 240 млн. миль, был уловлен телескопом с установленным на его конце фотореле (электрические „глаза“). Сигнал звезды Арктур, переданный через фотореле, пустил в ход осветительную и силовую установку выставки мощностью в 32 000 киловатт. Зажегся громадный прожектор на башне Дворца науки, и вся территория выставки осветилась огнями самых разнообразных цветов.

Чикагская выставка разбита на ряд павильонов по отдельным отраслям промышленности. Кроме того, отдельные крупные фирмы представлены в своих павильонах.

Главное здание выставки — грандиозный Дворец науки, в котором представлены достижения в основных областях науки. Дворец науки дает широчайшую историческую перспективу развития биологии и медицины, физики и химии, геологии и математики. Там же с помощью отдельных экспонатов и моделей изображены действительные промышленные процессы, иллюстрирующие действие отдельных законов физики, химии и математики.

Для более наглядного представления научных законов показаны модели химических элементов, устройства механические действующие модели движения электронов, звуковых волн и т. д. У входа во Дворец науки возвышается вращающийся десятифутовый глобус, на котором указано расположение наиболее важных источников добычи простых элементов. Глобус так устроен и освещен, что посетитель может видеть любую часть экспоната.

Изготовление химических экспонатов представляет много трудностей по сравнению с подготовкой других технических образцов. Интересно отметить, что ни в одном техническом музее, где выставлены превосходные экспонаты по астрономии, геологии, физике, биологии и медицине, нет действительно хорошей выставки химии. Причину этого найти нетрудно. Например, для выставки по физике требуется прежде всего подходящий источник электрического тока. Для показа же химического процесса требуется подводка различных форм энергии вместе с химическими реактивами. После каждой химической реакции приходится удалять отходы и побочные продукты. Должна быть устроена надлежащая вентиляция для удаления разлетающихся и ядовитых газов. При этом нужно соблюдать меры предосторожности, чтобы избежать пожара и взрыва. Это далеко не все затруднения, которые надо преодолеть для устройства химической выставки с опытами. Одно дело — нагреть окись ртути в пробирке и показать, что образовались ртуть и кислород, совсем другое — соорудить выставку, где эта реакция будет автоматически выполняться через каждую минуту, десять часов в день и в течение 150 дней. Такую блестяще оборудованную выставку все же представляет химический отдел Дворца науки. Химический отдел знакомит посетителей с химией, как наукой о преобразованиях веществ в природе. Отдельные экспонаты иллюстрируют химические законы или показывают характерные химические явления, знакомят с ролью химии в жизненных процессах, в промышленности, в сельском хозяйстве, с мировыми ресурсами химического сырья и его переработкой.

Экспонаты, демонстрирующие основные законы и явления химии, в большинстве случаев очень просты и действуют непрерывно без вмешательства персонала выставки или публики.

Показ реакции двойного замещения происходит путем смешивания окиси железа и алюминия в порошок при помощи часового механизма. Полученный термит загорается и в результате дает окись алюминия и расплавленное железо. Этот процесс повторяется автоматически каждые две минуты. В течение всего дня горит в струе кислорода стальная проволока, сматывающаяся с вращающейся катушки. Ежеминутно взрываются, падая на раскаленную железную доску, кусочки пороха, тут же получаемого посредством сжигания серы и угля. Каждую минуту нагревается в пробирке новая порция красной окиси ртути и разлагается на металлическую ртуть и кислород. Этот опыт, приведший в свое время к открытию кислорода, повторяется 600 раз в день.

За отделом химических преобразований веществ следует выставка катализаторов, где показаны методы, которыми может быть изменена скорость химических реакций. В миниатюре демонстрируются современные способы добычи серной руды, превращения ее в двуокись серы и, наконец, контактный процесс превращения серы в серную кислоту. В контактом процессе показан аппарат Котреля, с помощью которого измельченная, коллоидально взвешенная серная кислота быстро превращается в тяжелую жидкость.

В отделе коллоидов посетителю показывают прекрасно выполненную модель броунова движения частиц. Тут же демонстрируются процессы получения и осаждения красного и синего коллоидального золота, очистка воды осаждением взвешенных коллоидальных примесей и весь процесс обогащения руды посредством флотации с отделением концентратов золота, свинца и цинка от неочищенных руд.

В следующем отделе организована химическая обработка и очистка нефти. Здесь сооружена целая миниатюрная установка, преимущественно из стекла, и можно видеть весь процесс очистки нефти, начиная с фракционированной дистилляции неочищенного керосина и кончая тщательно очищенными продуктами.

Превращению каучука из млечного латекса в конечный продукт посвящен специальный отдел Дворца науки. Здесь можно видеть каучуковый латекс, вытекающий из настоящего каучукового дерева, привезенного сюда из Африки. Весь же промышленный процесс производства из каучука автомобильных шин показан на маленькой установке в павильоне фирмы "Файерстон".

В отделе воздуха выставлена диорама, изображающая Лавуазье в его лаборатории. Кроме

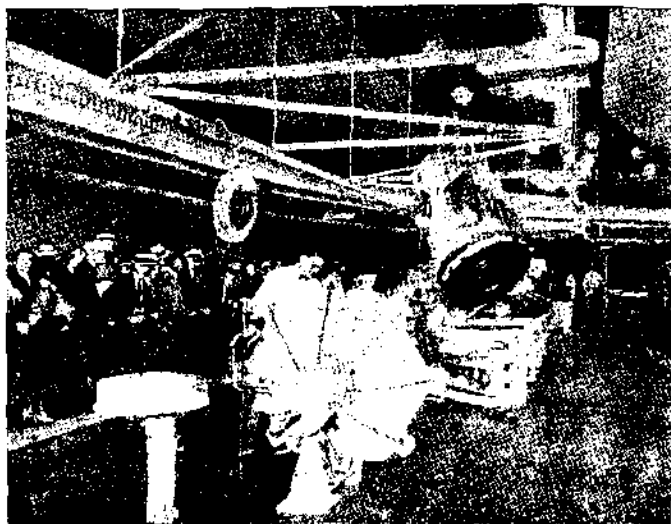


Рис. 4. Демонстрация производства автомобильных шин



Рис. 5. Автомат, демонстрирующий процесс пищеварения

экспонатов, иллюстрирующих состав воздуха и свойства его составных частей, этот отдел включает и другие экспонаты, показывающие различные методы сжигания газов охлаждением, повышением давления и быстрым расширением их.

В лекционном помещении нижнего этажа Дворца науки проводятся опыты с жидким воздухом, включая некоторые поразительные эффекты чрезвычайно низкой температуры, которая может быть достигнута с помощью жидкого воздуха.

В отделе каменноугольного дегтя показано, как химия добилась получения побочного продукта, за удаление которого в виде отходов промышленности прежде платили деньги. Теперь каменноугольный деготь — ценный продукт, из которого вырабатывают краски, медикаменты, духи, взрывчатые вещества и пластические массы.

Электрохимический отдел обращает на себя внимание большим, автоматически действующим экспонатом, демонстрирующим процесс электропокрытия хромом. Посетителю предлагают на память хромированный предмет, который на его глазах прошел через весь процесс хромирования. Здесь же показаны электрические печи с вольтовой дугой, с сопротивлением и индукционного типа.

Великолепно оборудован отдел геологических наук. На больших „геологических часах“ за 4 минуты проходит история земли за 2 млн. лет вплоть до появления человека. Стрелки часов отмечают протекающие тысячелетия, на освещающихся секторах попеременно появляются сведения о протекающих эпохах и периодах.

а на прозрачном экране в центре часов скрытый внутри киноаппарат показывает картины жизни земли. Другой экспонат представляет разрез коры земли, сделанный из разноцветной губчатой резины, которая периодически сжимается, воспроизводя процессы горообразования.

Движение дюн воспроизводит четырехметровая диорама, показывающая характерный ландшафт южного берега озера Мичиган. Струя воздуха от скрытого вентилятора поднимает легкий порошок, изображающий песок, и на глазах зрителей медленно двигаются настоящие дюны, засыпая поселки и насаждения. Затем направление ветра меняется, и дюны ползут обратно, обнажая скрытые под ними кусты и дома.

Доисторические животные показаны в окружении, воспроизводящем соответствующий пейзаж, причем сами животные — не неподвижные статуи, а сложные механизмы, двигающиеся и борющиеся между собой.

Другие экспонаты этого отдела знакомят с различными геофизическими явлениями и современными методами геологического исследования и разведки.

Перед отделом биологических наук стояла задача — сосредоточить все внимание посетителя на сравнительно немногих, но узловых проблемах этой науки и осветить их с предельной ясностью и простотой. Законы эволюции, генетики и др. показаны главным образом при помощи живых растений и животных. Строение живых тканей, жизнь и деятельность клеток показаны большими моделями, транспарантами, диапозитивами и кино. Например, рост дерева показан при помощи сложнейших комбинаций проекционных аппаратов, дающих увеличенный поперечный разрез через ствол трехлетней липы; диаметр изображения равен примерно 2 м, так что отчетливо видна каждая клетка. Затем на глазах у публики клетки начинают делиться, и в течение 75 секунд перед зрителями проходит весь процесс роста дерева за год.

В отделе медицины лекции о физиологии питания и химии пищевых продуктов читает автомат в виде элегантно одетого юноши более 3 м ростом. Внутри него находятся различные звуковые, оптические и механические приспособления, электромоторы и все, что нужно для его „оживления“. Начиная лекцию, он расстегивает пиджак, и тело его начинает просвечивать, показывая пищеварительную систему (рис. 5).

