

341722

ТЕОДОР БЕК

ОЧЕРКИ ПО ИСТОРИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ



ГТТИ

ТЕОДОР БЕК

О Ч Е Р К И
ПО ИСТОРИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ТОМ I

Перевод
Е. Левковича и Б. Прозорова
РЕДАКЦИЯ И ВСТУПИТЕЛЬНАЯ СТАТЬЯ
проф. В. ДИТЯКИНА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1933 ЛЕНИНГРАД

B E I T R Ä G E

Z U R

G E S C H I C H T E D E S M A S C H I N E N B A U E S

v o n

T H E O D O R B E C K

J U L I U S S P R I N G E R I N B E R L I N

1 9 0 0

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Теодор Бек как историк техники. В. Дитякин	5
Предисловие к первому немецкому изданию	12
Герон Старший Александрийский (около 120 г. до н. э.) и его предшественники	13
Папи Александриец	30
Марк Витрувий Поллион (около 16 г. до н. э.)	37
Гравюры времен гусситских войн (около 1430 г.)	54
Вануччо Бирингуччо (около 1540 г.)	70
Георгий Агрикола (1490—1555 гг.)	82
Джеронимо Кардано (1501—1577 гг.)	108
Джуанело Турриано (1500—1585 гг.)	123
Жак Бессон (умер в 1569 г.)	141
Агостино Рамелли (около 1530—1590 гг.)	156
Буонаюто Лорини (родился около 1545 г.)	176
Джанбаттиста делла Порта (1538—1615 гг.)	189
Витторио Цонка (1568—1602 гг.)	200
Генрих Цейзинг (1613 г.)	219
Саломон де Ко (около 1576—1630 гг.)	233
Фауст Верантий (около 1617 г.)	241
Иоганн Лейрехон (1591—1670 гг.)	253
Якоб деСтрада (около 1523—1588 гг.)	260
Джованни Бранка (около 1629 г.)	267
Маринус Мерсени (1588—1648 гг.)	272
Георг Филипп Харштёрффер (1607—1658 гг.)	275
Каспар Шотт (1591—1670 гг.)	278
Указатель имен и предметов	295

ТЕОДОР БЕК, КАК ИСТОРИК ТЕХНИКИ

Предлагаемая вниманию советского читателя книга Теодора Бека «Материалы по истории машиностроения» («Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues») с самого появления ее в печати пользуется, несмотря на прошедшие с того времени три десятилетия, громадной известностью в мировой литературе по истории техники и по справедливости считается классической работой по истории одной из важнейших отраслей развития техники — машиностроения. Автор ее — сначала крупный немецкий инженер-практик, создатель ряда оригинальных конструкций, затем член правлений крупных машиностроительных фирм, впоследствии приват-доцент и профессор Высшей технической школы в Дармштадте — представляет собой весьма типичную фигуру в буржуазной историографии техники.

Обладая лишь специальными познаниями, он, в порядке своего рода любознательности, почти полстолетия назад приступил к собиранию материалов по истории машиностроения, публикуя результаты своих работ отдельными очерками сначала в журнале «Civilingenieur», затем в «Zeitschrift des Ver. Deutsch. Ingen.», большая часть которых была издана отдельной книгой Союзом германских инженеров (Verein Deutscher Ingenieure) в 1899 г. первым и в 1900 г. вторым изданиями. Очерки эти охватывают историю машиностроения от первых теоретиков его эпохи античной древности (II в. до н. э.) и почти до конца XVII столетия.

Работа Бека, как было указано, является во всех отношениях классической и типичной именно для буржуазной историографии техники и, в первую очередь, конечно, со стороны ее методологии. Бек полностью разделяет господствующее в буржуазной исторической науке идеалистическое мировоззрение и *mutatis mutandis* переносит известные его основные черты в избранную им область. История техники для него почти целиком сводится к истории отдельных крупных представителей технической мысли (реже — действия), и притом, — что опять-таки характерно, — к истории теоретиков машиностроения. Это понимание процесса развития техники определило и подбор материала и его компоновку. С громадным вниманием и достойной лучшей применением тщательностью и скрупулезностью Бек разыскивает и исследует малейшие известия о теоретиках машиностроения, исследует каждый факт их жизни, имеющий значение в процессе формирования их мышления, тщательно подбирает и комбинирует материал их работ, совершенно оставляя в стороне, совсем не упоминая о тех изобретениях, по отношению к которым историческая действительность или легенда не сохранили имен их создателей. Этот идеалистический подход определяет и вторую характерную черту всей работы Бека. Не давая настоящей истории теорий машиностроения, как некоего органически развивающегося процесса, Бек концентри-

рует свое внимание все же преимущественно на теоретических построениях, опять-таки нередко мало интересуясь вопросом практического осуществления теоретических построений, — в этом отношении особенно характерны его очерки, посвященные Леонардо да Винчи. Отводя ему очень много места (около 20 печатных листов), Бек почти нигде не указывает, что именно и в каком виде было осуществлено из проектов Леонардо им самим или его преемниками.

Приобретая характер сборника материалов больше по истории машиностроителей, чем по истории машиностроения, книга Бека разделяет в этом отношении судьбу многих буржуазных монографических работ. Именно, хотя Бек и чувствует сам, — а местами даже высказывает это, — генетическую связь между работами отдельных теоретиков и практиков машиностроения, однако он не дает ее. Ему самому далеко неясен внутренний процесс развития техники (в частности, машиностроения), этапы его. Посредствующие звенья им не прощупываются, а нередко и просто совсем не ощущаются. Больше того, Бек далеко не всегда соблюдает даже простую историческую последовательность фактов, и если, когда он помещал свои очерки в «*Civilingenieur*», нарушение им исторической последовательности фактов можно было объяснить условиями работы (трудностью своевременного получения редких изданий и т. п.), то в отдельном издании очерков этих дефектов он не исправил; так, у него получилось (это сохранено и во 2-м издании), что наиболее ранний из известных ему сборников материалов эпохи так называемого позднего средневековья «Гравюры эпохи гусситских войн» (около 1430 г.) идет у него после очерков о Леонардо да Винчи, Бирингуччо, Агриколе и др., вследствие чего в последовательном чтении очерков в авторском их расположении ломается вся подлинная перспектива исторического развития, получается сильно извращенное изложение процесса развития в XV—XVII вв. Второй пример нарушения исторической последовательности — это помещение очерка о Дж. Турриано, конструкторе середины XVI в., после нескольких писателей конца XVI в. и начала XVII в. (Бессон, делла Порта, Лорини и др.). Эти факты, как было сказано, не случайны, а отражают собою порочность всей общественно-исторической концепции автора. Она же объясняет и имсующие место в работе Бека факты то явной переоценки, то столь же явной недооценки отдельных крупных представителей технической мысли и действия, — так, не ставя своею целью проследить последовательное развитие той или иной машины, Бек нередко совершенно некритически относит изобретение ее к тому или иному крупному деятелю техники только потому, что в работах его встречается упоминание о ней (см., например, его характеристику ряда работ Леонардо да Винчи, которые по существу являются лишь гениальными предвидениями). Переоценивая наброски Леонардо (а затем позже иногда исправляя это), Бек явно недооценивает, например, работы Кардана, сильно снижая и громадное теоретическое и практическое их значение; это особенно бросается в глаза даже при простом сравнении размеров очерка о Кардане с размерами очерков хотя бы о Рамелли или о Турриано (23 и 26—29 стр.).

В сущности идеалистического мировоззрения Бека лежит и вполне понятное игнорирование им всех социально-экономических обусловленностей развития техники; их он не признает, почти ни одним словом не упоминает о них, больше того, нередко он элиминирует развитие техники и от развития теоретических наук — физики, химии. Процесс развития техники, по Беку, есть с а м о с т о я т е л ь н а я линия общественного развития, основное которой проходит в головах отдельных крупных (или оригинальных) представителей технической теории и практики, связывающаяся иногда с другими сторонами общественного развития, но не в постоянной, подчиненной определенным началам закономерности, а в случайных связях (как, например, сочетание в Леонардо и крупного теоретика в области естествознания и техника-практика).

Справедливость требует отметить, что Бек не всегда последовательно проводит свое идеалистическое понимание исторического процесса, разделяя в этом отношении судьбу многих буржуазных историков конца XIX—начала XX в., местами он э к л е к т и ч е н; более того: самый объект его исследования — история техники, история конструирования машин—толкает его нередко на путь материализма, хотя и вульгарного, и это уживается с его идеализмом.

Из указанного ясно, что от Бека нельзя ждать н а с т о я щ е й н а у ч н о й истории техники, истории машиностроения в нашем понимании ее. Мы должны отметить еще один момент. Классик буржуазной истории техники, он типичнее многих других и в своем понимании машины, объекта его исследования, он, более того, просто реакционен и стоит на позициях механиков первой половины XIX в., не учитывая довольно-таки распространенного уже в 1880-х гг. известного определения Рэло, которое, являясь неправильным, все же для этого времени представляло собою шаг вперед. Поэтому к Беку можно полностью отнести известное письмо Маркса Энгельсу от 28 января 1863 г., в котором Маркс дает глубокий четкий анализ сущности машины и раскрывает классово-идеологический характер построений «немецких ослов», не выше которых местами стоит и наш автор. Вполне последовательно он растворяет в понятии «машины» понятие «орудия», «инструмента», спокойно считая машинами и элементарные механические средства, как рычаг, винт, клин и т. п., отставая в этом иногда даже от английских технологов, о которых пишет Маркс¹. Понятно, что исправить эту теоретическую порочность Бека в русском издании его работы не представляется возможным, для этого пришлось бы переработать ее в корне, поэтому мы в данном случае только ограничиваемся указанием на эту черту бековской истории техники и обращаем на нее особенное внимание читателей. непонимание сущности машины и приводит Бека к тому, что он не отличает историю машиностроения от истории простых механизмов, отводя нередко последней так много места, что основная линия развития машины исчезает.

Как вся общесоциологическая концепция Бека, так и специальная (история машиностроения), как видим, нуждается в тщательнейшей, углубленной к р и т и ч е с к о й переработке. Марксов анализ машины, ее сущности, ее происхождения, путей ее развития, являющийся основой марксистской истории техники, должен быть и основой и путем нашей работы по истории техники. Только марксово определение: «Всякая вполне развитая машина состоит из трех существенно различных частей: двигательного механизма, трансмиссии (передаточного механизма), наконец, исполнительного механизма или собственно рабочей машины» — может быть основой настоящей научной истории машиностроения, для которой книга Бека отдельными местами своими дает много ц е н н о г о м а т е р и а л а, ибо он с большим вниманием исследует э л е м е н т ы развития передаточного механизма, исполнительного механизма (повторяю, правда, не понимая их сущности и связи между ними), подходит вплотную к вопросам развития двигательного механизма.

Следующее, на что нужно обратить внимание при чтении книги Бека, — это узость, ограниченность понимания им избранной темы, даже в буржуазной ее трактовке. Многих и весьма существенных вопросов истории машиностроения Бек совсем не касается; ведь нельзя сводить историю машиностроения лишь к

¹ «Английские (математические) механики с их привычкой выражаться грубо, называют tool — простой машиной, а машину — сложным инструментом. Однако английские технологи, привыкшие несколько больше считаться с экономикой, различают одно от другого таким образом..., что в одном случае движущая сила исходит от человека, в другом — от силы природы. Немецкие ослы... сделали отсюда вывод, что плуг является машиной, а сложнейшая джэнни и т. п., если приводится в движение рукой, — не машина».

истории механиков и отдельных их достижений (как бы значительны они ни были); в истории строения, создания машины безусловно обязателен анализ технических возможностей процесса создания машины, вся сложность процесса создания машины от ее теоретического построения до реального осуществления. И в этом отношении Бек значительно отстает от далекого своего, весьма талантливого, высоко ценимого Марксом, предшественника, немецкого историка техники, работавшего еще в конце XVIII—начале XIX в. — И. Г. М. Поппе, который (несколько приближается к нему по методу своих работ другой немецкий историк того же времени — И. Бекман), излагая историю той или иной машины, почти обязательно излагает и историю материальных (в узком смысле этого слова) возможностей ее развития, характеризует, например, состояние производства на том или ином этапе развития машины, состояние смежных отраслей техники — в первую очередь металлургии и т. д. (правда, все очень кратко, далеко не всегда правильно), — Бека эти вопросы совершенно не занимают. Безусловно ясная для него как большого техника-практика связь и обусловленность машиностроения состоянием других областей техники игнорируется им, когда он выступает в роли историка техники. Так, например, известное всем обстоятельство, что самое развитие металлургии включительно до второй половины XVIII в. не давало возможности построить большую машину, приготовить некоторые иногда весьма важные детали их прием, кроме как ремесленным способом со всеми свойственными ему особенностями (см., например, всю историю станкостроения, историю передаточных приспособлений и т. д.), не учитывается Беком, вследствие чего, как и было сказано выше, он и дает часто только внешнюю историю развития машиностроения¹. В то же самое время совершенно несомненно, что развитие исследования в указанном направлении значительно повысило бы ценность работы и приблизило ее — в некоторых ее частях, разумеется — в большей степени к ведущейся нами работе. Этот «дефект» исследования Бека тем более странен, что история металлургии ко времени составления им своих очерков в общем была уже достаточно разработана и Людвиг Бек смог уже приступить к своей монументальной работе («Geschichte des Eisens»).

Обращаемся теперь к рассмотрению книги Бека с точки зрения охвата им материала по истории машиностроения даже в его трактовке этой темы. Начиная свое обозрение с эпохи античной древности, Бек останавливается на второй половине XVII в. [2-е отдельное издание «Beiträge» заканчивается характеристикой Харштерффера (1607—1658 гг.), очерк об Уатте стоит совершенно особняком, и в позднее опубликованных статьях он дает материал о Леурехоне и Шотте, доводя тем самым свой обзор почти до конца XVII в.]. И первое, в чем заключается все же очень большая ценность работы Бека, — это именно широта охвата темы. В развитии истории техники, как науки, работ такого порядка до Бека не было, работы старых механиков были известны лишь немногим — поскольку и вообще-то наука истории техники только еще складывалась — и то очень часто из вторых и третьих рук². Очень краткая, беглая характеристика наиболее крупных из старых механиков (а нередко и просто упоминание о них), имеющаяся в довольно многочисленной старой литературе³ по истории изобретений и открытий, в том числе и в работах

¹ Единственным исключением является упоминание в очерке об Уатте (мы его опускаем в русском издании, так как оно нового ничего не дает) опять-таки всем известных затруднений Уатта в изготовлении цилиндров и поршней его машин.

² Очень редким исключением в этом отношении был Маркс, тщательно изучивший часть в оригиналах, частью в надежных изложениях громадное количество работ старых механиков.

³ См. перечень их в статье «Bibliographie der Erfindungsgeschichtlichen Literatur», von F. M. Feldhaus und Gr. Klinkowströem, «Geschichtsblätter für Technik und Industrie», 1923, Bd. X, S. 1—21.

упомянутых Попис и Бекмана, была совершенно недостаточна; биографии механиков часто были насыщены легендарным материалом. Изыскания Бека биографического порядка, могущие нередко показаться утомительными и излишними, в действительности представляют собою немалую ценность, служба важной и большой задаче установления точных вех развития техники. Из работ старых механиков упоминались только наиболее значительные, а изложение их было сильно фрагментарным. Бек по существу является первым систематизатором работ механиков до XVII в. и. э.; им проделана громадная работа отыскания очень редких изданий, изучения их, выборки наиболее ценного для его темы, и для всякого, имевшего дело с классиками техники, сложность этой работы совершенно очевидна. Заслуга Бека не только в том, что он дал некоторую систематизацию громадного разрозненного материала, но и еще большая в том, что он вовлек в сферу научного исследования громадный материал прошлого, тем самым создал возможность приступить к созданию настоящих исторических исследований и проследить развитие машиностроения на громадном протяжении 19 веков. Ряд старых механиков (Цейзинг, Мерсенн, Харштёрффер, Леурехон и др.) стали известными только благодаря конспективной публикации их работ Беком. Многие пробелы, многие отсутствующие звенья в работах предшественников Бека заполнены им, ранее рассеянные по различным работам сведения по истории развития отдельных механизмов и машин представлены в работе Бека в компактном виде. Именно благодаря ему буржуазная история техники в части истории машиностроения значительно приблизилась к возможности превращения из собрания отдельных разрозненных фактов в нечто стройное, что можно назвать научным построением. В течение более 20 лет Бек работал над сборанием и публикацией материалов, значительно облегчая тем самым работу будущих историков, избавляя их (на первых порах, конечно) от необходимых библиотечных разысканий, просмотра сотен и тысяч страниц стороннего материала (так называемая «средневековая латынь», старонемецкий, старофранцузский). В этом отношении, например, несмотря на наличие специальных работ, посвященных Леонардо да Винчи, как инженеру, технику (Гроте, Гертцфельд, Фельдхаус), до сих пор еще имеют немалую ценность очерки о Леонардо Бека, в которых он, при всей их несистематичности, с завидной тщательностью и добросовестностью собрал сотни рассеянных в манускриптах заметок по машиностроению, к тому же сплошь и рядом опубликованных на языках, знание которых имеет место лишь среди специалистов-историков и филологов.

Конечно, и в этом отношении в работе Бека немало пробелов как в отношении подбора исследуемых им авторов, так и в отношении изложения их работ; здесь книга Бека нуждается в значительной переработке и дополнениях. Можно насчитать несколько десятков конструкторов и теоретиков машиностроения, пропущенных Беком, среди них нет, не говоря уже о ряде механиков древности (Архит, Филон, Варрон и др.), любопытного Теофила — одного из первых писателей по технике эпохи феодализма, нет Беклера, Бехера, Сомерсета, маркиза Ворчестерского, нет очень интересного Фаульхабера (о котором упоминает в «Капитале» Маркс), итальянских гидростатиков XVI и XVII вв., Гюйгенса и др. Изложение работ старых механиков, как уже было отмечено, дается Беком весьма неравномерное, многие моменты их работы им недооценены и опущены; таковы его упоминания о развитии мельниц и часов, — они являлись недостаточны, если мы вспомним, что писал о них Маркс. («На часах развилась вся теория производства равномерного движения и я... Учение о трении и вместе с тем исследование математических форм, системы колес, зубцов и т. д. — все это было проделано на мельнице. Равным образом здесь же впервые была создана теория измерения напряжения действующей

силы, наилучшего способа ее применения и т. д. Почти все великие математики, начиная с середины XVII в., поскольку им приходилось касаться практической механики и теоретизировать по поводу ее, исходили из простой водяной мельницы».)

Суммарно мы можем отметить следующие основные пробелы в фактической истории машиностроения, допущенные Бекем в его работе: водяная мельница древних, военная техника древних (слишком бегло дана), ряд этапов в развитии водяной мельницы, шлифовальни, проволочно-волоочильные станки, ленточный станок, сукновалки (о них беглое упоминание), рождение махового колеса, пороховые мельницы, вся история часов (сказанного о них в очерке о Шотте явно недостаточно) и мн. др. Именно потому, что Бек совершенно не понимает громадного исторического значения истории мельницы и часов и что для него все машины в одинаковой степени равноценны в их развитии, и получается то, что, рассеяв характеристики элементов развития машин и самих машин в XVII в., несмотря на сравнительно большое место, отведенное XVII веку (10 очерков), он (Бек) не мог прийти к выводу, который подводил бы итог развитию техники к этому времени, заключающийся в том, что машина, несмотря на ее спорадическое применение в это время, все же явилась основой и стимулом для близкой победы научной механики и машинной техники (см. Маркс, «Капитал», т. I, стр. 327, изд. 1923 г.).

Таковы дефекты работы Бека в области фактической истории машиностроения. Ряд дат, приведенных им, нуждается в исправлении; над этим особенно много поработал известный Ф. М. Фельдхаус, в своих работах создавший достаточно удовлетворительную для настоящего этапа нашей науки хронологическую канву изобретений. Последние 30 лет (со времени выхода книги Бека) работы в области истории техники (здесь особенное значение имеют этюды, публикуемые в матчосовском журнале «Beiträge zur Geschichte der Technik u. Industrie») внесли много нового, накопили большой интересный материал, который все еще ждет своего обобщения¹. Только критическое отношение, критическая проработка громадного материала, собранного и опубликованного Бекем, в свете дальнейших достижений нашей науки, вооружит нашу молодежь столь необходимым ей знанием работ крупнейших представителей технической мысли и действия, знанием сотен фактов. Руководясь методом Маркса и Ленина, отмечая в сторону все наслоения, созданные идеалистическим мировоззрением составителя, анализируя весь данный им материал в свете марксо-ленинской теории, критически овладевая этим большим культурным наследством, каковым безусловно является работа Бека, мы можем приступить и успешно идти по пути создания настоящей научной истории техники. Знание прошлого, знание того, как складывалось и развивалось машиностроение, имеет для нас в период социалистической реконструкции техники, в которой вопросы реконструкции и развития машиностроения имеют особенно важное значение, важно и нужно¹.

Настоящее русское издание работ Бека представляет собою перевод книги Т. Бека «Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues» во 2-м ее издании (Berlin, 1900, S. 582), причем выпущены следующие очерки: С. Юл. Фронтин, Катон Старший, Фонтана и Уатт вследствие их обширности и сравнительно незначительного интереса, выпущены помещенные в этом же издании три очерка о Леонардо

¹ Новейшая попытка такого обобщения, данная Ф. М. Фельдхаусом в его последней капитальной работе «Die Technik...», очень интересная богатым, искусно скомбинированным материалом, совершенно недостаточна, все же представляя собою тоже своего рода классическую буржуазную работу по истории техники; она как нельзя лучше лишней раз подчеркивает невозможность создания настоящей научной истории техники буржуазными учеными, тем самым еще раз указывая на необходимость скорейшего создания марксистской истории техники.

да Винчи, которые вместе с двумя позднее опубликованными в «ZVDI» составят отдельную вторую часть русского издания работы Бека, — **д о п о л н е н н ы й** двумя очерками Бека, опубликованными им в «ZVDI» в 1901 и 1902 гг., — о Леурехоне и Шотте. Для сохранения исторической последовательности редакцией произведена некоторая перестановка очерков; так, очерк о гравюрах эпохи гуситских войн поставлен вслед за очерками о механиках древности (в немецком оригинале он был после очерка о Дж. делла Порта), перемещен очерк о Турриано — он поставлен после очерка о Кардане (был после очерка о Цопка), после очерка о Веранции вставлен ближайший к нему хронологически очерк о Леурехоне. Встречающиеся в этом томе ссылки автора на материалы непомянутых здесь его очерков даны здесь полностью для сохранения цельности изложения. От переработки всего текста книги и значительных дополнений к ней редакция временно отказалась ради ускорения выхода перевода в свет.

Перевод сделан Е. И. Левкович (очерки 4, 7—22) и Б. М. Прозоровым (очерки 1—3, 5, 6).

В. ДИТЯКИН.

Москва, 15 сентября 1932 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ

В конце прошлого столетия развитие техники шло такими быстрыми шагами, да и в настоящее время она столь быстро прогрессирует, что у лиц, работающих в этой области, большей частью не бывает времени для того, чтобы оглянуться назад и заняться историей этого развития; они вынуждены напрягать все свои силы для того, чтобы не отстать от времени; борьба за будущее не дает им возможности заниматься прошлым. Тем отрадней, когда среди нас, хотя и редко, но все же встречаются люди, которые находят нужное для этого время и которые сжато, но тем не менее научно обоснованно и с должным выбором представляют нам результаты своих исследований.

Соединение в одно целое исторических очерков об инженерах и инженерном творчестве и издание настоящего сборника Союзом германских инженеров состоялось благодаря инициативе проф. Ридлера. Проф. Ридлер обратил внимание правления Союза германских инженеров на то, что эти отдельные статьи, помещенные Т. Беком между 1886 и 1896 гг. в отдельных номерах журнала «Гражданский инженер» («Civilingenieur»), являются ценным вкладом в историю инженерного искусства и что было бы весьма желательно, чтобы статьи, разбросанные в отдельных номерах журнала, были соединены в одно целое и, таким образом, стали бы доступны широкому кругу наших технических работников. Правление Союза германских инженеров охотно пошло навстречу этому пожеланию, причем автор статей дал свое согласие и обещал свое непосредственное содействие новому изданию. Благодаря тому, что Союз германских инженеров взял на себя значительную долю расходов по изданию настоящего сборника, явилась возможность предоставить в распоряжение членов союза эту весьма ценную работу с ее многочисленными рисунками в хорошем издании и притом по исключительно дешевой цене.

Берлин, август 1899 г.

Г. ПЕТЕРС.

ГЕРОН СТАРШИЙ АЛЕКСАНДРИЙСКИЙ И ЕГО ПРЕДШЕСТВЕННИКИ

(Герон старший—около 120 г. до н. э.)

Интерес к истории развития механики и машиностроения все время растет. Столь распространенное раньше мнение о ничтожности достигнутых в прошлых столетиях успехов в настоящее время высказывается все реже и реже и все чаще мы наблюдаем не презрительное, но бережное и вдумчивое отношение к достижениям прошлого.

При таких обстоятельствах не будет неблагоприятной задачей содействовать расширению знаний о древних писателях по машиностроению, тем более, что их труды обыкновенно малодоступны и благодаря иностранному языку и способу выражения трудно понимаемы, так что составить себе ясное представление о их содержании можно лишь после тщательного их изучения.

Краткие, но ясные, содержащие лишь самое существенное, сведения о наиболее выдающихся старинных трудах по вопросам машиностроения значительно помогут распространению культурно-исторических знаний, и, поскольку это в наших силах, мы постараемся дать требуемые сведения, причем, однако, мы будем иметь дело не столько с историей развития механических теорий, сколько, преимущественно, со знакомством древних с механическими вспомогательными средствами.

С этой точки зрения самый древний из дошедших до нас трудов, в котором затронуты вопросы механики, а именно «Механические проблемы» Аристотеля (род. в 384 г. до н. э.), не представляет того интереса, какой он имеет в качестве одного из первых опытов теоретического анализа вопросов механики. В этом отношении мы не можем не признать его достоинств, так как, несмотря на то, что в настоящее время, после более чем двухтысячелетнего дальнейшего развития науки, многое в этой работе и оказалось ошибочным, тем не менее мы находим в ней многие и по сегодняшшний день верные принципы и способы их изложения. Кроме того, большой заслугой Аристотеля является то, что он в противоположность господствовавшей в то время школе Платона, указал на действительность, опыт и на практику.

В его «Механических проблемах» упоминаются и описываются следующие механические вспомогательные средства: рычаг, колодезный журавль с противовесом, равноплечные весы, безмен, клещи, клин, топор, кривошип, вал, колесо, каток, полиспаст, гончарный станок, центрофуга, руль и колеса из бронзы или железа для изменения вращательного движения, под которыми, вероятно, следует разуметь зубчатые колеса.

О всех этих механических вспомогательных средствах Аристотель говорит как об известных вещах. О винте не упоминается, но он должен был быть известен во времена Архимеда (род. в 287 г. до н. э.), которого многие считают изобретателем винта и червячного колеса. К сожалению, Архимед, который, по словам Плутарха, смотрел на участие в постройке механизмов, как на неблагоприятное ремесло, ничего не написал об известных ему механических вспомогательных средствах, и поэтому вышеуказанное мнение ничем не подтверждается.