„Теперь, леди и джентльмены, — говорит он, — я глотаю. Вы видите, как двигается пища, проталкиваемая движениями пищевода. Сейчас, — продолжает он, — вы видите, как пища входит в желудок. Обратите внимание на то, как сокращаются мускулы стенок желудка для того, чтобы лучше шел процесс переваривания пищи“.

Человек-автомат описывает составные части пищи: белки, углеводы, жиры, витамины и минералы. Он показывает функцию каждой из них, а также как они размалываются и перевариваются в более простые продукты, которые могут ассимилироваться тканями тела.

Подобная лекция длится 20 минут и повторяется десятки раз в день.

Другой выдающийся экспонат медицинского отдела — это модель человеческого тела, сделанная в натуральную величину из прозрачных синтетических материалов, так что видна форма и взаимное расположение всех внутренних органов. Кровеносная, лимфатическая, нервная, пищеварительная системы, скелет и отдельные органы поочередно начинают светиться, ясно обнаруживая свое положение относительно других органов и поверхности тела.

Остроумно и интересно устроены экспонаты физического отдела. Здесь, наряду с копиями исторических приборов, установлены приборы, применяемые современными физиками. Например, оригинальный генератор ван-де-Граафа, дающий для различных опытов постоянный ток напряжением до 1 млрд. вольт.

В центре зала подвешена алюминиевая гондола стратостата Пикара, а прямо под ней находится стальной шар, в котором Вильям Биби опускался в океан на рекордную глубину в 666 метров. Рядом в герметически закупоренной стеклянной камере, где воздух то разрежается, то снова доводится до атмосферного давления, воспроизводится в миниатюре полет Пикара и показываются явления, происходившие с шаром в течение полета и спуска.

Так же как и в химическом отделе, автоматы наглядно изображают все основные законы и явления физики, физические основы электротехники, теплотехники и других прикладных наук. Особый интерес представляют подвижные модели, иллюстрирующие современные представления атомной физики, термодинамики и пр.

Например, для изображения того, что и почему происходит в дождевой капле при изменении температуры, служит особой формы стол, засыпанный бильiardными шарами. Шары изображают молекулы воды, а огороженная средняя часть — самую каплю. В центре стола находится деревянный прямоугольник, вращающийся при помощи электромотора и отбрасывающий от себя шары. При повышении температуры дождевой капли движение молекул воды усиливается, — модель передает это ускорением вращения среднего блока и, следовательно, усилением движения шаров. По мере повышения температуры, т. е. ускорения вращения блока, шары начинают перелетать за барьер, т. е. за пределы капли. Это иллюстрирует начало испарения. Скорость блока постепенно увеличивается, и скоро все шары оказываются за барьером, — капля воды испарилась. При понижении температуры происходит конденсация водяного пара; блок вращается медленнее, и шары начинают скатываться обратно к центру стола, — капля растет.

Модель со стальными шариками, изображающими молекулы газа, наглядно показывает, что давление газа является результатом ударов молекул о стенки сосуда.

Труднее поддается наглядному изображению математика, но и тут удалось найти остроумные решения. Например, зависимость между угловой и линейной скоростью и радиусом при движении по кругу становится очевидной благодаря атлету с двумя тяжелыми гантелями. Он стоит на свободно вращающейся на шариковых подшипниках площадке и то держит гири на вытянутых руках, то прижимает их к телу, отчего вращение ускоряется в несколько раз.

Электротехнику и электротехнике на выставке отведено два здания. Ряд экспонатов в этих зданиях находится в непрерывном действии, демонстрируя полный цикл процесса; другие приводятся в действие посетителями (рис. 6).

Выдающееся зрелище электротехнического отдела представляет грандиозная около 30 м длиной диорама. Она показывает во всех деталях работу разного типа электростанций, подстанций, сети и всевозможные применения электроэнергии в промышленности, сельском хозяйстве и быту.

С одной стороны диорамы находится рельефное изображение горной местности, по которой протекает река, падающая с большой высоты. На этой реке поставлена высоконапорная гидростанция.

Затем река выходит на равнину, там ее перегораживает плотина, около которой стоит модель гидроэлектростанции низкого напора. На переднем плане диорамы стоит модель тепловой электростанции. Все три станции работают на общую высоковольтную сеть с подстанциями, оборудованием для защиты от перенапряжения и т. п. За электростанцией раскинулся большой современный город с фабриками, заводами, жилыми домами, торговыми и общественными зданиями, трамваем и метрополитеном и прочими потребителями электроэнергии.

Рядом с городом — фермы, рудники и каменоломни, на которых можно проследить применение электричества в горном деле и сельском хозяйстве.

Все части этой гигантской диорамы, на изготовление которой ушло свыше двух лет, пред-

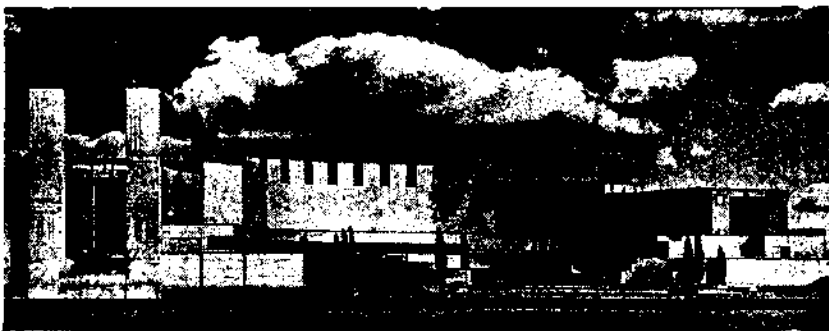


Рис. 6. Павильон электротехники

ставляют собой великолепно сделанные действующие модели станций и заводов, в свою очередь оборудованные действующими турбинами, генераторами, моторами, системой освещения и т. д. Здания станций, заводов и домов, а также и машины во многих случаях даны в разрезе, частично же изготовлены из прозрачных материалов и позволяют видеть движение внутренних частей, превращение в котле воды в пар, работу пара в турбинах и его конденсацию после выхода из турбин. Свежий и мягкий пар изображены жидкостями разных цветов. Турбины приводятся в движение скрытым за сценой электромотором.

Периодическое изменение силы и способа освещения в павильоне электротехники, не имеющем ни одного окна и освещаемом исключительно искусственным светом, создает впечатление смены дня и ночи. С „наступлением темноты“ зажигаются на диораме огни в окнах и на улицах, и город живет ночной жизнью. Каждый сеанс сопровождается объяснениями, записанными на пленке и непрерывно передаваемыми посетителям.

Тут же выставлен громадный схематический разрез — диаграмма большого турбогенератора новейшего типа, — исполненный в $\frac{1}{4}$ натуральной величины. Фирма „Дженераль Электрик“ выставила подлинную паровую турбину с поднятой крышкой. В турбину пускается „имитация пара“ и наглядно показывается, что именно происходит в турбине и какие изменения претерпевает пар, проходя от впускного клапана до конденсатора.

Эта же компания выставила действующую модель электростанции, работающей по ртутно-паровому циклу, как новейшее достижение в области бирных процессов.

Среди экспонатов фирмы „Вестингауз“ обращает на себя внимание подвешенный над головами зрителей и медленно вращающийся ротор паровой турбины мощностью в 100 000 л. с. Под ним также медленно вращается исполненная в натуральную величину из подлинных материалов — железа, меди, изоляционных материалов — модель гидрогенератора в 70 000 киловатт. Тут же в воздухе, повинаясь приказанию, произнесенному в телефон, летает большая модель „Цепелина“. Копия кожанка величайшего в мире трансформатора приспособлена фирмой „Вестингауз“ под темную комнату для интереснейших опытов с ультрафиолетовыми лучами и прозрачными флуоресцирующими красками.

Далее следует разрядник на 230 000 вольт, действующий ртутный выпрямитель на 1 500 киловатт с застекленным отверстием, позволяющим взглянуть на „адское“ зрелище, происходящее внутри. Каждый посетитель может сам убедиться в преимуществе новейших деионных автоматических выключателей перед угольными. Простым нажатием кнопки он пропускает ток короткого замыкания и наблюдает страшный треск и пламя в одном случае и едва заметную искру — в другом. В отделе промышленного применения электричества первое место, естественно, занимают электромоторы.

Интересна модель мотора для трехфазного тока, изготовленная в натуральную величину компанией „Сенчури“.

Для изображения того, что происходит в каждый данный момент в обмотках статора и ротора, служат два ряда маленьких застекленных окошек, за которыми находятся цветные электрические лампочки. Каждой фазе и каждому направлению тока соответствует особый цвет. Таким образом изменение в данном месте направления тока указывается изменением цвета лампочки. Величина тока в каждый данный момент характеризуется яркостью света лампочки, изменяющейся от нуля до максимума и обратно. Вращающееся магнитное поле, создаваемое обмоткой статора, изображено черными линиями на прозрачном диске, вращающемся с соответствующей скоростью. Для того чтобы зрители успевали разобраться в происходящих в моторе явлениях, скорость вращения модели — 4 оборота в минуту. Среди выставленных моторов можно видеть бесшумный мотор для госпиталей, лабораторий и т. п., мотор, работающий под струей воды, герметически закрытые моторы для шахт и нефтяных промыслов, сервомоторы для управления на расстоянии и пр.

Предельная точность синхронизации показана на двух моторах, один из которых может быть внезапно и сильно нагружен посетителем при помощи ручного тормоза. Другой свободно вращающийся мотор изменяет число оборотов вместе с нагруженным с такой быстротой и точностью, что нитка, закрепленная между валами, не рвется. Посетителям предоставляется возможность убедиться, с какой быстротой останавливается синхронный мотор в 500 л. с. вместе с вращаемым им прокатным станом для изготовления резиновых изделий. При попадании между валами стана постороннего предмета мотор останавливается меньше чем в 1 секунду.