Около 140 г. до н. э. в Александрии жил Ктесибий (Ktesibios), о котором Витрувий в его труде «Десять книг об архитектуре», написанном между 16 и 13 гг. н. э., говорит следующее¹:

«Он был сыном цырюльника; для него, исключительно трудолюбивого и талантливого, механические искусства, как рассказывают, были источником радости. Захотев однажды подвесить зеркало в цырюльне своего отца таким образом, чтобы оно, будучи спущено, в случае надобности могло быть поднято кверху при помощи скрытого шпура, он воспользовался для этой цели следующим приспособлением: он установил под одной из потолочных балок деревянный желоб, в котором закрепил ролики. Затем через этот желоб он пропустил шнур до угла комнаты и там установил вертикальную трубку, в которую опустил привязанный к шнуру свинцовый шар; когда свинцовый груз, опускаясь в узкое отверстие трубки, сжимал находившийся в ней воздух, то последний с большой силой выталкивался через выходное отверстие и при его соприкосновении с наружным воздухом раздавался громкий звук. После сделанного им наблюдения, что при соприкосновении сжатого воздуха с наружным воздухом образуются звуки, он сначала, основываясь на этом принципе, построил водяной орган, а затем и гидравлические машины, так называемые автоматы, и целый ряд машин, рассчитанных на украшение жизни, среди которых он, между прочим, изобрел часовые механизмы, приводимые в движение водой».

По описанию Витрувия, водяные часы состояли из двух установленных друг над другом сосудов; верхний из них ежедневно наполнялся до определенного уровня водой, которая через насадку, сделанную во избежание окисления из золота или драгоценного камня, вытекала в нижний сосуд, заранее опорожненный до определенного низшего уровня. В течение определенного промежутка времени уровень воды в нижнем сосуде поднимался на определенную высоту, и, следовательно, по уровню воды всегда можно было определить время, прошедшее с момента пуска часов в ход. Для того, чтобы можно было снаружи сразу узнать время, в нижнем сосуде устанавливался поплавок, который поднимался вместе с повышением уровня воды. У простейших водяных часов на поплавке был закреплен один лишь указатель в виде вертикального выступающего из сосуда стержня со шкалой, на которой по положению указателя можно было прочесть протекшее время. Этот укрепленный на поплавке указатель, как говорит Витрувий, изготовлялся иногда весьма искусно, причем ему придавали вид человеческой фигуры, которая, поднимаясь снизу, указывала на шкалу, нанесенную на колонке. Иногда на поплавке вместо обыкновенного указателя устанавливали вертикальную зубчатую рейку, соединенную со снабженным зубьями поворотным кругом (зубчатое колесо), который она при подъеме медленно вращала. Таким путем или при помощи еще добавочных зубчатых передач приводились в движение фигуры, вращались конические колонны, с интервалами падали шарики или яйца или раздавались звуки духовых инструментов, что указывало на истечение определенного промежутка времени.

Так как в то время не существовало постоянной меры времени, а естественный день от восхода до захода солнца делился на 12 часов, то либо шкала часов летом должна была быть больше, чем зимой, если пользовались указателем, прикрепленным к поплавку, либо при вращающейся круговой шкале в неподвижном

¹ Мы берем это место в переводе доктора Франца Ребера, Stuttgart, Kraus und Hoffmann, 1865.

указателе угол вращения шкалы должен был быть зимой меньше, чем летом, или же, наконец, если во все времена года применялась одна и та же шкала, то отверстие в верхнем сосуде летом должно было быть меньше, чем зимой.

В первом случае на боковой поверхности вертикального цилиндра наносили много различных шкал, приблизительно по одной для каждого месяца, причем всегда так поворачивали цилиндр, чтобы соответствующая определенному времени года шкала находилась за указателем. Во втором случае шкалы наносились на поверхности конуса, и, повидимому, коническая форма такого барабана или колонны была выбрана для того, чтобы деления шкалы для коротких зимних дней, во время которых угол вращения цилиндра был значительно меньше, не были слишком малы. Поэтому шкала для самого длинного дня, ближайшая к вершине конуса, занимала всю его окружность, в то время как шкала для самого короткого дня, ближайшая к основанию конуса, занимала только часть окружности, и приходилось — от самого длинного дня до самого короткого — все дальше переставлять указатель от вершины конуса к его основанию, и наоборот.

Вместо того, чтобы наносить различные шкалы на поверхности конуса с успехом пользовались также концентрическими кругами разделенных кольцеобразными шкалами дисков, которые могут рассматриваться как конуса бесконечно малой высоты; именно ими пользовались в так называемой амфорике (amphorika), водяных часах, которые в некоторых отношениях отличались от описанных. А, именно, поплавок был подвешен на медной проволоке, навитой на горизонтальный цилиндр (когда цилиндр находился невысоко над водой, то проволока должна была проходить еще и через направляющий ролик, о чем у Витрувия не упоминается), свободный конец ее был прикреплен к противовесу, который опускался и вращал цилиндр, когда поплавок поднимался вследствие притока воды. На одном конце цилиндра, проходившем через вертикальную перегородку, был насажен концентрический диск. Вставленная в этот диск металлическая пуговка служила указателем и могла переставляться в одно из многочисленных находившихся в диске отверстий; диск же со шкалой (словно циферблат) состоял из сети концентрических проволочных колец и радиальных проволок и был укреплен перед описанным выше указательным диском. Надо думать, что шкала для самого длинного дня проходила по всей окружности между обоими внутренними проволочными кругами, тогда как шкала для самого короткого дня занимала между двумя наружными кругами только часть окружности и что, поэтому, указательная пуговка, от самого короткого до самого длинного дня все ближе переставлялась к центру, и наоборот.

На основании описания Витрувия можно прийти к заключению, что медная проволока была только навита на цилиндр и не прикреплена к нему каким-либо другим добавочным способом, так что в данном случае мы, повидимому, имеем дело с передачей силы при помощи трения.

Витрувий следующим образом описывает устройство конических регулирующих клапанов, предназначенных для регулировки количества воды, вытекающей из верхнего сосуда водяных часов: «Два цилиндра, из которых один массивный, а другой полый, обтачивают таким образом, чтобы первый плотно входил во второй и чтобы путем более плотного или менее плотного соединения при помощи стержня регулятора [под коим, может быть, следует разуметь неравноплечий рычаг] ускорялось или замедлялось течение воды». Служили ли эти регулирующие клапаны для того, чтобы при пользовании одной шкалой ежедневно или ежемесячно изменять истечение воды соответственно длине дня, что во всяком случае было бы очень трудно, или же они, при применении вышеописанных различных шкал, служили только для того, чтобы раз навсегда отрегулировать вытекание воды в определенные часы, из описания Витрувия не видно.

Наоборот, повидимому, не подлежит сомнению, что установленный в амфорика регулирующий кран (рис. 1) служил для первой цели. Он состоял из установленного под отверстием верхнего сосуда горизонтального полого бронзового цилиндра, закрытого с одного конца и снабженного отверстием, через которое вливалась вода. В этот цилиндр был плотно пригнан другой полый цилиндр меньшего размера, заканчивавшийся на другом конце диском, в котором находилось сделанное в радиальном направлении выпускное отверстие. Фланцы корпуса крана были разделены на 365 определяемых опытным путем, во всяком случае неравными частями (Витрувий говорит о равных делениях, что не может быть верно). Указатель, приделанный на замыкающем диске внутреннего цилиндра, показывал на эти деления. Когда указатель устанавливали на делении, которое соответствовало самому короткому дню и как таковое было обозначено, то выпускное отверстие находилось в самой низкой точке и было направлено вертикально вниз, благодаря чему вода вытекала быстрее; если же, наоборот, путем вращения внутреннего цилиндра указатель устанавливали на делении, соответствовавшем самому длинному дню, то выпускное отверстие оказывалось в высшей точке замыкающего диска и было направлено кверху, благодаря чему вода вытекала значительно медленнее.

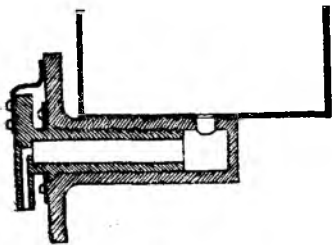


Рис. 1.

В средних положениях получались и средние скорости вытекания. Характерным для тогдашнего положения науки является то, что более медленное вытекание воды объяснялось одним лишь отклонением струи воды от направления силы тяжести, а уменьшение высоты давления вследствие вращения диска, в котором находилось выпускное отверстие, в расчет не принималось.

Сомнительно, чтобы эти регулирующие краны и клапаны применялись уже Ктезибием; скорее они производят впечатление более поздних добавлений и даже не являются усовершенствованиями, потому что цель, которую они преследовали, должна была значительно легче достигаться путем применения различных шкал при постоянном выпускном отверстии. По всей вероятности Витрувий, живший более чем на 100 лет позже Ктезибия, скорее описал водяные часы своего времени, а не водяные часы изобретателя, тем не менее мы позаимствовали у него это описание, так как до нас не дошли более старые по этому вопросу труды, ибо записки Ктезибия пропали, так же как и описание водяных часов, сделанное его учеником Героном Старшим из Александрии, жившим около 120 г. до н. э. «Mechanica» и «Barũlkon» Герона, в первой из которых говорилось о теории так называемых пяти простейших машин, а во второй о грузоподъемных приспособлениях, вероятно, также потеряны. В «Pappi Alexandrini collectionis liber VIII» приведена выдержка из «Barũlkon», которая будет нами рассмотрена и разобрана в следующей главе. Наоборот, труд Герона «Pneumatica» сохранился и по настоящее время, и, так как в нем описано устройство водяного органа и гидравлического аппарата в виде пожарного насоса, и так как более вероятно, что Герон, ученик Ктезибия, описал эти вещи такими, какими они были созданы его учителем, что трудно допустить в отношении Витрувия, то мы здесь, не останавливаясь на сообщениях последнего, обратимся непосредственно к труду Герона «Pneumatica». Перед нами находится появившийся в 1688 г. во Франкфурте-на-Майне немецкий перевод этого труда, сделанный Каррионом; отсюда мы и заимствуем нижеизложенное.

В предисловии издателя говорится, что сочинения Герона впервые были напечатаны с рисунками и пояснениями на греческом языке в Аугсбурге аббатом

Бернардо Бальдо из Урбино; затем в 1575 г. появился латинский перевод Коммандино (род. в 1509 г. в Урбино), затем в 1680 г. в Амстердаме вышел, также на латинском языке, перевод с добавлениями Алеотти и, наконец (в 1688 г.), был напечатан лежащий перед нами впервые выпущенный немецкий перевод. Поэтому мы думаем, что все помещенные в означенной книге рисунки, принадлежат, вероятно, аббату Бальдо из Урбино¹, и во всяком случае не Герону, а, следовательно, для суждения о последнем нужно придерживаться одного только текста. Каждый читатель не только имеет право, но даже обязан внести в рисунки соответствующие исправления там, где этого требует содержание текста, ибо мы поступили бы несправедливо по отношению к знаменитому греческому механику, если бы стали рассматривать его произведения сквозь очки вышеупомянутого отца церкви. Поэтому на приведенных нами рисунках предметы изображены в том виде, в каком мы сочли это наиболее подходящим в связи с содержанием текста; в сомнительных случаях мы все же будем цитировать слова текста для того, чтобы читатель, если он после этого может получить лучшее представление о рассматриваемых вопросах, имел возможность это сделать.

Герон начинает свою книгу следующими словами:

«Занятие воздушными и гидравлическими искусствами высоко ценилось древними философами и механиками, — последними из-за силы и могущества воды, а первыми из-за чувственной видимой сущности этих искусств; поэтому я считаю нужным привести в соответствующий порядок то, что до сих пор было известно по этому вопросу, и предать гласности то, что было открыто нами, так как это может послужить на пользу всем тем, кто хочет заняться изучением математических вопросов. То, что мы собираемся написать, относится к тому же и однородно с тем, что было нами рассмотрено в четырех книгах о водяных часах, причем и здесь посредством совместных действий воздуха, огня, воды и земли, которые при взаимном столкновении соединяются по три или все четыре вместе, создаются всевозможные устройства, которые частью имеют большое практическое значение, а частью вызывают наше изумление».

«О ВАКУУМЕ»

«Прежде чем приступить к описанию нашего предмета, мы должны сказать несколько слов о вакууме. Некоторые [лица] вообще не верят, чтобы в природе могло существовать пустое пространство; другие, наоборот, держатся того мнения, что, хотя в природе и не имеется очень большого пустого пространства, тем не менее совсем маленькие пустые пространства существуют в жидкостях, огне и других телах, с каковым мнением можно вполне согласиться, так как этим путем, как будет показано ниже, легко объясняются происходящие явления.

Сосуды, которые многим кажутся пустыми, не пусты, а содержат воздух; последний, по мнению естествоиспытателей, состоит из мелких легких, большей частью невидимых частиц».

Для доказательства этого положения указывается на то, что при наполнении сосуда водой из него удаляется воздух, что особенно заметно при наличии в сосуде узкого отверстия; далее (указывается) на то, что в погруженный в воду опрокинутый сосуд вода не проникает, благодаря чему дно сосуда, даже при полном его погружении, остается внутри сухим.

О частичном проникании воды вследствие сжатия заключенного воздуха Герон ничего не говорит; мысль о том, что сила напряжения воздуха должна притти в равновесие с давлением воды, ему чужда и его представления о гидростатике и аэростатике оказываются иногда, совершенно ошибочными.

В доказательство того, что между материальными частицами, образующими тела, должны находиться маленькие пустые пространства, что

¹ Они находятся также и в латинском переводе Коммандино, с которым мы после первого выпуска нашего очерка сравнили перевод Кариона и после этого изменили многие места.

отдельные частицы тела находятся в природе на известном друг от друга расстоянии и что только под действием внешней силы они могут сближаться или удаляться друг от друга, что они стремятся вернуться к своему естественному положению и делают это, как только прекращается внешнее воздействие, — приводится эластичность, существование которой без этой гипотезы не поддавалось объяснению.

Для доказательства того, что частицы тела стремятся вновь проникнуть в искусственно увеличенное пустое пространство (то, что в средние века называли «*Notto vasu*»), указывается на следующие явления: легкий сосуд с узким отверстием, из которого ртом высасывают воздух, прилипает к губам; освобожденная от воздуха и быстро заткнутая пальцем склянка, будучи опущена в опрокинутом положении в воду, быстро наполняется последней, причем, следовательно, вода поднимается «противоестественным путем»; далее, кровососная банка, если в ней при помощи огня разрядить воздух, действует всасывающим образом; в полый свинцовый шар через недоходящую до самого дна плотно впаивную трубку можно вдвухать воздух, не выпуская воздуха из шара, и сжатый таким образом воздух с силой и шумом вырывается наружу, как только будет открыто узкое отверстие трубки.

Также и то обстоятельство, что свет проникает сквозь воздух и воду, а тепло («огонь») через тела, Герон объясняет присутствием в телах маленьких пустот, и даже соединение воды с вином и воды с землей при их смешивании, также как способность газов смешиваться и абсорбция незначительных количеств воздуха большими количествами воды служили ему доказательством правильности его гипотезы, причем он все смеси рассматривает как изменения вещества.

В связи с упоминанием о кровососных банках Герон говорит следующее о действии огня:

«Огонь разрушает и уничтожает воздух в кровососных банках так же, как он разрушает и уменьшает другие тела; это касается воздуха, воды и земли; ибо, что они разрушаются или уничтожаются огнем, видно по остающимся углям, которые либо сохраняют ту же форму, которую они имели до сжигания, либо становятся меньше, но во всяком случае уменьшаются в весе». — «А то, что в телах меняется под действием дыма, принимает огненный, воздушный или земной вид; то, что легко, — поднимается кверху, туда, где огонь». [Это основано на убеждении, что естественное место огня, к которому он всегда стремится, находится за воздушной сферой]. «То, что несколько плотней, хотя немного и поднимается, но тем не менее снова падает, благодаря постоянному увеличению» [должно быть, надо разуметь уплотнению?] «и вновь соединяется с земным. Под действием огня вода превращается в воздух. Пары, выходящие из нагретых тигелей, не что иное, как растворившаяся жидкость, превратившаяся в воздух, потому что огонь разлагает и превращает все плотное».

В конце своего введения Герон еще раз останавливается на своих гипотезах и говорит:

«После этого пояснения мы постараемся составить теоремы о совместном действии упомянутых элементов, на основании которых происходят удивительные движения. Перед этим мы хотим сказать несколько слов об изогнутых или кривых гидравлических трубках, которые гидравлики называют журавлиными шеями [это сифонные трубки] и которые весьма полезны для многих воздушных и гидравлических машин».

После этого в 76 главах описывается устройство такого же количества большей частью гидравлических и пневматических аппаратов. Наиболее существенные и интересные из них изображены на нижеприведенных рисунках, причем отсутствующие представляют собой лишь несущественные видоизменения избранных нами аппаратов.

На рис. 2 изображена обыкновенная сифонная трубка. На рис. 3 изображен так называемый двойной сифон, конструкция которого отчетливо видна на рисунке.

На рис. 4 изображена сифонная трубка, более короткое колено которой закреплено в поплавке для достижения всегда одинаковой скорости вытекания.

Рис. 5 изображает схожий аппарат, в котором сифон при помощи установочного винта может подниматься и опускаться в поплавке, для того чтобы во время вытекания можно было добиться различных, но постоянных скоростей вытекания.

На рис. 6 изображен сифон с всасывающим приспособлением. На нижнем конце более длинного колена сифона установлен грушевидный сосуд, который сначала затыкается снизу пальцем, а затем наполняется водой через верхнее от-



Рис. 2.



Рис. 3.

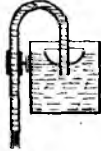


Рис. 4.

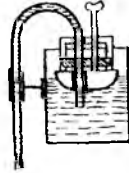


Рис. 5.

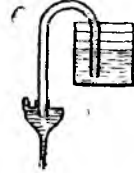


Рис. 6.

верстие. После этого верхнее отверстие закрывается, нижнее открывается, и вытекающая вода всасывает за собой жидкость из главного сосуда. Герон не говорит о том, что выпускное отверстие должно находиться ниже уровня воды во всасывающем сосуде по крайней мере настолько, насколько должна подняться вода в более коротком колене сифона.

Рис. 7 показывает еще другой вид сифона, в котором верхнее колено сифонной трубки заменено надетым стеклянным колпаком, другими словами, замкнутым пространством в форме полушария.

На рис. 8 изображен сифон, но не современного типа, а шарообразный.

На рис. 9 изображен такой же сифон, разделенный вертикальной перегородкой на два отделения. У каждого отделения имеется наверху отверстие, которое может закрываться пальцем. Если оба отделения наполнить разными жидкостями, то можно, по желанию, выливать из шара то ту, то другую из них.

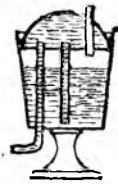


Рис. 7.



Рис. 8.



Рис. 9.



Рис. 10.

На рис. 10 изображен сосуд, названный Prochyta, из которого можно выливать две различные жидкости либо одну за другой, либо смешанными. Сначала в нижнее отделение наливают жидкость, которую предполагают вылить последней, причем отверстие, проделанное в ручке, остается открытым для выхода через него воздуха; затем это отверстие закрывают пальцем и в верхнее отделение наливается жидкость, которая должна быть вылита первой. Если после этого отверстие на ручке держать закрытым, то можно вылить одну верхнюю жидкость; если же, после того как она выльется, открыть отверстие в ручке, то воздух проникнет в нижнее отделение, и находящаяся там жидкость вытечет; если же открыть отверстие раньше, чем опорожнится верхнее отделение, то вытекают, смешавшись, обе жидкости (в этом месте лежащий перед нами текст во всяком случае неправилен, поскольку в нем говорится, что трубка, проходящая в середине поперечной стенки, должна доходить почти до дна сосуда и что отверстия на краю перегородки должны быть расположены ситообразно, кругом. И то и другое может, однако, только ухудшить аппарат. Впрочем, в издании Кариона относящийся сюда рисунок заменен рисунком, относящимся к следующей главе).

Рис. 11 изображает воздушную камеру с нагнетательным насосом и вращающейся вокруг своей горизонтальной оси разбрызгивающей трубкой, путем вращения которой открывается или закрывается приток воды. Относящийся к этому текст в переводе гласит:

«Из твердой жести, которая могла бы выдержать давление сжатого воздуха, изготовляют шар, подобный AB , стоящий на одной ножке, емкостью приблизительно в 6 кружек. В этом шаре сверху проделывается отверстие, в которое вставляют трубку, не доходящую до дна настолько, насколько это необходимо для вытекания воды; верхний конец трубки несколько выступает из шара; она должна быть плотно припаяна к последнему и спаяна со своей выпускной трубкой, которая состоит из двух частей DF и DG , с двумя находящимися друг против друга одинаковыми полыми стаканами $GHLK$ и $FMNX$ (рис. 12). В эти два стакана в точках O и P вставляется другая трубка, в середине которой находится направленная вверх трубочка RS , в стенках которой имеются отверстия, соответствующие отверстиям, проделанным в трубах $GHLK$ и $FMNX$. Направленная вверх трубка должна быть остроконечной и, как видно на рисунке, заканчиваться тонким устьем в точке s .

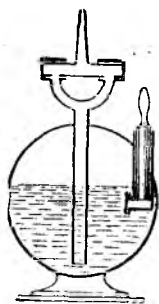


Рис. 11.

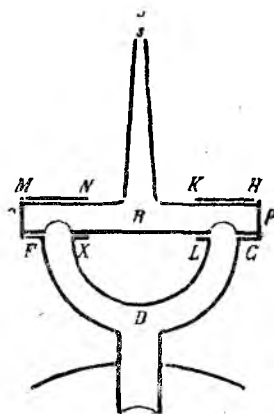


Рис. 12.

Если, поворачивая эту трубку, тем самым повернуть трубку PO , то при этом закрываются соответственно пригнанные отверстия, благодаря чему жидкость, которая должна быть через них выброшена, не находит себе выхода.

Через другое отверстие в шаре выставляется и закрепляется другая трубка TUV (рис. 11), нижний конец которой V закрыт и около которого сбоку проделывается круглое отверстие, перед которым устанавливается откидной клапан (*assarium*), описание коего будет приведено ниже. В эту трубку вставляется точно пригнанный поршень zw . Если вынуть этот поршень и наполнить жидкостью трубку TUV , то жидкость через отверстие и при открытии клапана через выпускную трубку начнет проникать в шар и выталкивать через отверстие трубки OP находящийся в нем воздух в том

случае, когда эти отверстия совпадают с отверстиями в $GHRL$ и $FMNX$. Когда же наливаемая жидкость заполнит половину шара [это место неточно, так как жидкость без помощи насоса может подняться в вертикальной трубке лишь немного выше ее нижнего конца], то трубка RS поворачивается таким образом, чтобы совпадающие с этих пор отверстия были закрыты; после этого поршень zw вставляют в трубку и накачивают находящуюся в ней жидкость, заставляя последнюю под сильным напором проникать через клапан в шар, наполненный жидкостью и воздухом. Разбрызгивание происходит благодаря скоплению и сжатию частиц воздуха в находящихся между этими частицами пустых пространствах. Когда снова вытягивают поршень zw для того, чтобы трубка TUV опять наполнилась воздухом (для этого необходимо совсем вынуть поршень из цилиндра насоса, так как в нем нет всасывающего клапана), и затем вталкивают его обратно и тем самым нагнетают воздух в шар, то, повторяя несколько раз ту же операцию, сгущают таким путем находящийся в шаре воздух. То, что при выталкивании поршня нагнетенный воздух не выходит обратно, легко объясняется тем, что при вытягивании поршня клапан притягивается к отверстию и закрывает его. Если же теперь верхнюю трубку RS поставить вертикально так, чтобы отверстия совпадали друг с другом, то жидкость будет выливаться благодаря тому, что сжатый воздух будет стремиться занять прежнее пространство и будет выталкивать находящуюся в шаре жидкость. Если в шаре имеется большое количество воздуха, то последний вытолкнет из шара всю жидкость и вместе с ней выйдет еще и излишек воздуха».

К этому тексту, как мы полагаем, аббат Бальдо из Урбино приложил в высшей степени неясный рисунок, который к тому же в издании Карриона смешан с рисунком, относящимся к предыдущей главе. Благодаря этому до сих пор мало кому было известно, что устройство этого тщательно продуманного аппарата было описано Героном.

На рис. 13 показан упомянутый в предыдущей главе откидной клапан (*assarium*), нарисованный в разрезе. Описание Герона гласит:

«Упомянутый в предыдущей главе клапан устраивается следующим образом: берут две четырехугольные плитки или створки из металла или меди, стороны которых равны одному пальцу. Толщину принимают в строгом соотношении с условиями работы. Эти плитки пригоняются своими поверхностями друг к другу так, чтобы ни воздух, ни вода не могли задерживаться между ними. В середине одной из них, а именно в плитке *ABDC*, имеется круглое отверстие, диаметр которого равен третьей части длины пальца. Когда створка *AD* прилегает к створке *EH*, то они обе соединяются в шарнире так, что их поверхности плотно примыкают друг к другу. При употреблении крыло *ABCD* припаивается к устью трубки для того, чтобы можно было удержать при помощи клапана нагнетенный воздух или жидкость; при нагнетании крыло *EFGH* отодвигается, благодаря чему шарнир быстро открывается и пропускает воздух или жидкость в шар и плотно ее там закупоривает, так как створка *EFGH* оказывает сопротивление содержимому шара и плотно закрывает отверстие, через которое был нагнетен воздух».



Рис. 13.

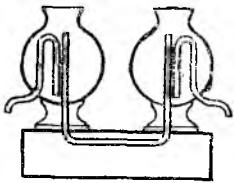


Рис. 14.

На рис. 14 изображены так называемые сообщающиеся сосуды. Два одинаковых, на горизонтальной плоскости установленных сосуда соединены соединительной трубкой, колена которой имеют одинаковую высоту и доходят почти до отверстий сосудов. В каждом сосуде, кроме того, вставлена сифонная трубка, отверстие короткого колена которой находится немного выше дна сосуда, а высшая точка изгиба — на равной высоте с отверстием соединительной трубки. Один из сосудов может быть наполнен почти до этой высоты без того, чтобы жидкость вытекала; если

же после этого в другой сосуд налить жидкость выше этого уровня, то оба сосуда одновременно опорожняются.

Производимое двумя стоящими у алтаря фигурами жрецов возлияние вина (рис. 15), как только на алтаре загорится огонь, объясняется Героном следующим образом: закрытый со всех сторон сосуд, в форме алтаря и двух фигур жрецов, помещается на подставке, которая, в свою очередь, также представляет собой закрытый со всех сторон сосуд.

Перегородка между алтарем и подставкой просверлена. Сквозь каждую фигуру проходит трубка, один конец которой доходит почти до дна подставки, а другой помещается в жертвенной чаше жреца. Подставка почти до краев наполняется жидкостью, предназначенной для жертвоприношения. Когда теперь на алтаре зажигается огонь, то алтарь нагревается, и находящийся в нем воздух расширяясь давит на жидкость, содержащуюся в подставке, и выталкивает ее через трубки в жертвенные чаши жрецов, откуда она выливается на жертвенный огонь.

Об этом аппарате упоминается в Энциклопедическом словаре Пирера (Pierer), в исторической части статьи «Паровая машина», где говорится: «наполненная водой фигура жреца из металла, которая, будучи нагрета жертвенным огнем, выливает воду». Мы видим, однако, что если мы захотим причислить аппарат Герона к машинам, то его следует признать не паровой, а калорической машиной или машиной, работающей нагретым воздухом.

На рис. 16 изображена довольно изящная пневматико-гидростатическая игрушка, типа тех игрушек, которые уже в те времена, а еще больше в XVI и XVII вв. н. э. пользовались большим успехом. Добавления Алотти к «Пневматике» Герона состоят только из таких, хотя и очень сложных, маленьких фокусов. Задача такова:

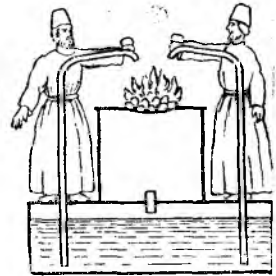


Рис. 15.