Из моделей больших установок обращает на себя внимание блюминг со всем электрооборудованием, выполненный в масштабе 1 : 24. Желающие видеть его работу кладут на роляганг кусок крашеного воска, изображающий раскаленную болванку, пускают стан в ход, и болванка проходит 21 раз туда и обратно, с каждым разом изменяя свое сечение.

Другая большая модель изображает нефтепровод с автоматическими насосными станциями, управляемыми из одного центрального пункта.

Много внимания уделено электросварке разнообразных материалов различными способами и электропечам для варки, заковки и отпуска стали.

В отделе связи один из наиболее интересных экспонатов — это маленькая автоматическая телефонная станция. Посетитель вызывает номер и, следуя за цветным лучом, видит действие механизмов станции, набирающих требуемую линию. Рядом показаны обычная ручная станция и работа телефонисток.

Работе телеграфа посвящено много интересных экспонатов. В числе их — небольшие установки для показа передачи по одной паре проводов одновременно нескольких телеграмм, большие диорамы, одна из которых изображает, как передаются каблогаммы через океан.

Это большой аквариум, по дну которого проложены настоящие подводные кабели, а на „берегу“ показано, как присоединяются кабели к наземной телеграфной сети.

Устройство и работа буквопечатающих телеграфных аппаратов становятся ясными благодаря гигантской медленно действующей модели.

Радиотехника представлена чрезвычайно обильно, но большинство станков носит более рекламный характер, чем в других отделах. Даже самая большая диорама посвящена показу того, насколько важно иметь на морских судах радиотелеграф. С поразительной ясностью изображено, как по океану плывет пароход без радиоустановки, натывается на айсберг, и все пассажиры тонут. Затем натывается на айсберг другой пароход, оборудованный радио, и все пассажиры спасаются появившимися на радиопризыв судами.

Применение электричества в судостроении показано на двух моделях судов „Президент Кулидж“ и „Калифорния“. „Кулидж“ плывет в некоем подобии гидродинамического канала навстречу струе воды, текущей со скоростью самого корабля, который, таким образом, все время остается на одном и том же месте канала.

В железнодорожном отделе имеется модель в $1/16$ натуральной величины самого мощного в мире электровоза Пенсильванской ж. д. и модель электропоезда, действующая по приказаниям, передаваемым через микрофон.

Один из эффективнейших экспонатов фирмы „Дженераль Электрик“ — высокочастотные электропечи и катушки. Чтобы показать действие полей высокой частоты на различные материалы, зрителю предлагают опустить руку в печь, что он и проделывает без всякого вреда для себя. В той же печи долго стоит не плавясь лед в стакане. И в то же время внесенный в печь металлический предмет, например лезвие безопасной бритвы, моментально плавится.

Действие и применение фотоэлементов служит темой многих интересных демонстраций посетитель бросает в желоб любое количество совершенно одинаковых шаров, отличающихся только цветом, а стоящий рядом фотоэлектрический прибор не только показывает, сколько прокатилось мимо него черных и сколько белых шаров, но и сортирует их, направляя одни направо, другие налево.

Другие фотоэлементы не позволяют зрителю зажечь стоящие в подсвечниках свечи, так как едва на реле упадет свет от поднесенной к свече спички, в них появляется ток, включается скрытый моторчик с вентилятором, и струя воздуха гасит спичку, прежде чем свеча успеет загореться. Отдельные фотоэлементы считают, например, „мигание“ обычных электроламп, питаемых переменным током, хотя частота тока совершенно неощутима для человеческого глаза.

Среди премьер „научного варьете“, практикуемых на выставке, интересен катодный осциллограф, благодаря которому аудитория может видеть звуки и слышать линии: ртутные лампы, излучающие невидимые ультрафиолетовые лучи, вызывают картины, написанные невидимыми до того флуоресцирующими красками. „Спектакль“ кончается тем, что выходные двери раскрываются сами собой, повинувшись волнам, исходящим из „волшебной палочки“ демонстратора.

Научно-исследовательские лаборатории фирмы „Вестингауз“ демонстрируют достижения в области передачи энергии без проводов. Желающие могут принять в этом участие, взяв в руки лампочку и встав перед передатчиком энергии: лампочка загорается, хотя никакой проводки к ней нет.

Тут же можно испытать действие на человеческий организм некоторых коротких волн, от которых повышается температура и появляется лихорадка. Эти лучи, убийственно действующие на возбудителей многих болезней, вредителей зерна, вроде амбарного долгоносика, и могущие принести человечеству неоценимую пользу, могут быть также использованы в грядущей войне как „лучи смерти“. Желающие могут тут же заняться фотометрией, измерением светонепроницаемости бумаги, тканей или же „работать“ с рентгеновской установкой, разглядывая свои кости или считая монеты в закрытом кошельке у себя в кармане.

Приложив к груди электрическое „ухо“, можно слышать многократно усиленное биение своего сердца и видеть кривую его работы в виде волны на поверхности осциллоскопа.

Внимание посетителей выставки привлекает отдел сигнализации. Центральным экспонатом его — это фотоэлектрический „сторож“. На видном месте лежит золотая монета в 20 долларов, блюдо с бисквитами и клещи. Администрация отдела настойчиво предлагает всем посетителям взять на память любой из выставленных предметов, если кому-нибудь удастся это сделать. Однако до самого закрытия выставки и золотой, и бисквиты, и клещи оставались лежать точно так же, как перед открытием выставки.

Не менее успешно работает автоматический огнетушитель, установленный над обшитой железом ямой в полу. Желающие испытать его зажигают комки газетной бумаги и бросают в яму, где их моментально тушит пущенная электрическим током струя воды. При

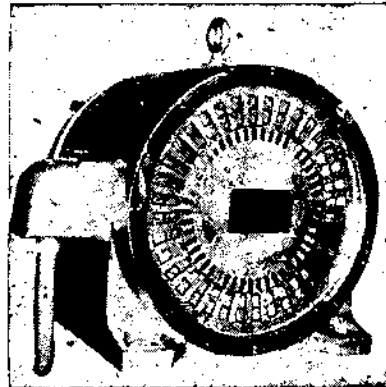


Рис. 7. Электромотор „Century“ с окошечками для наблюдения



Рис. 8. «Катанье в поднебесье» на Чикагской выставке. Две башни соединены морским канатом, по которому в качающихся вагонах перевозятся пассажиры

этом в какое бы место ямы ни была брошена бумага, струя направляется только на нее и останавливается, как только огонь потушен. На незажженную бумагу аппарат не реагирует.

В павильоне транспорта собраны всевозможные средства передвижения от индейского фургона и „предков“ паровоза до новейших моделей автомобилей и аэропланов. Здесь же показан алюминиевый спальный вагон с установкой для охлаждения воздуха. Экономия в весе такого вагона составляет почти 40%. В отделе морского транспорта выстроен в натуральную величину поперечный разрез современного океанского парохода.

Необычайный экспонат демонстрирует морской департамент США. Это большая „модель“ океана, где миниатюрные модели судов движутся, показывая направление и размер грузопотоков внешней торговли США и работу военного флота в мирное и в военное время.

Горнопромышленное бюро США поставило нечто вроде кукольного театра, где марионетки разыгрывают сцены катастроф и спасение погибающих горняков.

Бюро переписи США выставило на территории выставки большую подвижную таблицу с основными демографическими сведениями, автоматически сменяющимися часовым механизмом, так что эти таблицы верны не на момент переписи, как это всегда бывает, а в каждую данную минуту. Так, например, к числу жителей США каждые 20 секунд прибавляется единица.

В павильоне полиграфического искусства выставлен печатный станок изобретателя книгопечатания Иоганна Гутенберга. Здесь же показаны все современные технические достижения в области книгопечатания: наборные машины, ротационные печатные машины и т. д.

Добыча драгоценных камней представлена экспонатом южно-африканских копей. Пятнадцать тонн так называемой „голубой земли“, содержащей алмазы, привезены с россыпей в Кимберлее (Южная Африка). Посетитель видит, как кафры добывают эту землю из копей. Тут же показана фабрика, в которой производится вымывание алмазов из земли.

Испытание напряжений и усилий в различных материалах производится путем применения поляризованного света. Посетителям показывают ряд испытываемых материалов, которые поступают в освещенное поле. Большое внимание привлекает стеклянная передача, на зубцах которой в разных красках появляются линии распределения усилий, возникающих при работе.

На выставке представлены установки для охлаждения воздуха. Всегда ровная температура в здании путем охлаждения воздуха летом и нагревания его зимой в соединении с обильным увлажнением и фильтрацией представляет громадное бытовое удобство. Ряд американских фирм выставил индивидуальные модели охладительных установок всяких размеров. Значительный интерес вызывает полностью электрифицированное оборудование для охлаждения и отопления и комбинация электроохлаждения с нефтяным или угольным отоплением.

Выставка зданий хорошо выражает тенденцию модернизировать архитектурный стиль. Большая часть представленных домов облицованы стальными листами или имеют стальной каркас. Интересен целиком стальной дом, состоящий из двух комнат, кухни, ванной и террасы. Отопление дома нефтяное. Стоимость его 2 000 долларов. Широко продемонстрирована на выставке мебель из стали, получившая в Америке широкое распространение.

Павильоны отдельных фирм во многих случаях представляют собой заводские или фабричные установки, так распланированные и устроенные, что посетители могут проследить во всех деталях производственные процессы. Например, автомобильная фирма „Дженерал Моторс“ построила автосборочный завод, где желающие приобрести автомобиль могут расписаться на какой-либо части и меньше чем через 50 секунд получают готовую машину с помеченной частью.

В связи с организацией мировых промышленных выставок неизменно возникает целый ряд важнейших строительных проблем.