Искусственная птичка должна свистеть в то время, когда сидящая поблизости сова на нее не смотрит, и должна замолчать, как только сова обернется и посмотрит на нее, затем птичка должна снова запеть, когда сова отвернется, и т. д. Это достигается следующим образом. В закрытый со всех сторон сосуд через воронку, доходящую почти до самого его дна, пускают воду; этим находящийся в сосуде воздух сжимается, и в то время как он выходит через впаянную в воронку изогнутую трубку со свистком, на которой сидит птичка, получается впечатление, что последняя поет. В воздушном сосуде также установлен так называемый двойной сифон (как на рис. 3), через который вода, достигнув определенного уровня, вытекает скорей, чем поступает свежая вода. Вытекая, вода попадает в ковш, подвешенный на веревке, которая проходит через направляющий ролик, намотана на вертикальный вал и концом своим прикреплена к последнему. Противовес, несколько превышающий своим весом пустой ковш и также подвешенный на веревке, навитой в обратном направлении на вертикальный вал, удерживает неподвижно стойку, на которой сидит сова. Но как только вода наливается в ковш, то последний опускается и при этом поворачивает вертикальный вал с совой так, что она смотрит на птицу, которая перестает петь

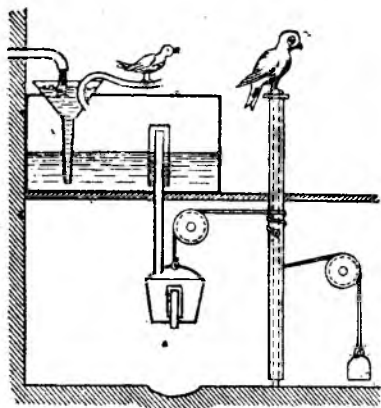


Рис. 16.

благодаря тому, что давление воздуха в сосуде быстро падает до давления внешней атмосферы. В подвешенном и теперь опустившемся ковше находится двойной сифон, через который вода вытекает, достигнув определенного уровня. Как только воздушный сосуд будет полностью или частично опорожнен, то опорожнится и ковш. Противовес поднимает ковш, поворачивает при этом сову в ее первоначальное положение, и птица снова начинает петь благодаря тому, что теперь в воздушный сосуд вливается больше воды, чем из него ее вытекает. Размеры и высота напора обоих сифонов должны, конечно, быть выбраны соответствующим образом.

На рис. 17 изображен пожарный насос, т. е. гидравлическая машина, в том виде, в каком она, по сообщению Витрувия, впервые была построена Ктезибием, учителем Герона. Так как этот пожарный насос относится к наиболее интересным аппаратам Герона и нас могли бы заподозрить в том, что мы изобразили его в слишком современном виде, то мы приводим описание Герона в переводе:

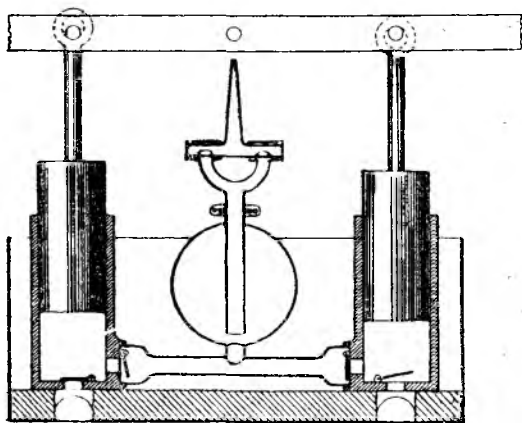


Рис. 17.

«Пожарные насосы, употребляемые для тушения пожаров, делаются следующим образом: Два металлических цилиндра высверливаются изнутри токарным резцом по величине поршня, подобно тому как высверливают «насосы» колодезных дел мастера. *KL* и *MN*—точно пригнанные поршни. Цилиндры соединены между собой трубой *XODF* и снабжены снаружи,

внутри трубы $XODF$, схожими с вышеописанными открывающимися наружу клапанами P и R . В дне цилиндров имеются отверстия s и t , которые закрываются гладкими шарнирными пластинками $YPQR$ (заслонки клапанов); сквозь них пропущены болты, которые крепко припаиваются или прочно соединяются с дном цилиндра при помощи надетых на их наружных концах заклепок. Поршни снабжены закрепленными в середине их штоками S ; с ними соединяется штанга (балансир Za), которая посередине вращается вокруг болта δ ; поршневые же штоки S вращаются вокруг болтов b и v . Над отверстием, находящимся в трубке $XODF$, устанавливается другая вертикальная вилообразная трубка $e\zeta$, снабженная краноподобной насадкой, через которую выбрасывается вода таким же образом, как нами уже говорилось выше при описании сосуда, выбрасывавшего воду при помощи сжатого в нем воздуха.

Так как здесь упоминается о воздушной камере, описанной в главе IX и изображенной на нашем рис. 11, то надо полагать, что пожарный насос был снабжен воздушной камерой и был таким, как мы изобразили его на рис. 17, несмотря на то, что в приведенном выше описании речь идет лишь о подвижной вертикальной трубке. (Ввиду того, что там, где говорится о соединении поршневого штока с балансиром, не упоминается о шарнирном или колесчатом штоке, мы нарисовали это соединение так как оно большей частью изображалось машиностроителями XVI и XVII вв. Ушко поршневого штока здесь настолько велико, что получается достаточный зазор для незначительного бокового отклонения шарнирного болта от вертикали).

«Если теперь поместить описанные выше цилиндры вместе с принадлежностями в наполненный водой лоток $oxAn$, укрепить балансир, повесить поршни на его наружных концах на шарнирных болтах δ и вставить поршни в цилиндры, то они будут выбрасывать воду через трубку $e\zeta$ и через верхнюю вращающуюся трубку X ; ибо, когда поршень KL поднимается вверх, то он открывает отверстие s и вместе с тем закрывает клапан P ; когда же он опускается, то он закрывает отверстие s и открывает клапан P , через который под давлением выбрасывается вода. То же самое происходит и с поршнем MN .

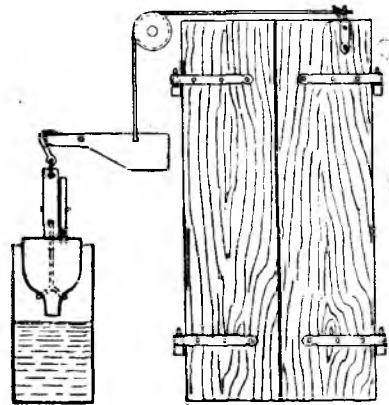


Рис. 18.

Наклоняющаяся и поднимающаяся трубка x позволяет брызгать воду на определенную высоту, но не позволяет направлять ее в определенную страну света; для последнего нужно повернуть всю машину, что, однако, можно проделывать очень медленно и осторожно, только в случаях крайней необходимости. Но для того, чтобы легче разбрызгивать воду в любом направлении, разделим трубку $e\zeta$ на две прочно связанные между собой части. Нижняя часть соединена с трубкой $XODF$ (это есть трубка, соединяющая оба цилиндра), тогда как верхняя часть, к которой примыкает раздвоенная трубка ζ вместе с трубкой X , соединена с нижней таким образом, что она может вращаться вокруг своей вертикальной оси и, при одновременном нагибании трубки x , направлять струю воды в любом направлении; приделанная трубка снабжается шкворнями (Г-образной формы, для того чтобы они не могли выскакивать из шарниров) и закрепляется при помощи шарнира, имеющего кольцеобразную форму и охватывающего нижнюю трубку».

На рис. 18 изображен аппарат, назначение коего издавать трубный звук при открывании ставней храма.

Около окна установлен сосуд с водой; над ним на двухплечем рычаге с противовесом подвешен с помощью крючка отверстием книзу сосуд с узким горлышком. В направленном вверх днище подвешенного сосуда впаяна труба (может быть свисток с вибрирующей пружиной). Плечо рычага с противовесом при помощи шнура, пропущенного через направляющий ролик, соединено с одной из ставней таким образом, что натягивающийся при ее открывании шнур поднимает вверх это плечо рычага; при этом другое плечо опускается, крючок с него соскальзывает, и висящий на нем сосуд падает в воду, которая выталкивает сжатый воздух сквозь трубу, издающую при этом громкий звук.

Рис. 19 изображает сосуд с своеобразным крановым затвором. Текст к нему гласит следующее:

«У крытых входов египетских храмов встречаются вращающиеся колеса из бронзы, сделанные для того, чтобы входящие в храм вертели их, так как считают, что бронза производит очищающее действие; кроме того, при входе имеются сосуды для окропления входящих; поэтому было бы целесообразно, чтобы при повороте колеса одновременно вытекала из сосудов вода для окропления.

При входе в храм устанавливается скрытый сосуд с водой *ABCD*, в днище которого имеется отверстие *E* и к которому припаивается трубка *FGHK*, которая также около *E*

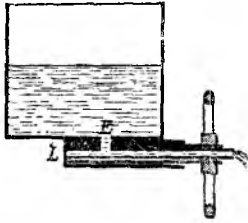


Рис. 19.

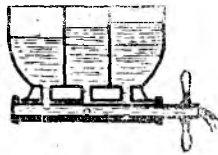


Рис. 20.

снабжена отверстием *P* с таким расчетом, чтобы оба отверстия совпадали. В эту трубку входит другая трубка *LM*, которая в *L* соединена трубкой *FGHK* и которая около *E* также снабжена отверстием *P*. Между этими двумя трубками помещается третья трубка *NXOR*, соприкасающаяся с двумя первыми и в которой также около отверстия *E* имеется отверстие *S*. Когда упомянутые отверстия совпадают, то вода, налитая в сосуд *ABCD*, вытекает через трубку *LM*, когда же поворачивают трубку *NXOR*, то вода перестает течь, но так как колесо

приделано к трубке *NXOR*, то посредством его вращения либо вызывают, либо прекращают истечение воды».

На рис. 20 изображен сосуд, разделенный на три отделения с расположенным под ним четырехходовым краном, который дает возможность, по желанию, выпускать жидкость из одного из трех отделений.

Описание этого крана гласит:

«Через дно сосуда из каждого отделения проходят маленькие трубочки *qφ*, *ωz* и *vt*, наружные концы которых *φ*, *z*, *t* проходят в другую трубку, в которой, в свою очередь, находится плотно пригнанная трубка, закрытая с конца *g* и снабженная отверстиями около тех точек, куда примыкают маленькие трубки *φ*, *z*, *t*, так что при повороте трубки *BG* всякий раз одно из отверстий встречается с одним из отверстий маленьких трубок и принимает жидкость для того, чтобы выпустить ее через главную трубку, и т. д.».

На рис. 21 изображена машина, по типу представляющая собой calorическую машину, предназначенную для самостоятельного открывания и закрывания дверей. Подлежащая разрешению задача гласит:

«Устроить храм таким образом, чтобы его закрытые двери автоматически открывались, когда загорится жертвенный огонь, и закрывались, когда он потухнет».

Под храмом находится «подставка»¹ (подвал?), на которой помещается полый алтарь; последний соединен при помощи трубки с находящимся в подвале наполовину наполненным водой шарообразным сосудом. В этот шар впаивается Ω -образная трубка, и притом таким образом, чтобы одно из ее колен доходило почти до нижней точки шара. Оси вращения обеих створок дверей продолжены до пола подвала, где они вставлены в соответствующие гнезда.

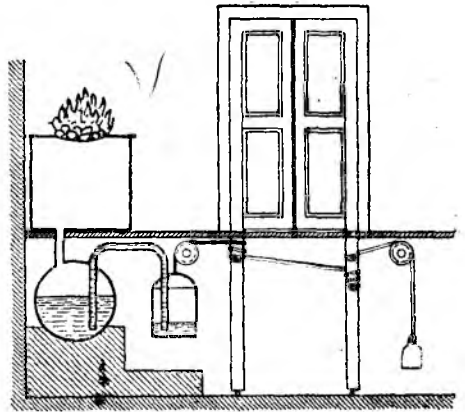


Рис. 21.

¹ На основании этого выражения надо полагать, что речь идет здесь о демонстрировании модели.

На осях навиты две цепочки, которые пропущены по двум направляющим роликам. На конце одной из цепей помещается груз, который своей тяжестью стремится закрыть дверь, а на другой, навитой в обратном направлении на дверных осях, висит сосуд, который, будучи пустым, легче упомянутого груза. В этот сосуд проходит одно из колен Ω -образной трубки, которая так установлена, что, когда двери закрыты, это колено доходит почти до дна сосуда.

Когда на алтаре зажигают огонь, алтарь нагревается, заключенный в нем воздух расширяется, давит на воду находящегося в подвале шара, поднимает ее по Ω -образной трубке в подвешенный сосуд, который благодаря этому опускается и таким образом открывает дверь. Сосуд, однако, опускается лишь настолько, что отверстие сифонной трубки остается ниже уровня воды, попавшей в сосуд. Когда огонь на алтаре гаснет, то находящийся в нем воздух снова сжимается вследствие охлаждения и всасывает обратно в шар воду из подвешенного сосуда, причем противовес опускается и закрывает дверь.

На рис. 22 показан совершенно подобный аппарат, отличающийся от предыдущего только тем, что пустое пространство алтаря соединено трубкой с лежащим в подвале кожаным мехом (баллоном из шитой козьей шкуры). На мехе покоится груз, заменяющий подвешенный сосуд предыдущего аппарата, который должен быть тяжелее противовеса. Когда алтарь холодный, то груз сжимает мех и держит двери закрытыми; когда же зажигают огонь, то воздух в алтаре нагревается, расширяется и, раздувая мех, поднимает покоящийся на нем груз, причем противовес опускается и открывает дверь.

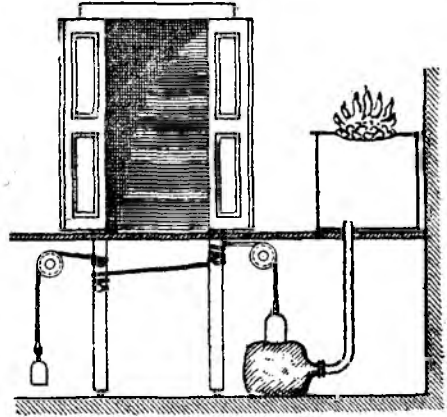


Рис. 22.