Сочетание огромной пропускной способности при возможно меньшем пространственном участке, удобство расположения экспонатов по национальным историческим и отраслевым признакам, техническое разрешение противоречия между кратковременностью возводимых сооружений и их максимальной капитальностью и, наконец, вопросы освещения, электрической энергии, водоснабжения, канализации и транспорта — таковы главные из них.

История международных промышленных выставок показывает, что даже в те времена, когда объем выставок уступал последней Чикагской выставке чуть ли не в 10 раз, почти все указанные нами проблемы возникали перед организаторами и находили частично весьма интересное разрешение.

Первая всемирная Лондонская выставка была чрезвычайно интересна в архитектурном отношении. Когда в 1851 г. возникла мысль устроить всемирную выставку, был объявлен конкурс на проект зданий этой выставки. Архитекторы разных стран представили 245 проектов. Все они были отвергнуты. Это были здания все с теми же колоннами, арками и различными орнаментами. Однако среди этих проектов оказался проект англичанина Пакстона. Он предлагал строить выставочные здания из таких исключительных для того времени материалов, как железо и стекло. Строительный комитет принял проект Пакстона и выстроил впервые в истории архитектуры железо-стеклянные здания, нашедшие в наши дни столь широкое распространение.

На одной из выставок конца XIX века было найдено очень удачное планировочное решение. Громадный дворец выставки представлял собою кольцо. Вся выставка была разделена на поясы, а поясы разделялись, в свою очередь, на секторы по радиусам, идущим от центра. Экспонаты на этой выставке были так расположены, что посетитель, шедший по направлению радиуса выставки, обозревал все произведения одной какой-либо страны, которой был отведен данный сектор кольца выставки, а посетитель, шедший по одному из поясов кольца, обозревал однородные экспонаты всех стран.

Очень много тратилось средств и творческой мысли на то, чтобы привлечь к выставке общественное внимание. Только во имя рекламы в 1889 г. была выстроена в Париже знаменитая Эйфелева башня, только во имя рекламы американцы строили на своих выставках огромные качели, подвижные тротуары, гигантские глобусы и, наконец, на выставке „Век прогресса“ построили „катанье в поднебесье“.

Выставка „Век прогресса“ размещена в парке, вблизи самого центра города, и занимает часть площади специально засыпанного озера Мичиган. Выставка занимает полосу земли почти в 5 км длиной и четверть километра шириной. Несмотря на то, что большинство улиц и дорог в границах выставки были уже раньше проложены, для будущего парка пришлось все же построить около 50 км добавочных дорог, главным образом для тяжелого грузооборота во время строительных операций. Принятый тип массы в нижних слоях состоял из макадама, а на поверхности из естественного каменного асфальта. Для тротуаров и аллей был принят вариант, состоящий из 3-дюймовой основы из золы и 1-дюймовой поверхности из щебня, связанного эмульсированным асфальтом. Главным соображением при выборе дорожного материала была первичная стоимость. Ремонт, содержание и недолговечность такого материала не входили в соображение, поскольку служба этих дорог рассчитана была максимум на 18 месяцев.

Очень много внимания уделено на Чикагской выставке вопросам транспорта. Помимо вышеописанных земляных работ, было выстроено специально три моста и проложено свыше 5 км боковых железнодорожных путей. Было рассчитано, что пригородные железные дороги смогут подвозить к месту выставки 50 000 посетителей в час, автобусы со всех частей города — 20 000 посетителей в час, а надземная эстакадная железная дорога и трамвай — 1 000 000 посетителей в час. В границах выставки организацию перевозки посетителей взяла на себя фирма „Грайхаунд Бас Корпорейшен“, которая применяла автобусы специальной конструкции на 90 мест, электрические кресла на колесах, моторные лодки, гондолы и т. п.

В вопросах планировки и проектирования зданий организация по устройству выставки руководствовалась специальными экономическими соображениями, отличающимися от всякого обыкновенного строительства. Краткость эксплуатационного периода (пять месяцев) предопределила необходимость быстрой разборки сооружений, требующей минимальных затрат. Кроме того, в проектировке зданий необходимо было добиваться того, чтобы материалы после их разборки сохранили наибольшую возможную ценность.

Соображения экономического характера во многом предопределили архитектурные особенности Чикагской выставки. Стальная конструкция остовов зданий по возможности упрощена. Выбор частей зданий определялся возможностью их изготовления на заводах, причем все легкие архитектурные соединения были сварены, а более тяжелые — рассчитаны на сборку (болты, гайки и в редких случаях заклепки). Облицовочный материал соединен со стальным остовом винтами и зажимами.

С общеархитектурной точки зрения затруднения были встречены со стороны плана местонахождения выставки. Классическая симметричная группировка и массовое расположение зданий было невозможно, так как выставка расположена на узкой полосе земли. Это предопределило в значительной мере новую и интересную композицию из сравнительно высоких зданий малой площади и низких зданий большой площади.

Всего на выставке построено около 5 зданий. Отказ от естественного освещения в значительной степени предопределил их внешний вид. Опыт последних лет в музеях, выставках и т. п. показал, что искусственное освещение имеет значительные преимущества. Естественное освещение всегда связано с погодой, ограничивает время осмотра павильонов и кроме того отнимает большую часть полезного пространства. Кроме того, отказ от окон настолько удешевляет строительство, что делает добавочные затраты на искусственное освещение малоощутимыми. Искусственное освещение обеспечивает равномерность светового потока и дает возможность приспособить его направление к любому экспонату.

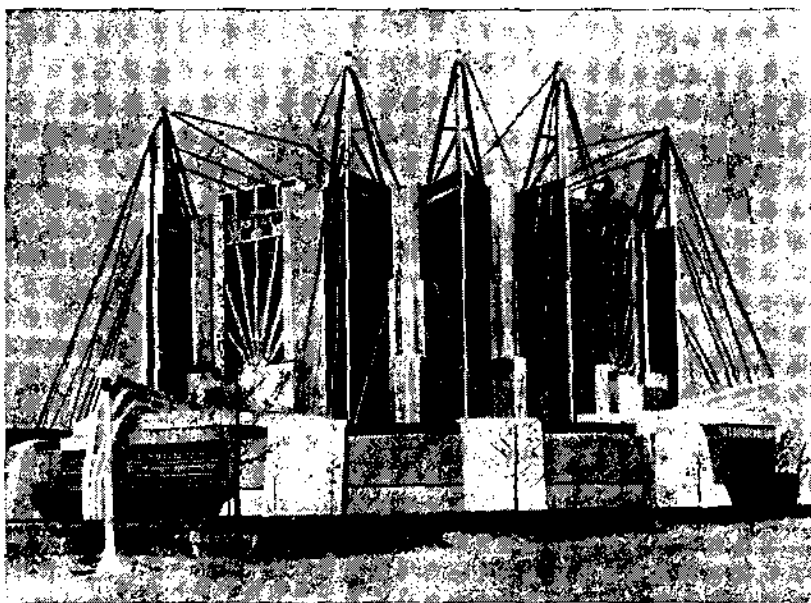


Рис. 9. Круглое здание павильона транспорта с подвесным сводом.

Гладкие стены без окон заставили архитекторов создать эстетические эффекты композицией масс и форм. В некоторых случаях оживление было внесено линиями и узорами из плит облицовочного материала. Все облицовочные материалы, примененные на выставке, подвержены вредному действию атмосферы. Самым дешевым материалом для их защиты на короткий срок выставки является краска. Выбор ярких и разнообразных красок создал декоративность, которой не хватало благодаря простоте архитектуры и отсутствию окон. Окраска гипсовых плит, примененных для наружной отделки фасадов, производилась горячим способом, покрывая поверхность особой краской с алюминиевой основой посредством пульверизационных аппаратов.

С внешней стороны архитектура выставки повторяет в основном стиль, уже продемонстрированный на последних мировых выставках в Париже и в Лондоне.

Внутри зданий входные лестницы почти везде заменены постепенными сходами и скатами. Для эстетических эффектов внутренней отделки применены различные новоразработанные материалы, дешевые и часто недолговечные, но эффектные на вид. Например, лакированная материя, листовый алюминий, специальный материал из стружек, приклеенных к холсту, и т. п.

Замкнутость конструкций выставочных павильонов потребовала установки вентиляторов громадной мощности. Достаточно сказать, что только из одного здания вентиляторы вытягивают 1,2 млн. кубофутов воздуха в минуту.

Особенно интересными и в то же время типичными в их деталях зданиями являются здание администрации и здание транспорта. Здание администрации помещается на берегу искусственного залива. Оно имеет форму буквы Е, причем со стороны фасада оно в два, а со стороны залива в четыре этажа. Выдержанная в стиле модерн конструкция этого здания — образец применения современных архитектурных принципов и новых методов строительства. Его наружные стены состоят из 6-миллиметровых плит из смеси прессованного цемента и волокнистого асбеста, прикрепленных к стойкам из листового материала. Пространство между стойками заполнено смесью эмульсированного асфальта, кремнистого натра и нарезной бумаги.

Для внешнего украшения этого здания употреблен алюминий. Поразительные контрасты в цветах получаются посредством белого — для центральной единицы и темноголубого, почти черного — для каждого крыла.

Весьма интересны в здании администрации конструкции пола и крыши. Пол состоит из швеллеров с полками вниз, прикрепленными друг к другу и к балкам стальными зажимами и покрытыми деревом или битуминозным составом. Вся конструкция на винтах или зажимах, без гвоздей, так что ее ценность после разборки не будет уменьшена. Крыша из асфальтовой черепицы толщиной в 3 мм, уложенной в эмульсии, поверх изоляционных плит. На загibaх употребляется пропитанная асфальтом материя. Борты имеют высоту в 10 см. Здание администрации отличается от большинства других зданий выставки своим более постоянным характером. Поэтому оно построено с окнами и с центральным паровым отоплением.