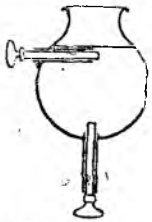


Рис. 23.

На рис. 23 изображена кровососная банка, в которой перед тем, как ее поставить, разрежается воздух путем высасывания его губами.

Большая часть внутреннего пространства кровососной банки отгорожена поперечной стенкой, параллельной отверстию банки. При помощи двух кранов, видимых на рисунке и состоящих каждый из двух вставленных одна в другую трубок, это отгороженное пространство может, по желанию, сообщаться со вторым отделением банки или же с наружным воздухом. Сначала закрывают отверстие в поперечной стенке и открывают второй кран, а после того как ртом будет высосан через него воздух, закрывают и его. После этого ставят банку и открывают кран, находящийся у перегородки, благодаря чему происходит разрежение воздуха уже во всей банке, и она производит свое всасывающее действие. Оба крана описаны как «насосообразные клапаны» (*spritzenförmige Ventile*), состоящие из наружной и внутренней трубок, из которых последняя закрыта с наружного конца и обделана в виде втулки крана.

О конической форме таких трубок в описаниях Герона нигде не упоминается; все же возможно, что об этом не сказано потому, что это само собой разумеется; если же применялись цилиндрические трубки, то пригонка их посредством шлифовки была невозможна, и следовательно, для достижения плотности крана приходилось пользоваться постоянной смазкой или каким-либо другим подобным средством.

На рис. 24 изображен аппарат, который для нас интересен, главным образом, тем, что в нем при помощи зубчатой передачи движение передается с горизонтальной на вертикальную ось.

Задание таково: «сделать шкатулку или храмовую кружку с металлическим колесом, вращающимся туда и обратно и называемым агнистерионом (agnisterion), о вращении которого должны будут заботиться лица, идущие на богослужение. При повороте колеса должно раздаваться пение птицы, и птица, сидящая на ящичке, должна при этом повернуться, но после одного поворота она должна остаться неподвижной и перестать свистеть».

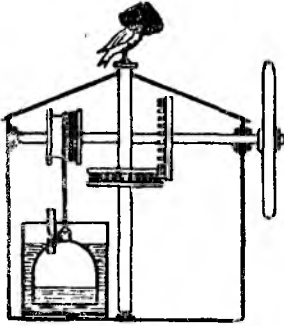


Рис. 24.

В описании говорится приблизительно следующее: $ABCD$ — храмовая кружка, в которой находится вал EF , на который насажено колесо HK , которое вращают. Далее на этом валу укреплены барабан L и колесо M , снабженное зубцами или острями. На барабан навита проволока, на конце которой висит металлический купол (или колокол), из которого выступает трубка, заканчивающаяся наверху свистком. Под этим куполом (или колоколом) устанавливается сосуд с водой. Между вершиной ящика и его дном укрепляется другой вал, на котором у S сидит птица, а в T надето колесо, снабженное спицами (цевками?), которое сцепляется с зубцами

колеса M . Когда поворачивают колесо HK , проволока наматывается на барабан и поднимает купол или колокол; когда же колесо отпускают, то колокол погружается в воду, которая сжимает воздух и тем самым вызывает пение птицы; одновременно с этим при помощи зубчатой передачи поворачивается и птица.

На нашем рисунке обе оси нарисованы крестообразно под прямым углом. Такое устройство у машиностроителей XVI и XVII вв. было наиболее распространенным и, благодаря общепотребительному тогда цевочному зацеплению, было наиболее доступно.

На рис. 25 показан аппарат, посредством которого путем перестановки груза можно достичь того, чтобы из сосуда вытекало любое определенное количество жидкости. Описание гласит:

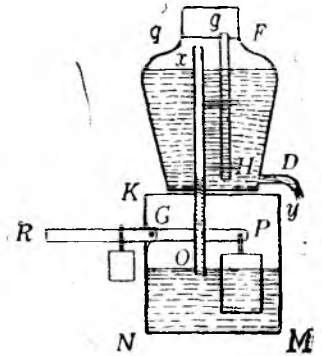


Рис. 25.

« AB представляет собой сосуд, в который наливается вино, причем выпускная трубка должна находиться около самого дна сосуда. Горлышко закрыто поперечной стенкой EF , через которую проходит трубка GH , которая не доходит до дна сосуда настолько, насколько это необходимо для вытекания вина. $KLMN$ — подставка, на которой стоит сосуд; через сосуд в подставку проходит вторая трубка XO , верхний конец которой находится на близком от поперечной стенки расстоянии. В подставку наливается вода, которая закрывает нижнее отверстие трубки XO . RP — деревянный рычаг [коромысло весов], одна половина которого находится внутри, а другая снаружи подставки и точка вращения которого находится в шарнире S . К этому рычагу в точке P подвешивается бадья, в дне которой проделано отверстие. Когда теперь основной сосуд наполняют через трубку GH до того, как в подставку будет налита вода, то воздух выходит через трубку XO ; при этом закрывают трубку главного сосуда и затем через отверстие в подставке наливают столько воды, чтобы она закрыла отверстие O . Затем открывают выпускную трубку [в основном сосуде]; вино теперь не может выливаться потому, что воздух не проникает в сосуд. Если же нажать внешний конец рычага, то бадья [вместе с содержащейся в ней жидкостью] несколько выступит из воды, освободит при этом отверстие O и тем самым даст возможность жидкости вытекать из выпускного отверстия до тех пор, пока из поднятой вверх бадьи не вытечет вода [через отверстие в днище] и снова не закроется отверстие O , и т. д.»

В зависимости от большего или меньшего действия передвижного груза на наружную часть коромысла весов из главного сосуда будет вытекать большее или меньшее количество вина, причем при помощи соответствующей шкалы, нанесенной на коромысле, можно, по желанию, определять количество вытекающей жидкости.

При этом решении задачи упущено из виду то обстоятельство, что закрытие отверстия *O* водой, наливаемой в подставку, не сразу прекращает вытекание вина, а только тогда, когда находящийся в главном сосуде воздух настолько разрежится и столько втянет воды из подставки, что в трубке *XO* образуется столб воды, высота которого будет равна высоте напора вина в основном сосуде. Кроме того, упущено и то обстоятельство, что этот столб воды, если трубка *XO* не очень широка, задерживается в последней и тогда, когда уровень воды в подставке уже больше не закрывает отверстия *O*, и что при этом он все еще уравнивает напор жидкости в главном сосуде и поэтому не дает вину возможности вытекать. Во избежание этого отверстие *O* должно было бы закрываться не водой, а поплавковым клапаном, схожим с клапаном, изображенным на рис. 26 и описанным Героном в главе XX «Пневматики»,

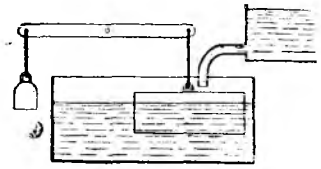


Рис. 26.

где говорится о том, что из высокостоящего резервуара с водой в более низкостоящий резервуар всегда вливается столько воды, сколько ее было взято из нижнего резервуара. Поплавок из пробки образует здесь клапан и закрывает направленное книзу отверстие подающей трубки, как только уровень несущей его воды дойдет до первоначальной высоты.

На рис. 27 изображен другой вид поплавкового клапана, служащего для той же цели (глава LXVII Герона). Запорный клапан имеет вид колокола и в отличие от современных устройств находится над отверстием трубки, которую он должен закрыть.

На рис. 28 показан обыкновенный запорный клапан того же типа, приводимый в движение рукой при помощи рычага (глава LI).

На рис. 29 изображен аппарат, служащий для той же цели, что и аппарат, показанный на рис. 25.

Подлежащий наполнению сосуд стоит на коромысле весов с передвижным грузом; как только в сосуд нальется желаемое количество жидкости, он опускается и при помощи показанного на рисунке рычажного механизма закрывает запорным клапаном изогнутый кверху конец выпускной трубки главного сосуда.

Конический клапан встречается у Герона только в главе XL в виде пробки, вставленной в коническое гнездо клапана.

На рис. 30 изображен тот вид так называемого геронова фонтана, который действительно находится в «Пневматике» Герона. Обыкновенно этим именем называют аппарат, показанный нами на рис. 31. В труде Герона не встречается аппарата такого вида и вообще не встречается фонтана, выбрасывающего кверху струю воды под действием гидравлического давления.

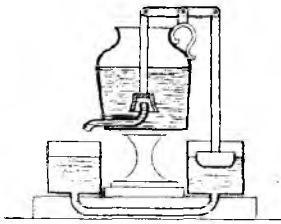


Рис. 27.

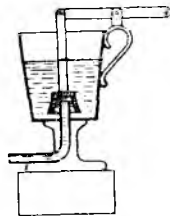


Рис. 28.

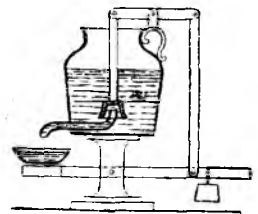


Рис. 29.

На рис. 32 изображен описанный Героном в главе LVII хирургический инструмент *pileus*, который подобно кровососной банке служил для всасывания, когда его тонкий конец втыкали через кожу и затем вытягивали поршень. Он может рассматриваться как примитивная форма «воздушного насоса» для образования разреженного пространства.

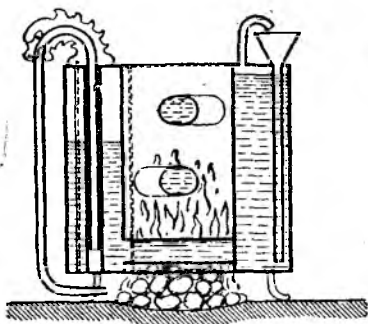


Рис. 32.

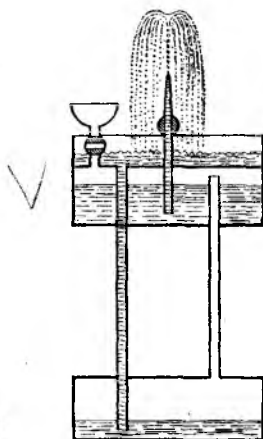


Рис. 31.

Переходим теперь к описанным Героном аппаратам, в которых используется сила расширения пара.

Если сосуд с водой (рис. 33) установить над огнем, то выделяющиеся из воды пары будут придавать легкому шарик, лежащему в воронке, вделанной в крышке сосуда, прыгающее движение.

На рис. 34 показан всем хорошо известный шар, вращающийся благодаря противодействующей силе выходящего наружу пара. Выпускная трубка,

находящаяся наверху шара, загнута вперед, а находящаяся внизу — назад.

На рис. 35 изображен описанный Героном в главе LXXIII паровой и водяной котел, который в конструктивном отношении является настолько интересным, что мы полностью приводим весь текст. Поставленная задача гласит:

«Изготовить котел и приделать к нему изображение животного, которое дует и даже раздувает уголья для того, чтобы они горели. Добиться такого устройства, чтобы из установленной у отверстия котла открытой трубки жидкость не вытекала раньше, чем в воронку будет налита холодная вода, причем холодная вода должна соединяться с горячей водой, лишь достигнув дна котла и там выливаясь из трубки».



Рис. 32.

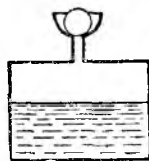


Рис. 33.

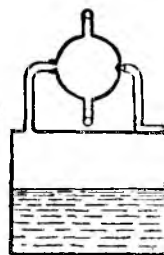


Рис. 34.

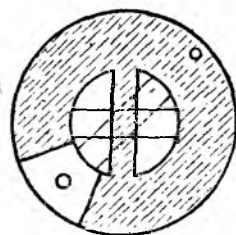


Рис. 35.

Затем следует только очень общее описание аппарата, которое в переводе гласит следующее:

«Котел может быть любой формы. В помещении, в которое наливается вода, двумя вертикальными перегородками отделяется небольшое пространство, которое, таким образом, оказывается закрытым со всех сторон. С этим помещением около дна соединяется трубка, которая действует подобно трубкам, укладываемым под углом¹; ее свободный конец заделывается, для того чтобы в уголь не попадала вода из котла. Остальные трубки примыкают к помещению, в котором находится вода. Таким образом горячие угли вызывают в трубке, выходящей в малое помещение, образование пара, который по трубке, проходящей сквозь крышку котла через пасть животного, направляется к углям, почему изображение животного

¹ Из этого следует, что в то время применялись колосники в виде трубок, по которым, вероятно для охлаждения, циркулировал воздух.

так изогнуто, что оно дует вниз; но, так как парообразование непрерывно, то фигура животного дует все время, и под действием огня снова образуется пар. Благодаря тому, что мы в маленькое помещение наливаем лишь небольшое количество воды, мы получаем очень много [т. е. очень быстро] пара, и, чем сильнее дует животное, тем сильнее нагревается котел, так же как в кухонных сильно нагретых чугунах, когда пар из воды выбрасывается кверху.

Изображение животного должно иметь форму пробки крана, которую можно вынимать для вливания небольшого количества воды и для того, чтобы посредством вращения пробки можно было закрывать трубку, если хотят, чтобы животное больше не дуло на уголь.

На крышке главного резервуара помещается небольшая воронка, от которой почти до самого дна идет трубка, через которую выливается наливаемая вода; но для того, чтобы можно было наполнить котел целиком так, чтобы кипящая вода не вытекала, устанавливается другая трубка, которая в верхней своей части изогнута и направлена в воронку.

Специальное описание особого устройства этого аппарата дается в следующих словах:

«Теперь мы опишем, как должен быть устроен такой аппарат.

Изготавливается полый цилиндр, нижняя часть которого пусть будет *AB*, а верхняя *CD*. В этом цилиндре устанавливается другой полый цилиндр таким образом, чтобы его концевые поверхности находились в одной горизонтальной плоскости с концевыми поверхностями первого цилиндра; нижнюю часть второго цилиндра мы назовем *EF*, а верхнюю *GH*. Образуемые двумя цилиндрами (кольцеобразные) отверстия заделываются крышками.