Здание транспорта состоит из двух соединенных строений. Первое — размером в $306 \text{ м} \times 44 \text{ м}$ с одним из залов в $67 \text{ м} \times 35,5 \text{ м} \times 24,5 \text{ м}$ высоты, в котором выставлен разрез океанского парохода. Второе здание в архитектурном отношении значительно интереснее. Оно круглой формы с диаметром в 91,5 м и состоит из наружной галереи и внутреннего зала с диаметром в 61,8 м

и высотой в 48,6 м. В этом зале выставлены паровозы на путях, идущих радиусами от поворотного круга в центре. Самое интересное нововведение этого сооружения — подвесной свод. Он больше чем купол собора в Риме и Вашингтонского Капитолия. Подвесной свод состоит из листовых швеллеров, с полками вниз, привинченных к 8-дюймовым, концентрически расположенным, двутавровым балкам — стропилам. Эти балки подвешены к системе кабелей, висящих на 12 колоннах. Колонны расположены по 3 в каждом квадрате и для жесткости соединены сверху фермами.

Почти все здания Чикагской выставки похожи в архитектурно-конструктивном отношении на описанные.

Очень важным моментом в общей организации Чикагской выставки являются вопросы освещения и электроэнергии. Внутри зданий применяются главным образом потолочные лампы. Кноски освещены лампами с алюминиевыми рефлекторами и дисками из матового стекла для диффузии света. Коридоры освещены косвенно светом от световых выставок.

В наружном освещении строго соблюдается стиль, принятый модернистической архитектурой. Яркие, мигающие, движущиеся вывески, световые фигуры и рекламы не допускаются. Единственными эффектными световыми зрелищами являются фонтаны и искусственные деревья, освещенные скрытыми источниками света.

Главной декоративной целью наружного освещения служит световой и цветовой эффект. Все здания освещены косвенно скрытым источником света, так что их масса и форма в темноте не теряется, а приобретает новый, необычайный, чуть ли не фантастический вид.

Электрическая энергия доставляется на выставку существующей в Чикаго частной электрической станцией. Энергия поставляется с напряжением в 4 000 вольт и распределяется по участку через подземную сеть из деревянных каналов (пустотелых бревен) с внутренним диаметром в 4 дюйма. Всего проложено свыше 30 000 м этих дешевых, но недолговечных каналов.

Организация водоснабжения и канализации на выставке также потребовала значительных строительных затрат. Достаточно указать на то, что строителям пришлось специально проложить 42 300 м водопроводных и канализационных труб.

Союз советских социалистических республик за 16 революционных лет превратился из нищей, технически отсталой аграрной страны в страну индустриальную, в страну современной техники, в страну самого крупного сельского хозяйства.

Осуществление первого пятилетнего плана имело огромное международное значение. Но еще неизмеримо большее в этом смысле значение имеет вторая пятилетка — пятилетка завершения технической реконструкции нашей страны, пятилетка построения социализма, она выдвинет в техническом отношении СССР на первое место в Европе.

Крупнейшие советские академики, профессора, руководители заводов, работники Наркомтяжпрома и изобретатели обратились через «За индустриализацию» и «Технику» к правительству с предложением организовать в СССР в 1937 г. всемирную техническую выставку. Эта дата совпадает не только с окончанием второй пятилетки, но и с двадцатилетием Октябрьской революции.

«Всемирная техническая выставка, — писали они в своем обращении, — лучше всего и нагляднее всего покажет человечеству все преимущества нашей социалистической системы перед капиталистической. Выставка эта будет замечательной демонстрацией тех новых великих побед, которые будут завоеваны Страной советов в результате завершения реконструкции всех отраслей промышленности, транспорта и сельского хозяйства на высоконаучной технической основе.

«Всемирная выставка на Советском союзе будет фактором величайшего международного значения. В этом нас убеждает огромная роль, которую сыграла организованная советским правительством в 1923 г. сельскохозяйственная и кустарнопромышленная выставка».

«Советская всемирная техническая выставка, — заканчивается обращение, — должна быть организована к 20-летней годовщине Октября, которая откроет эру существования бесклассового социалистического общества на территории одной шестой части мира.

Советский союз не отстает от сравнения с самыми передовыми, с самыми богатыми и самыми могущественными в капиталистическом мире странами. Будущее — за пролетариатом и его властью.

«Будущее принадлежит рабочему классу, которым руководит великая коммунистическая ленинская партия и ее любимый вожь т. Сталин — лучший ученик гениального Ленина».

С. Миликовский.

Американские технические музеи¹

Музеи технического характера во всем мире насчитываются в настоящее время единицами. Из них наиболее известны — Парижский, Лондонский, Мюнхенский, Венский, Пражский и Московский политехнический.

Решение правительства СССР о постройке в Москве грандиозного музея — „Дворца техники“ и организации всемирной выставки кладут основание развитию сети технических музеев, — этого важнейшего фактора производственно-технического воспитания трудящихся масс Советского союза.

В свете этих решений крупнейший интерес представляет ознакомление с такими музеями, как Нью-Йоркский и Чикагский.

Нью-Йоркский музей науки и промышленности занимает весь четвертый этаж недавно построенного небоскреба газеты „Нью-Йорк Дэйли Ньюс“. Многочисленные очень хорошо исполненные и рационально расположенные экспонаты размещены в таком порядке:

1. Пищевая промышленность: плуги, мельницы, молочное производство, доставка молока, рыболовство, образцы различных овощей и фруктов, холодильное дело.

2. Текстильная промышленность и одежда: процессы и машины для пряжи, тканья и вязания; производство и развитие искусственного шелка.

3. Жилища: образцы типично-американских жилищ от так называемого „длинного дома“ до современных домов из стали, бетона и стекла; производство стекла и развитие искусственного освещения.

4. Железнодорожный транспорт: модель в натуральную величину знаменитого первого паровоза „Ракета“; модели паровозов, пассажирских и товарных вагонов различных типов и эпох; инструменты, части двигателей, вагонов и различные принадлежности железнодорожного хозяйства.

5. Дорожный транспорт: модели типичных американских повозок, автомобилей от первого до новейшего (последний не в виде модели, а настоящий), автомобильные двигатели и различные детали.

6. Морской транспорт: модели парусных судов, начиная с финикийских и древнегреческих и кончая современными торговыми судами; движущиеся модели паровых двигателей, механизмов и различных деталей; морские карты.

7. Авиация: модели аэропланов, включая новейший настоящий самолет, двигатели; экспонаты, наглядно изображающие научные принципы воздухоплавания.

8. Связь: модели и движущиеся механизмы, чертежи, картины, изображающие развитие связи от ручных сигналов до радио и телевидения.

9. Станки: модели и настоящие станки; механические модели, демонстрирующие развитие машин для станкостроения.

10. Энергетика: модели котлов и турбин, чертежи, диаграммы, показывающие, как человек заставил ветер, воду, пар и электричество выполнять полезную работу.

11. Электричество и электротехника: основные научные понятия об электричестве; замечательные изобретения и промышленное применение электричества. Все экспонаты иллюстрированы движущимися моделями и приборами.

В Нью-Йоркском музее собрана большая коллекция механизированных схем, демонстрирующих развитие законов механики в самых разнообразных отраслях человеческой деятельности.

При музее устроен зрительный зал на 150 мест, оборудованный для звукового и немого кино. В зале ежедневно бесплатно для всех желающих демонстрируются различные кинокартины научного и производственного характера. Программа картин меняется ежедневно. В библиотеке музея собрана богатая техническая литература, в том числе книги по истории изобретательства и истории технического и промышленного прогресса.

Чикагский музей науки и промышленности размещен в знаменитом своей архитектурой здании, оставшемся еще со времени всемирной выставки в Чикаго в 1893 г. Здание это, соору-

¹ Описание музеев взято из журнала „Американская техника и промышленность“, 1933, № 7.

женное вначале из кирпича и штукатурного гипса, в настоящее время перестроено, и на переустройство его затрачено 6 млн. долларов. Музей имеет аудиторию на 1 200 мест, специально оборудованный для лекций зал на 350 мест и несколько небольших зал для временных выставок. Большая библиотека с научно-техническими книгами и читальня занимают несколько зал.

Весь музей разделен на десять главных отделов: 1) Физика и химия. 2) Геология и минералогия. 3) Сельское хозяйство, текстильная промышленность и лесоводство. 4) Энергетика. 5) Дорожный транспорт. 6) Железнодорожное хозяйство. 7) Водный транспорт. 8) Воздушный транспорт. 9) Полиграфическое производство и средства связи. 10) Архитектура и строительство городов. В каждый отдел ведет самостоятельный вход из центральной ротонды. Отделы (и соответствующие подотделы) расположены последовательно, начиная с основных наук и до различных практических применений техники. Посетитель может шаг за шагом проследить историю развития науки и техники.

Развитие науки и техники, а также применение их в промышленности представлены посетителю движущимися машинами — настоящими или моделями. Различные исторические этапы развития промышленности показаны демонстрацией основных принципов производственных процессов, диаграмм, чертежей и таблиц. Химические реакции изображены подвижными диаграммами. Для более детального ознакомления с работой машин движение моделей регулируется самим посетителем. Наиболее сложные машины и модели, а также сложные производственные процессы демонстрируются опытными сотрудниками музея. Основной характер демонстрирования достижений науки и техники заключается не в показе чисто технологических процессов, а в применении техники к разным отраслям современной материальной и духовной культуры. Специальные подвижные таблицы и различные приспособления демонстрируют экономические условия в той или иной отрасли промышленности разных стран.

Чикагский музей устраивает временные выставки по различным отраслям промышленности. Одна из таких временных выставок, а именно каменноугольной промышленности, была подготовлена Чикагским музеем к открытию в Чикаго всемирной выставки „Век прогресса“ (май 1933 г.).

Основную часть выставки каменноугольной промышленности занимает трехъярусная шахта натурального размера. Вокруг надшахтной постройки для подъемной лебедки, на первом этаже, представлены другие части выставки, относящиеся к углепромышленности (различные породы, горные машины, инструменты и т. д., а также техника безопасности, вентиляции, подготовительных работ и пр.).

При входе в каменноугольный отдел посетители находят электрическую лебедку цилиндрического типа с диаметрами барабана 2,13 м и 3,36 м. Позади лебедки виден 20-метровый конечный шахтный копер. В одном из отделений помещается клеть, в которой посетители опускаются в „шахту“, а в другом отделении поднимается и опускается самопрокидывающаяся бабка с углем. Кабели подъемного механизма проходят через верхние шкивы к лебедке, и на первый взгляд кажется, что они приводят в движение клеть и бабку. На самом деле клеть и бабка приводятся в движение скрытым лифтовым механизмом.

Над шахтой устроен воздухопровод и поставлен вентилятор типа Сирокко, с номинальной мощностью в 2 800 м³ в минуту.

Посетители входят в клеть с платформы, которая находится примерно на 7,6 м выше уровня первого этажа. При желании клеть можно останавливать на уровне первого этажа для выпуска пассажиров и подъема их на платформу. Затем клеть начинает опускаться и быстро ускоряет движение, пока не достигает точки немного выше бетонной стены шахты. Тогда ход клетки замедляется и одновременно начинает подниматься боковой занавес, который быстро достигает скорости 18 м в минуту. Длина занавеса равна 9,15 м. Клеть окружена движущимся занавесом в течение 50 секунд. В это время создается искусственный шум и ветер. Получается полная иллюзия быстрого спуска на глубину 150 м. Лифтовый механизм, лебедка, занавес, шум и вентиляция синхронизированы.

Посетители выходят из клетки на дне шахты и видят нагруженные вагонетки, саморазгружающиеся во вращающийся опрокидыватель. Вагонетки соединены в замкнутый „бесконечный“ поезд, но угол зрения выбран так, что зрители этого не замечают. Здесь же показана контора, план шахты, контрольная таблица и пр. и демонстрируется работа зумпфа, центробежных и поршневых насосов, выкачивающих воздух. Затем посетители поднимаются по лестнице на главный уровень шахты и входят в вагон одного из четырех поездов. Столкновения поездов невозможны, так как они прицеплены к цепным конвейерам, спрятанным от взоров публики. Каждый поезд состоит из двух вагонов, на двенадцать человек каждый. Когда пассажиры уселись и клетка закрылась, проводник нажимает кнопку, и конвейер приходит в движение. Поезд направляется в участок, окруженный занавесом. Здесь поезд останавливается, пока следующий поезд принимает публику. Опять создается иллюзия движения на большом расстоянии посредством быстрого движения занавеса, шума, подобного шуму движущегося поезда и струи ветра из скрытого вентилятора на локомотиве. Кроме того специальный механизм производит толчки и покачивание, а свет уменьшается до полутьмы.

Поезд проходит мимо участка, где видна работа врубовой машины на 76-см пласте и другие приспособления: пожарный вагон, распылитель породы и пневматический молоток для очистки забоя.

Затем поезд подходит к новому участку, где пассажиры сходят. Теперь они у входа в одну

из двух камерно-столбовых выемок. В первой они видят работу врубовой машины и электрические сверло-перфораторы на стойках.

Пройдя через поперечную выемку (квершлаг), они попадают во вторую камеру и видят работу грузчика Джой или Майерс-Вэйлей.

Выйдя из второй камеры через квершлаг и небольшой коридор, посетители входят в откаточный штрек рудника, проходящий по крутопадающему пласту.

Во всех подземных ходах соблюдается точное подражание естественным геологическим условиям. Уголь изображен облицовкой из настоящего угля или из гипсовых отливок, снятых с настоящих каменноугольных залежей и окрашенных в черный цвет. Потолки главным образом из гипсовой имитации сланца, но показаны также типичные известняковые и песчанниковые потолки.

В конце путешествия посетители видят установку, снабжающую постоянным током локомотивы и рудничные машины.

Организация в СССР сети технических музеев во главе с центральным музеем „Дворец техники“ в Москве диктует необходимость тщательно и детально ознакомиться с техникой музейного дела за границей и освоить весь накопленный опыт хранения и демонстрирования достижений науки и техники.

Институт истории науки и техники при Академии наук СССР

Созданный в марте 1932 г.¹ Институт истории науки и техники, возглавляемый акад. Н. И. Бухариным, имеет своей задачей выполнение одного из важнейших заветов Ленина — продолжить дело Гегеля и Маркса по диалектической обработке человеческой мысли, науки и техники. Своей конечной целью институт ставит — создание больших научных трудов по общей истории науки и техники и монографических исследований по отдельным отраслям. Кроме того институт предполагает создать большой специальный музей по истории науки и техники, который должен, с одной стороны, служить лабораторией для исследовательской деятельности института, а с другой, — популяризовать его достижения.

В 1932 г., в первый год своего существования, институт был занят главным образом организационными вопросами — отысканием новых форм организации сложной коллективной работы историков, экономистов и техников. К настоящему времени институт сумел создать уже собственный постоянный коллектив молодых работников и обрести большим активом крупнейших специалистов. Это позволило институту в 1933 г. развернуть уже достаточно большую научно-исследовательскую работу по целому ряду разделов и выступить с печатной продукцией.

Работа до сих пор велась в трех основных секциях института: 1) в секции истории гражданской техники, 2) в секции истории физики и математики и 3) в секции истории Академии наук. Одновременно велась также подготовка к созданию музея. Работа всех секций была подчинена одному центральному заданию — изучению истории науки и техники периода создания капитализма. На 1934 г. намечается второе общее задание — изучение науки и техники периода создания социализма.

Перечислим вкратце важнейшие работы, проведенные по отдельным секциям.

Секция техники (возглавляется акад. В. Ф. Миткевичем). Основным коллективом работников института велась плановая работа по технике периода генезиса капитализма и промышленного переворота главным образом в России (XVI—XVIII вв.). По этому разделу разрабатывались следующие темы: „Генезис металлообрабатывающих станков на Западе“ (М. А. Гуковский); „Русская металлургия в период XVI—XVIII вв.“ (В. А. Каменский); „Кулибин и его творчество“ (М. И. Радовский); „Александровская мануфактура и проблемы промышленной революции в России“ (З. А. Цейтлин); „Техника бумажного производства в экспедиции изготовления государственных бумаг начала XIX века“ (Н. М. Раскин); „Творчество Жаккарда“ (он же); „Станкостроение в России в конце XVII и в начале XVIII вв.“ (И. А. Ростовцев); „Изобретатель Фролов и его гидротехническая машина конца XVIII века“ (Н. Ф. Архангельский); „Транспорт XVIII века“ (П. П. Забаринский). В порядке индивидуальных работ М. И. Радовский занимался предварительным подбором материалов по истории электротехники, а И. А. Ростовцев — подбором материалов по истории велосипеда.

Другой большой работой секции техники было продолжение подготовки многотомного издания — „Всеобщая история техники“. Эта подготовка осуществляется лишь частично коллективом постоянных работников института, а главным образом силами работников других учреждений Ленинграда и Москвы — Эрмитажа, Академии истории материальной культуры, ИВАИ и Московского отделения ГАИМК. Окончательно выработан и уточнен план этого издания по разделу докапиталистических формаций, подобран весь авторский коллектив, прорабатывается план раздела, посвященного технике периода промышленного переворота и технике капитализма. На заседаниях отдельных авторских бригад заслушиваются и обсуждаются уже готовые части издания. В 1934 г. будет выпущен план-проспект всего издания в целом и первый том „Истории техники дофеодалных формаций“.

Работа секции техники протекала на специальных пленарных заседаниях, на которых заслушивались доклады крупнейших специалистов-техников из постоянного актива, сложив-

¹ До этого существовала так называемая комиссия по истории знаний, которая и была в указанное время преобразована в институт.

шегося вокруг института. Доклады эти тематически были связаны с основными проблемами, разрабатываемыми институтом. Таковы доклады: „История гелиотехники“ (проф. Вейнберг); „Развитие техники производственного использования рек и их максимализации (озерные реконструкции)“ (проф. В. Е. Тимонов); „Жизнь и творчество А. И. Лодыгина“ к 10-летию со дня его смерти (проф. М. А. Шатален); „Развитие городского транспорта в крупнейших индустриальных центрах (эволюция городского транспорта в Лондоне)“ (проф. Твердохлебов); „История тепловозостроения“ (проф. Гаккель); „История дизелестроения“ (проф. Радциг); „История железобетонного судостроения (И. Н. Сиверцев); „Пограничные крепости и укрепленные города на феодальном Востоке“ (проф. И. В. Орбели). Специальное заседание секции было посвящено Кулибину с докладами: М. И. Радовского — „Неопубликованные материалы И. П. Кулибина“, проф. В. Л. Гирмана — „Кулибин как архитектор“, проф. Д. И. Каргина — „Оптический телеграф Кулибина“. Другое заседание было посвящено вопросам технической терминологии с докладами: акад. Н. Я. Марра — „Об исследовательском подходе к технической терминологии из лингвистического анализа основных терминов первичных элементов“, акад. В. Ф. Миткевич — „Значение технической терминологии в изучении истории техники“, проф. М. А. Шатален — „О работе международной электротехнической комиссии в области электротехнической терминологии“.