В цилиндре *EFGH* установлены трубки *OK*, *LX* и *MN*, из которых одна трубка *LX* только одним своим концом *X* проходит сквозь стенку, тогда как две другие трубки обоими концами выходят в находящееся между цилиндрами покое пространство, в котором вделаны две перегородки *EG* и *FN* для того, чтобы отделить помещение *GEFH*, в которое выходит та трубка, которая открыта с одного конца.

На верхней крышке, у *GH*, устанавливается изображение животного, через которое проходит узкая трубка; эта трубка снаружи выгнута в направлении того места, где лежат уголи. Если хотят, чтобы животное некоторое время не дуло, то нужно, чтобы проходящая через него трубка как ключ крана входила бы в другую трубку для того, чтобы изображение животного не дуло на уголи, когда его (т. е. отверстие трубки) поворачивают наружу. Последняя неподвижная трубка крана весьма полезна также и для наливания воды в помещение *GEFH*, потому что когда снимают изображение животного вместе с его трубкой, то через неподвижную трубку можно вливать воду, пар от нагревания которой должен проходить сквозь изображение. На верхней крышке устанавливается воронка *BS*, трубка которой доходит почти до дна котла, от которого она отстоит лишь настолько, насколько это требуется для вытекания воды. Если же хотят выпустить горячую воду, то у *PS* вливают холодную воду, которая вытесняет горячую воду и заставляет ее подниматься кверху до тех пор, пока она не станет вытекать через изогнутую трубку; холодная вода не сразу смешивается с горячей, и таким путем мы всегда можем получить столько горячей воды, сколько нами в котел будет влито холодной.

Для того, чтобы можно было узнать, когда котел закипит, в верхней крышке проделывается сквозное отверстие для выхода пара, над которым устанавливается изогнутая трубка, направленная в воронку *BS* для того, чтобы кипящая вода выливалась в воронку, и т. д.»

В этой комбинации котла для образования кипящей воды и котла для образования пара для раздувания огня мы уже находим внутреннюю топку, как в современных корваллийских котлах, также как проходящие сквозь жаровую трубу, открытые с обеих сторон трубки по своему принципу схожи с галловеевскими трубами, а трубка, закрытая с одного конца, лежащая в огне, весьма похожа на современные трубы Фильда.

В следующей главе LXXIV Герон описывает такой же аппарат, отличающийся только тем, что простой паровой кран заменен четырехходовым краном, схожим с показанным на рис. 20, предназначенным для того, чтобы при помощи образовавшегося пара заставлять по желанию и поочередно трубача трубить, птицу свистеть или же, как в предыдущей главе, заставлять изображение животного раздувать огонь. То, что трубач при этом будто бы «под действием вырывающегося из его трубы пара быстро крутится», как сказано в исторической части статьи «Паровая машина» в Энциклопедическом словаре Пирера, неверно.

В двух последних главах «Пневматики» говорится об изобретенном, как мы видели, Ктезибием водяном органе; последнему дано такое название из-за того, что регулирование давления воздуха производится при помощи воды. Для

добывания воздуха служит нагнетательный насос с цилиндром *A* (рис. 36), массивным поршнем *B*, всасывающим клапаном в верхней части цилиндра *C*, состоящим из тонкого пружинящего металлического язычка у всасывающего отверстия. Вероятно, такой же клапан находился и впереди выпускного отверстия, хотя об этом в описании Герона не упоминается. Поршень поднимается кверху при помощи прочного поршневого штока и двухплечего рычага при нажиме ногой на наружный конец *E* последнего, после чего поршень снова опускается под действием собственной тяжести. Воздух из цилиндра насоса поступает

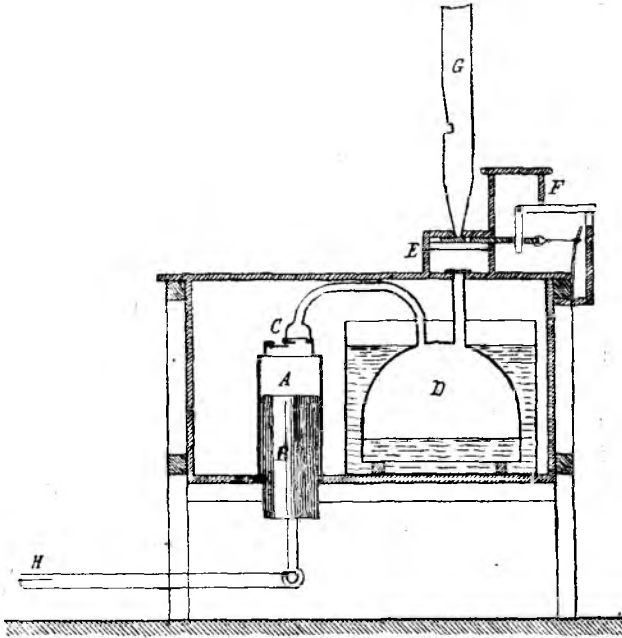


Рис. 36.

через Ω -образную трубку в металлический колокол *D*, который так установлен в частично наполненном водой резервуаре, что соприкасается с дном. Нагнетенный в колокол воздух вытесняет содержащуюся в нем воду, которая снизу выходит из колокола, поднимается кверху в резервуаре и, благодаря гидравлическому давлению, образует в колоколе тем более равномерное давление воздуха, чем больше поверхность воды в резервуаре, следовательно, чем меньше образовавшаяся, таким образом, разница уровней в последнем. Отсюда воздух поступает через вторую соединенную с колоколом трубку в духовой ящик *E*. Устройство клавиатуры органа ничего особенно любопытного собой не представляет.

При нажиме клавиша *F* у основания органной трубы при посредстве коленчатого рычага открывает скользящий клапан; когда клавиш отпускают, то роговая пружинка вновь закрывает клапан.

В следующей, последней главе «Пневматики» описывается устройство такого же органа, в котором, однако, воздушный нагнетательный насос приводится в движение не человеческой силой, а ветряным колесом. В этом случае клапаны расположены на нижнем конце вертикального цилиндра насоса, поршневой шток направлен кверху и подвешен к двухплечему рычагу, другой конец которого опускается при помощи шпеньков или кулачков, вделанных в круг, укрепленный на оси ветряного колеса; когда кулачки расцепляются, то поршень падает под действием собственной тяжести и нагнетает воздух в колокол. Ветряное колесо закреплено во вращающейся подставке, благодаря чему его можно устанавливать в зависимости от направления ветра. К сожалению, устройство ветряного колеса совсем не описано, а о его механическом соединении с воздушным насосом говорится лишь в нескольких словах и притом очень неясно. Из этого надо заключить, что ветряное колесо и способы передачи движения, схожие с вышеупомянутым, были в то время хорошо известны, потому что иначе Герон уделил бы им больше внимания и описал бы их более подробно.

ПАПП АЛЕКСАНДРИЕЦ

Несмотря на то, что александрийский математик Папп писал только между 284 и 305 гг. н. э., мы все же хотим поместить разбор десятой книги его математического сборника непосредственно за нашим очерком о Героне, потому что Папп сам говорит, что большая часть его книги заимствована из сочинений Герона, а именно из его «*Varülkon*» и «*Mechanica*». В предисловии к этой книге Папп в следующих словах обращается к своему сыну Гермодору:

«Благодаря тому, что механическая наука применяется в жизни в очень серьезных вещах, она очень высоко ценится философами, а математики занимаются ей с особенным усердием, потому что она раньше всего знакомит нас с учением о природе, материи и элементах мира. В то время как она рассматривает положение и тяжесть тел и их движение в пространстве, она не только исследует причины, по которым тела движутся от природы, но также учит, как привести покоящиеся тела в движение, противное их природе, и для того, чтобы этого достичь, она пользуется положениями, которые сама материя дает нам в руки.

Последователи Герона придерживаются того мнения, что одна часть механики охватывает математические демонстрации, а другая — ручные работы, и что притом та часть, которую они называют рациональной, должна заключать в себе геометрию, арифметику, астрономию и физические демонстрации, другая же, охватывающая ремесла, должна обучать искусству бронзовщика, рабочего по железу, строительному и столярному искусствам, а также живописи и всему тому, что касается ручного труда. Они говорят, что тот, кто с ранних лет посвятит себя этим научным дисциплинам и будет упражняться в этих искусствах, обладая при этом восприимчивым умом, будет впоследствии лучшим изобретателем (и конструктором) в области механики; но так как невозможно, чтобы один человек полностью усвоил многообъемлющую математическую науку и изучал все названные искусства, то они советуют тем, кто пожелал бы заняться механической работой, получить необходимые для этой отрасли сведения от лиц, хорошо изучивших определенное искусство.

Из всех искусств, основанных на механике, самыми важными в практической жизни являются следующие: искусство мастеров, делающих полиспасты (*ars mananariogum*), которых в древности называли также механиками, благодаря тому, что они поднимали на высоту большие тяжести, которые от природы (т. е. без искусственных вспомогательных средств) неподвижны, причем приводили их в движение при помощи затраты небольших сил; затем следует искусство лиц, строящих катапульты (*tormenta*) в том виде, в каком они нужны для ведения войны, и которых также называли механиками, потому что снаряды из камня, железа или из какого-либо другого материала бросаются этими катапультобразными машинами на далекие расстояния; затем идет искусство лиц, называемых машиностроителями (*machinarum fabri*), так как при помощи машин, которые они строят для водочерпания, можно легко доставать воду с большой глубины.

Механиками в древности назывались также и мастера чудес, из которых одни, как Герон в его «*Пневматике*», усердно применяли учение о воздухе, другие при помощи струн и тонкого шнура старались подражать движениям живых существ, как Герон в его учении об автоматах, а третьи занимались машинами, приводимыми в движение водой, как Архимед в его *ὁρομετρος*, или водяными часами, как Герон в его *ὄροδος*, учение которого, по видимому, схоже с учением о солнечных и водяных часах. Наконец, механиками назывались также и лица, занимавшиеся изготовлением глобусов и изображавшие движение небесного свода при помощи равномерного кругового движения воды.

Некоторые говорят, что причины и законы всего этого известны со времени Архимеда из Сиракуз, потому что он раньше всех, о коих у нас до сих пор сохранилось воспоминание,

изучал каждый предмет со свойственной ему необыкновенной ясностью ума, как о том свидетельствует Гемин (Geminus) в его книге о выдающихся математиках. Однако Карп (Carpus) из Антиохии пишет, что Архимед написал всего одну лишь книгу о механике, в которой он говорит о конструкции небесных глобусов, и что о других подобных этому вопросах он не считал нужным писать. Тем не менее этот божественный человек, который так прославился силой своего ума и своими знаниями в области механики, что память о нем будет вечно жить среди всех смертных, самым сжатым и ясным образом формулировал главные принципы и основы геометрии и арифметики, причем он, по видимому, настолько любил эти дисциплины, что не мог решиться заняться чем-нибудь другим. Сам же Карп и многие другие справедливо использовали геометрию для некоторых искусств и применяли ее в жизни, ибо геометрия, способная принести значительную пользу во многих искусствах и случаях жизни, не может от этого пострадать и, содействуя развитию искусств, не может потерять того уважения, которого она заслуживает.

Указав, таким образом, принадлежащее механической науке место и описав ее подразделения, я думаю, что выполню труд, достойный похвалы, если я все то, что древние на основании геометрии считали годным для приведения тяжестей в движение, а также и те положения, которые я считаю подходящими для этой цели, изложу более кратко и более ясно, чем это было сделано теми, кто до сих пор писал по этому вопросу. К этому относятся следующие проблемы».

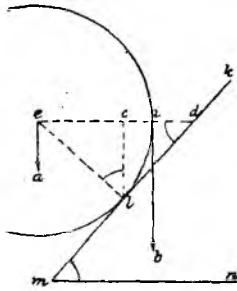


Рис. 37.

В следующих далее девяти первых главах обсуждаются вопросы, относящиеся к учению о центре тяжести; для нас больший интерес представляет глава X, в которой автор пытается развить теорию наклонной плоскости, которая, как известно, по настоящему разработана была лишь в 1586 г. Стевином (Stevin). Текст гласит:

Глава X. «Дан груз, который на горизонтальной плоскости приводится в движение определенной силой, и дана наклонная плоскость, которая с нижележащей (горизонтальной) плоскостью образует определенный угол. Определить величину силы, приводящей груз в движение на наклонной плоскости.

Пусть mn будет горизонтальная плоскость, mk наклонная плоскость, которая с первой образует угол kmn . Произвольный груз a может двигаться по горизонтальной плоскости под действием силы P . Вообразим себе вокруг e (в качестве центра) шар, равный по весу a . Поместим этот шар на наклонной плоскости, с которой он будет соприкасаться в точке l . Если точку e соединить с точкой l , то прямая el будет перпендикулярна к mk . Проведем через центр e горизонтальную линию ed и из точки l вертикаль lc , тогда получим угол $elc = edl = kmn$. Таким образом нам даны треугольник elc и отношение el к ec , а, следовательно, также (так как $ei = el$) и отношение ei к ec , так что отношение $ei - ec = ci$ к el . Теперь примем отношение веса a к весу b , а также силы P_1 к силе P_2 равным отношению ci к ec ; но, так как P_1 представляет собой силу, которая приводит в движение вес a на горизонтальной плоскости, то P_2 будет той силой, которая двигает груз b на такой же плоскости. И, так как вес a относится к весу b как ci к ec , то эти два груза при условии, что e будет центром тяжести a , а i центром тяжести b , будут уравновешиваться, причем их точка опоры будет находиться в точке c . Но так как центр тяжести груза a (т. е. шара) находится в точке c , то приложенный к точке i груз b будет его уравновешивать, благодаря чему шар не покатится по наклонной плоскости, а останется неподвижным и устойчивым, как если бы он лежал на горизонтальной плоскости. Но, так как груз a на горизонтальной плоскости приводится в движение силой P_1 , то на наклонной плоскости он будет приведен в движение силой P , которая равна P_1 плюс сила P_2 , необходимая для приведения в движение груза b ».