Секция истории науки (возглавляется акад. С. И. Вавиловым). До сих пор планомерно проводились работы главным образом по истории физики и математики и частично по истории биологии. История общественных наук, которая в будущем, несомненно, займет очень большое место в работе секции, пока отнесена институтом во вторую очередь ввиду невозможности сразу охватить все отрасли науки и создать работоспособный коллектив из достаточно квалифицированных работников.

В текущем году в секции создан небольшой коллектив постоянных работников. Одна из разрабатываемых секцией тем — возникновение основных понятий современной физики, начиная от античной до современной. Эту тему разрабатывает коллектив работников под руководством акад. С. И. Вавилова в составе: С. Я. Лурье („Механика античности“), М. А. Тихонова („Схоластическая механика“), М. А. Гуковского („Механика Леонардо да-Винчи“), З. А. Цейтлина („Механика Галилея“), Елисеева („Механика Гюйгенса“), С. Ф. Васильева, Б. М. Гессена и И. А. Боричевского („Механика Д'Аламбера“). Работа эта только недавно начала и будет продолжаться и в ближайшие годы. На 1934 г. намечена также разработка второй темы — возникновение и развитие основных проблем новейшей физики. План этой второй работы и коллектив работников для нее еще окончательно не определены. Кроме этой общей темы отдельными сотрудниками института прорабатывались следующие темы: „Союз науки и техники в творчестве Дидро“ (И. А. Боричевский); „Союз науки и техники в творчестве Уатта“ (он же); „Возникновение учения о минимальных принципах в классической механике“ (А. Я. Лисютин); „История анализа бесконечно малых до Лейбница и Ньютона“ (С. А. Лурье). В индивидуальном порядке разрабатывались темы: „Герон как геометр“ (С. А. Лурье), „История учения о пространстве у древних физиков“ (И. А. Боричевский) и „Эпикур“ (он же).

Секция кроме того имела 8 пленарных заседаний, на которых были прочтены следующие доклады: А. Я. Лисютин — „О принципах механики“, Д. Д. Иваненко — „Эволюция квантовой механики“, Г. А. Манделя — „Основные мысли в развитии теории относительности“, М. Я. Выгодского — „К вопросу об инквизиционном процессе Галилея“, проф. М. А. Блох — „Некоторые данные о Лавуазье и его эпохе“, Рубановского — „Развитие статистического метода в физике“, З. А. Цейтлина — „Механика Галилея“. Большая работа была проведена секцией и институтом в целом в связи с 150-летием со дня смерти знаменитого математика и механика Леонарда Эйлера. Работа эта велась к разбору и изучению архивного материала, представляющего большую научную ценность, и к подготовке специальных монографических исследований, освещающих разнообразные стороны деятельности Эйлера как ученого. Кроме того, было организовано и проведено общеакадемическое торжественное заседание со вступительным словом акад. В. П. Карпинского и докладами акад. А. П. Крылова — „Леонард Эйлер“, акад. С. И. Вавилова — „Оптика Л. Эйлера“, члена-корреспондента Ю. А. Крутикова — „Механика Л. Эйлера“ и С. И. Чернова — „Л. Эйлер и Академия наук“.

Секция истории Академии наук. Задача этой секции — дать историю научной деятельности Академии в первую очередь по истории, химии, физике и математике, в дальнейшем по геологии и биологии и, наконец, по общественным наукам. В 1933 г. секция занималась почти исключительно выборкой архивных материалов по истории и химии во второй половине XVIII века (работа И. И. Любименко, Чаевой). В результате этой работы собран большой и ценный материал. При этом впервые затронут фонд иностранных корреспондентов академии, в котором обнаружены интереснейшие данные о заграничных связях академии. В секции велись также работы по библиографии — просмотр различных изданий и пополнение библиографической картотеки, выявление печатной продукции Академии наук во второй половине XVIII века (с 1772 г.). Кроме того, составлен хронологический список учреждений Академии наук и список научных и технических сотрудников Академии наук в XVIII веке. Одновременно продолжалась научно-исследовательская работа по изучению Ломоносова и его деятельности. Секция имела 10 заседаний, на которых ставились доклады, являвшиеся результатом исследований по вышеуказанным темам: И. И. Любименко — „Ученая корреспонденция конференци Академии наук и ее значение для истории наук“, его же — „Академики их начальство в екатерининское время“, Д. Б. Модзалевского — „Об архивном фонде академика В. С. Якоби“, акад. Н. К. Никольского — „К вопросу об историческом значении и о первоначальном книжном фонде библиотеки Академии наук“ и др. Специальное заседание было посвящено деятель-

ности А. Н. Пыпина. В настоящее время секцией готовится популярная история научной деятельности академии, которую предполагается выпустить в 1934 г.

Кроме указанных трех основных секций в составе Института по поручению НКЗема и на его специальные ассигнования была организована секция агрикультуры, которая изучала историю техники одомашнивания животных у народов СССР и историю взглядов на одомашнивание животных в различные исторические эпохи. Работа эта, начатая в 1932 г., в основном закончена. Кроме того, с весны текущего года секция приступила к большой плановой работе по следующим темам: 1) история культурных растений, 2) история севооборота, 3) история с.-х. техники, 4) история отдельных, особо актуальных вопросов агрикультуры и агротехники. Ввиду большой актуальности этой работы и возможности непосредственно использовать результаты ее в практике сельского хозяйства Союза, предполагается ее в дальнейшем значительно расширить и вести в полном контакте с рядом других институтов академии и с ВАСХНИЛ.

Большая работа проделана в 1933 г. по организации музея. Весной текущего года институтом было получено помещение, которое сможет быть в первую очередь использовано для музея — митрополичьи палаты в бывшей Александро-Невской лавре. Туда было перевезено свыше 2 000 ценнейших экспонатов, собранных институтом, и тотчас же начата подготовка первоочередной части экспозиции, намеченная к открытию в феврале 1934 г. Первая очередь экспозиции посвящена истории медицины, геодезии, астрономии и часов в эпоху промышленного переворота. Подготавливается также восстановление кусткамеры. Одновременно с подготовкой экспозиции продолжается интенсивное собирание новых поступлений, инвентаризация и научное описание их. Учитывая, что создание музея истории науки и техники должно сыграть огромную роль в деле правильного понимания широкими массами развития науки и техники и в частности укрепить преподавание истории науки в высшей школе, институт всячески форсирует проведение этой работы.

Необходимо отметить также работу, которая проводится в настоящее время для подготовки совещания по вопросам методологии истории науки и техники, которое созывается в конце декабря. Кроме того, готовится постановка преподавания общего вводного курса марксистской истории техники силами института и под его руководством в 2 вузах Ленинграда.

За короткий период своего существования институт сумел наладить прочную связь с рядом организаций и завоевать определенный авторитет. Институт проводит значительную консультационно-редакционную работу по поручению центральной и областной редакций истории фабрик и заводов. Эта работа выражается в консультировании членов редакций главнейших 12 предприятий Ленинграда (с выездами на места, в составлении библиографического справочника по истории всех заводов (работа будет закончена к 1/1 1934 г.) и в редактировании представленных рукописей с историко-технической точки зрения. Сейчас уже проредактирована история „Скорохода“; в работе находится история Ижорского завода.

Далее институт руководит секцией марксистской истории техники „Дома инженерно-технических работников“ и секцией художественно-технической литературы в историко-техническом отношении. При участии и методологическом руководстве института разработан и осуществляется большой издательский план.

Наконец, в настоящее время по заданию „Дворца техники“ институт разрабатывает тематический план и схему экспозиции — „Всеобщая история техники“ в вводном секторе Дворца. Аналогичная разработка схем экспозиции по истории отдельных отраслей техники ведется институтом и для других организаций.

В заключение несколько слов об издательской деятельности института. В текущем году выпущен первый выпуск печатного органа института „Архив истории науки и техники“, и в ближайшие дни выходит второй. В дальнейшем будут выходить четыре выпуска ежегодно. В них будут печататься результаты плановой научно-исследовательской работы института, а также неопубликованные материалы (архивные и музейные), обзор литературы и т. п. Институтом была проведена также, по поручению общего собрания академии, огромная организационно-редакционная работа по изданию „Сборника памяти К. Маркса“, вышедшего к 16-й годовщине Октября.

В ближайшее время в издательстве „Молодая гвардия“ выходит научно-популярный сборник — „Изобретатели крепостной России“. Серию такого рода сборника в дальнейшем намечено продолжить.

Подводя итоги, нужно сказать, что институтом уже сейчас на втором году его существования положено начало большой, серьезной и многообразной работы. Можно выразить уверенность, что институт сумеет в дальнейшем еще глубже и шире развернуть свою работу и на деле выполнить завет Ленина.

О работе по изучению истории горного дела и металлургии в Государственной академии истории материальной культуры

Государственная академия истории материальной культуры (ГАИМК), изучая историю материального производства докапиталистических формаций, уделяет значительное место в планах своих работ изучению истории горного дела и металлургии в доклассовой, рабовладельческой и феодальной формациях. Эта работа охватывает также мануфактурное производство и генезис капитализма.

Работы, ранее производившиеся в этом направлении, явно недостаточны. Имеются только некоторые популярные работы, но нет трудов, охватывающих вопрос в целом и обобщающих его на критически и всесторонне проверенном, подлинно-научном основании. Исследовательская работа на этом пути до сих пор ограничивалась изучением отдельных сторон вопроса (литье, кузнечное дело и т. д.), не охватывая проблемы металла в целом. Работы бужуазных археологов шли главным образом по линии формального изучения отдельных объектов, оторванного от изучения даже самой техники производства этих объектов. Формально-типологические схемы подменяли историко-техническое изучение производства и обработки металла в плане развития производительных сил различных формаций. При недостаточности даже самого технологического изучения социальная сторона вопроса по большей части игнорировалась. И если затрагивались некоторые вопросы обмена и бытового распространения, то опять-таки только в рамках ограниченных искусственных схем. Работа, ведущаяся ГАИМК, стремится охватить все стороны вопроса, в особенности его социальную сторону. Как основные тематические разделы этой работы можно отметить: добычу сырья, переработку его и получение металла, обработку металла, обмен, отражение использования металлов в идеологической надстройке.

Руководитель академии Н. Я. Марр, неоднократно отмечавший актуальность изучения металла в плане истории материальной культуры, также неоднократно указывал на необходимость этого изучения для выяснения ряда проблем, например, связанных с переходом от яфетических языков к протоеидским.

В настоящее время указанные выше вопросы разрабатываются отдельными подразделениями академии. Доклассовый, рабовладельческий и феодальный секторы академии разрабатывают отдельные проблемы в плане истории материальной культуры данной формации. Историко-технологическое изучение древних металлов ведет институт исторической технологии ГАИМК. Комитет по работе ГАИМК на новостройках СССР организует экспедиционную работу и заключил договоры с руководящими организациями по цветным металлам, входящими в систему Наркомтяжпрома (Главзолото, Союзолово). Задачей этой работы по договорам является установление районов древней разработки металлов, в первую очередь золота и олова, в целях организации разведки месторождений, разрабатывавшихся в древности и теперь неизвестных.

Всю работу по металлам объединяет общеакадемическая комиссия по металлам при Комитете по новостройкам при ГАИМК, руководителем которой является акад. И. И. Мещанинов.

В план работ, связанных с использованием исследовательской работы ГАИМК для развития советской промышленности, включен ряд конкретных тем по золоту и олову. По золоту ведется работа для следующих районов: Кавказ (Иессен, Пассек) и Восточный Казахстан (Грязнов). Работа по установлению древних центров использования и разработки олова на территории СССР ведется по Уралу (Шмидт, Воеводский), в Карелии (Брюсов), по Северному Кавказу (Иессен), Закавказью (Пассек, Пиотровский), Западной Сибири (Грязнов) и Восточной Сибири (Сосновский). В основном работа разделяется на два этапа: изучение письменных источников (литература, архивы и т. д.) и изучение археологических памятников. По отдельным районам подготавливаются исследования о применении золота или олова на данной территории с целью установить в конечном итоге источники добычи металла. Эта работа потребовала развития экспедиционной деятельности по изучению истории горного дела и металлургии, проводившейся ГАИМК и в прошлом (например, раскопки железоплавильни в Свангии, датируемой примерно

X веком н. э.). В составе Северо-Кавказской экспедиции ГАИМК в 1933 г. работал специальный отряд по изучению древних горных работ и металлургических мастерских в Горной Балкарии, собравший ряд ценных материалов.

Актуальность и необходимость всех этих работ, ставящих историю материальной культуры, и особенно историю техники на службу социалистическому строительству, доказывает хотя бы открытие оловянных месторождений Колбинского хребта Казакстана, установленных по следам древних разработок. Общеизвестно, что в ряде случаев геологоразведочная деятельность идет по следам древних, забытых горных разработок. Особенно ярко это проявляется на примере разработки меднорудных месторождений. Но этим работа не исчерпывается, — она охватывает историко-технологическое изучение древних металлических предметов. На конференции по ферросплавам в 1933 г. было отмечено, например, значение историко-технологического исследования стали японских сабель, содержащей молибден, исследование, которое дало ряд указаний, имеющих не только исторический, но и несомненный промышленный интерес.

Уже упомянутый выше Институт исторической технологии (ИИТ) развертывает исследование древних золотых и бронзовых предметов под общим руководством В. Данилевского. ИИТ ставит своей задачей — историко-технологический анализ вещественных памятников, охватывающий как историко-техническое изучение вопроса, так и технологический анализ этих объектов методами точных наук. ИИТ также прорабатывает письменные источники. Выявлено около двух тысяч анализов древних бронз и золота, частично не опубликованных. Первые из этих анализов сделаны еще в девяностых годах XVIII века Дизе, Д'Арсе, Пирсоном, другие производились рядом химиков XIX и XX веков (в числе их Клапрот, Берцелиус, Либих, Фрезениус, Бертелло и др.). Но все эти анализы представляют лишь относительный интерес вследствие их неполноты, а в ряде случаев и вследствие недостаточно точной методики, отсутствия датировки вещей и пр. В процессе проработки этих материалов ведется работа по изучению истории развития самого метода анализов.

На основе исторического исследования этих материалов ИИТ разрабатывает методику самого технологического анализа, непременными условиями которого являются скорость и точность выполнения при минимальном взятии проб с исследуемых объектов. (Этот вопрос особенно остро стоит для золотых вещей, пробы которых взяты, например, в Эрмитаже). Необходимость исследования ряда памятников мирового значения, при минимальнейшем ущербе для них, выдвигает задачу химического исследования образцов даже без взятия всякой пробы (анализом в черте, методом Рая, методом Портевэна и т. д.). В институте разработана специальная методика капельного определения ряда элементов. По этому методу удается, например, установить присутствие миллионных долей процента олова (по определению сотрудника института тов. Кононова).

Особенно широко поставлено применение спектрального анализа. Намечено применение также рентгеновского анализа. Десятки древних бронзовых и золотых предметов прошли уже через исследование в лаборатории ИИТ. К этой работе привлечены и лаборатории других учреждений.

В своей работе по изучению истории металла ГАИМК стремится использовать все виды источников, включая и данные учения о языке, разработанного академиком Н. Я. Марром.

СОДЕРЖАНИЕ ПЕРВОГО СБОРНИКА

	Стр.
Предисловие	3
ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ	
А. Зворыкин — Основные вопросы преподавания и изучения истории техники	5
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ	
В. Данилевский — Проблема турбины внутреннего сгорания	27
ТЕХНИКА ДОКАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО И КАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО ОБ-ВА	
Ю. Покровский — О некоторых основных проблемах в истории металлургии	56
ТЕХНИКА КАПИТАЛИЗМА В ЭПОХУ ВСЕОБЩЕГО КРИЗИСА	
И. Абрамов — Техника металлургического производства в период кризиса	79
ЮБИЛЕЙ	
А. Рынин — Братья Монгольфье (к 150-летию первого полета)	101
ХРОНИКА	
С. Миликовский — Международная выставка „Век прогресса“ в Чикаго	117
Американские технические музеи	130
Институт истории науки и техники при Академии наук СССР	133
О работе по изучению истории горного дела и металлургии в Государственной академии истории материальной культуры	136

КОМИССИЯ ПО МАРКСИСТСКОЙ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ ПРИ КВТО ЦИК СССР

„ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ“

(Сборники)

(Под редакцией Александрова А. Я., Бухарина Н. И., Гуревича Ш. И.
отв. секр.), Зворыкина А. А. (зам. отв. редактора), Кольмана Э.,
Кржижановского Г. М. (отв. редактор), Рубинштейна М. И.,
Сорокина М. Л., Таля В. М)

„СБОРНИК“ освещает и разрабатывает учение марксизма о технике борясь с механистическими и идеалистическими извращениями этого учения, а также с буржуазными теориями технического прогресса.

„СБОРНИК“ освещает и разрабатывает историю технической реконструкции народного хозяйства СССР и перспективы этой реконструкции.

„СБОРНИК“ освещает и разрабатывает историю техники предшествующих капитализму формаций, историю техники капитализма и особенно технику эпохи империализма и всеобщего кризиса капитализма.

„СБОРНИК“ освещает и разрабатывает важнейшие из современных технических проблем в историческом разрезе.

„СБОРНИК“ дает систематически хронику о юбилеях технических изобретений, о технических выставках и музеях, о работе научных историко-технических учреждений в СССР и за границей.

„СБОРНИК“ дает библиографию по философии и истории техники и по теоретическим работам, связанным с разработкой вопросов технической реконструкции в СССР и с преподаванием марксистской истории техники.

25-85807

ВАЖНЕЙШИЕ ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует
8	7 4 изу	это признают к бесчисленным вы- ступлениям	это признают к бесчисленным вы- ступлениям
8	8 "	для наступления на рабочий класс	для наступле на на рабочий класс
28	5 сверху	Gratenwender, Warmluftturbine	Gratenwender, Warmluftturbine,
28	12 снизу	Theatrum machinarum	Theatrum machinarum
31	13 "	так называемой машины	так называемой паровой машины
33	4 сверху	Развитие производственных сил	Развитие производственных сил
38	16 "	ссылками на работы Реццо	ссылками на работы Рецц
40	2 снизу	Barbezat	Barbezat
41	18 "	200 оборотов	2 000 оборотов
41	9 "	в 1908 г.	в 1909 г.
43	16 сверху	при использовании тепла топлива турбинной	при использовании тепла топлива паровой турбиной
43	1 снизу в подписи под рисунк.	4 — трубка	4 — труба
45	—	—	Помещенная на стр. 45 таблица должна быть напечатана на стр. 46 после слов: (цифры даны в долла- рах):
47	1 снизу	Wellson	Neilson
49	14 "	„Motor-Whip“	„Motor-Ship“
49	10 "	„Техника“ № 25	„Техника“ № 35
54	22 "	на 203 000 киловатт.	на 160 000 киловатт.
139	4 сверху	(Под редакцией	Под редакцией
139	5 "	отв. секр.),	(Отв. секр.),
139	7 "	Тала В. И.	Тала В. И.