Затем следует пример. Далее говорится:

Глава XI. «К тому же учению относится вопрос о том, как определенный груз привести в движение определенной силой; это—то механическое открытие Архимеда, которое заставило его радостно воскликнуть: «Дай мне место, где бы я мог стоять, и я подниму землю!» Герон Александрийский очень ясно это описал в своей книге «Варилкон». Еще более подробно этот вопрос был им рассмотрен в его «Механике», в том месте, где он говорит о пяти силах [Potenzen], а именно о клине, рычаге, винте, ползпасте и колесе, насаженном на вал, при помощи которых определенный груз приводится в движение определенной силой. В «Варилкон» он описывает, как поднять определенный груз при помощи определенной силы, причем он принимает отношение диаметра колеса к диаметру оси равным 5 : 4, предварительно допустив, что подлежащий поднятию груз весит 1000 талантов, а движущая сила равна

5 талантам; мы же хотим показать то же самое, но в пропорции 2 : 1 и с подлежащим поднятию грузом, равным не 1000, а 160 талантам, причем движущую силу мы примем равной не 5, а 4 талантам, ввиду того, что человек в качестве двигателя без помощи машины может поднять четыре таланта. То, что Герон называет *glossokomon*¹, состоит прежде всего из ящика *abcd*; внутри ящика между длинными параллельными станками помещается легкоподвижная ось *e*, на которой насажено колесо *m*, диаметр которого в два раза больше диаметра оси (барaban для передаточных канатов). Поэтому, если привязать канат к подлежащему поднятию грузу, пропустить его через отверстие в стенке ящика и навить его на вал *i*, а затем повернуть колесо, то при этом будет вращаться закрепленная в последнем ось, наружные концы которой обделываются в виде бронзовых цапф, входящих в бронзовые втулки, находящиеся в стенках *abcd*. При наматывании на вал прикрепленного к грузу каната груз поднимается. Для вращения колеса *m* требуется сила в 80 талантов, так как диаметр колеса в два раза больше диаметра вала; этот вопрос был разрешен Героном в его «Механике». — Но, так как дана сила не в 80, а всего лишь в 4 таланта, то ввиду этого параллельно оси *e* устанавливается другая ось *n*, на которой закрепляется шестерня *o*, зубцы которой одинаковы с зубцами колеса *m*. Отсюда следует, что число зубцов одного колеса относится к числу зубцов другого колеса, как диаметр колеса *m* относится к диаметру шестерни *o*, как будет видно из дальнейшего (глава XXV). На оси *n* закрепляется колесо *r*, диаметр которого в два раза больше диаметра шестерни *o*, благодаря чему для поднятия груза при помощи колеса *r* понадобится сила в 40 талантов...».

Кроме того, дополнительно устанавливаются две оси с такими же зубчатыми колесами и шестерней ось с шестерней и колесом *q*, диаметр которого относится к диаметру его шестерни, как 10 : 4. Это колесо снабжается косыми зубцами (в виде винтового колеса). Далее Панин говорит:

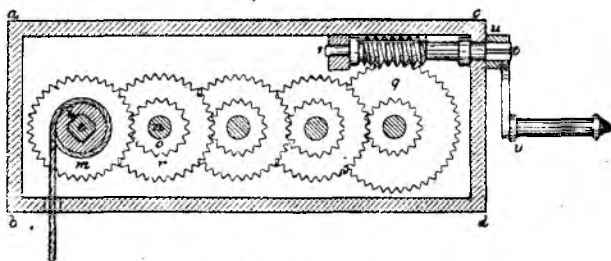


Рис. 38.

«Если мы это сконструируем так и представим себе, что ящик находится на известной высоте, что груз подвешен на валу *i*, а движущая сила приложена к колесу *q*, а также, что оси легко вращаются и зубчатые колеса точно пригнаны, то ни груз в 160 талантов, ни сила в 4 таланта не будут опускаться, а будут, как на весах, уравновешивать друг друга; если же мы добавим небольшой груз, то та часть, к которой этот груз будет добавлен, сейчас же начнет опускаться. Если мы, например, к силе в четыре таланта добавим вес, равный одной мине, то он перевесит груз в 160 талантов и опустится книзу². Но вместо подвешенного противовеса мы дополнительно устанавливаем винт *st*, нарезка которого соответствует зубцам колеса *q*. Каким образом это делается, было также описано Героном в его «Механике» и будет нами в дальнейшем (глава XXVIII) подробно объяснено. Винт должен свободно вращаться в своих цапфах, вставленных в круглые отверстия. Одна из этих цапф проходит сквозь стенку ящика *cd* и на ее выступающую часть, квадратную в разрезе, насаживается ручка *uv*...»

В главе XII—XXIV приведены геометрические задачи. Глава XXV гласит:

«Теперь мы объясним, как устраиваются колеса, о которых мы говорили выше (глава XI).

Пусть *a* и *b* будут два высверленных сцепляющихся колеса. Диаметр колеса *a* должен так относиться к диаметру колеса *b*, как число зубцов колеса *a* к числу зубцов колеса *b*, что необходимо для их сцепления, так как окружности относятся друг к другу, как диаметры.

Предположим теперь, что колесо *a* имеет 60 зубцов, а колесо *b* — 40; число зубцов колеса *b* относится к числу зубцов колеса *a*, как скорость вращения колеса *a* относится к скорости вращения колеса *b*, ибо, благодаря тому, что зубцы колеса *a* сцепляются с зубцами колеса *b*, продвинется столько зубцов колеса *a*, сколько продвинется зубцов колеса *b*. Поэтому, когда колесо *b* делает один оборот, то колесо *a* поворачивается на 40 зубцов, а когда колесо *b* сделает 60 оборотов, что равняется числу зубцов колеса *b*, то колесо *a* повернется на 2400 зубцов, что является числом зубцов колеса *a*, умноженным на число зубцов *b*. Таким же образом,

¹ Производное от *glossokomeion* — ящик.

² В средние века при пользовании подъемными машинами часто устанавливали равновесие при помощи противовеса, для того чтобы поднять груз, пользуясь небольшой силой.

если колесо a сделает 40 оборотов, что является числом зубцов колеса b , то колесо b сделает 60 оборотов, что равно числу зубцов колеса a ; поэтому, как скорость колеса a относится к скорости колеса b , так и число зубцов колеса a относится к числу зубцов колеса b .

В главе XXVI доказывается, что окружности двух кругов относятся друг к другу, как их диаметры. В главе XXVII решается задача: дано колесо с определенным количеством зубцов и количество зубцов сцепляющегося колеса; определить диаметр последнего.

Глава XXVIII. «Как делается винт, нарезка которого соответствует косым зубцам определенного колеса, показывается следующим образом.

Делается равномерно обточенный цилиндр $adfe$, на стороне ae которого отмечают шаг винта; затем берется бронзовая пластинка, часть которой hik образует прямоугольный треугольник с прямым углом в h , а остальная часть образует параллелограмм $hkkm$; hi делают равной шагу ab , а hk равной окружности цилиндра $adfe$. Затем пластинку огибают вокруг цилиндра таким образом, чтобы параллелограмм $hkkm$ образовал полый цилиндр, который плотно бы обхватывал цилиндр $adfe$. Точка h устанавливается на точке a , точка i на точке b , и по изогнутой гипотенузе ki на цилиндре наносится винтовая линия, которую мы называем ходом винта. потому что она состоит из одного оборота. После этого пластинку передвигают так, чтобы точка h совпала с точкой b , а точка i с точкой c , и наносят другой ход винта, после чего на винте получается два хода винта, т. е. обхватываются два оборота... Если мы теперь разделим пополам прямые ab, bc и т. д. вплоть до e и по полученным точкам при помощи пластинки нанесем винтовые линии и, по желанию, определим глубину нарезки, то мы легко сможем разработать винтовую линию на эту глу-



Рис. 39.

бину, и если мы затем придадим нарезке при помощи напильника чечевицеобразную форму, то мы получим готовый винт.

Глава XXIX. После этого на одной из сторон данного колеса описывается круг. Пусть rvt будет окружность колеса, c — его центр. Точки r, v, t находятся на равном друг от друга расстоянии [в конце главы говорится, что эти расстояния должны быть равны шагу винта]. Допустим, например, что вся окружность разделена на 24 равные части. Из точек r, v, t до пересечения с описанным вокруг центра c кругом проводятся в направлении к центру прямые линии ro, vo, to и из точек, разделяющих пополам части окружности oo , проводятся к точкам r, v, t линии mr, nr, nv, pq, pt и qt . От одной из этих линий, например от линии or , на цилиндрической поверхности колеса проводится кратчайшая прямая rs до пересечения ее с окружностью круга xy , который с другой стороны ограничивает колесо одинаково с кругом rvt ; от точки s откладывается линия sa , равная половине части окружности rv , так же как и $xz = rv, zy = vt$ и т. д. Если мы теперь соединим точку r с точкой x, v с z, t с y и т. д., то мы получим требуемое косое направление зубцов; ввиду того, что круги rvt и xzy равны между собой, то и на другой стороне вокруг центра c мы описываем круг, равный кругу $mnpq$, и, проведя к этому кругу из точек x, z, y и т. д. прямые линии в направлении к центру и проделав то же самое, что мы проделали внутри круга rvt , мы получим изображение другой части колеса. Вырезав после этого призмы, находящиеся между линиями, нанесенными таким путем, например, между rnv и vpt с одной стороны и противоположными — с другой, мы получим колесо с косыми зубцами. Каждый зубец должен входить в нарезку винта, для чего деление rv должно быть равно ходу винтовой линии; при одном повороте винта колесо повернется на один зубец. Это было доказано Героном в его «Механике» и описано нами для того, чтобы не приходилось искать его в другом месте».

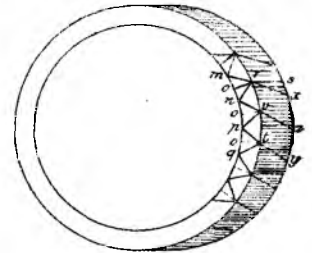


Рис. 40.

В главе XXX приводится это доказательство. Затем в главах XXXI и XXXII Папп приводит еще целый ряд выдержек из «Механики» Герона и говорит:

Глава XXXI. «Это [т. е. глава XI и служащие для ее пояснения главы XXV — XXIX] взято из «Βασιλικόν», а краткое описание того, что мы называем пятью силами, которые используются для научного освещения вопроса, мы заимствуем также из книг Герона [в главе XI

Папп говорил, что Герон дал описание пяти сил в своей «Механике» и добавим к этому то, что необходимо отметить в отношении одно-, двух-, трех- и четырехногих машин, для того чтобы не приходилось безрезультатно изучать книги, в которых они описаны, так как нам попадается большое количество поврежденных книг — либо без начала, либо без конца.

Ввиду того, что существует пять приспособлений (Potenzen), при помощи которых известный груз может быть поднят под действием известной силы, необходимо привести их названия и описать их форму и способы употребления; Герон и Филон уже указали на то, что так называемые пять сил (приспособлений), несмотря на то, что они значительно разнятся по своей форме, могут быть все сведены к одному виду. Названия их следующие: ось с колесом, рычаг, полиспаст, клин и так называемый бесконечный винт.

Что касается о с и с к о л е с о м, то она делается следующим образом: берут крепкий квадратный (как балка) брус и закругляют его концы (так, чтобы они образовали цапфы), на которых закрепляют бронзовые втулки (или кружки) из бронзы таким образом, чтобы они могли свободно вращаться в имеющихся в подставке круглых отверстиях, снабженных медной подкладкой для втулок (на цапфах). Описанный нами деревянный брус называется осью; в середине оси насаживается колесо, снабженное квадратным отверстием, соответствующим размерам оси, благодаря чему ось вращается вместе с колесом.

Если мы хотим поднять большой груз при помощи небольшой силы, то нужно намотать канат, к которому привязан груз, на закругленную часть оси. Затем мы вставляем в имеющиеся в колесе отверстия спицы и, нажимая на них, вращаем колесо, вследствие чего, в то время как канат наматывается на ось, груз поднимается под действием небольшой силы. Величина этой машины должна соответствовать подлежащим поднятию грузам; нами будет описано ниже, как пропорции машины рассчитываются из отношения подлежащего поднятию груза к движущей силе.

Второе приспособление представляет собой рычаг. Если нужно было поднять большой груз, лежавший таким образом, что все части его основания прилегали к земле, благодаря чему нельзя было найти точки для приложения силы, то его слегка подкапывали, подсовывали под него длинное бревно, подкладывали под последнее около груза камень, называвшийся *hupomochlion* [точка опоры], и затем нажимали на другой конец бревна. Этим способом, не представляющим никаких трудностей, можно было поднимать самые большие тяжести. Это бревно, которое может быть как круглого, так и квадратного поперечного сечения, называется рычагом. В каком месте выгодней всего помещать *hupomochlion*, будет показано ниже.

Третье приспособление — это п о л и с п а с т. Если мы хотим поднять какой-либо груз, то мы должны тянуть за привязанный к нему канат с силой, равной этому грузу; если же мы привяжем один конец каната к неподвижной точке, а другой конец пропустим через прикрепленный к грузу блок и тогда потянем, то мы поднимем груз с меньшим усилием; если же мы у неподвижной точки привяжем еще другой блок, перекинем через него канат и снова потянем, то нам будет еще легче поднять груз. Если же мы к грузу привяжем еще один блок, перекинем через него канат и тогда потянем, то мы с еще меньшим усилием сможем поднять груз и, привязывая все большее число блоков, как у неподвижной точки, так и около груза, мы будем поднимать груз все с меньшим усилием. Но мы, однако, не привязываем блоков с одной стороны у неподвижной точки, а с другой около груза, поодиночке, а помещаем те из них, которые должны быть подвешены у неподвижной точки, в деревянную обойму, которую мы называем полиспастом (*manganum*), и подвешиваем ее на другом канате у неподвижной точки; те же блоки, которые должны быть подвешены к грузу, мы закрепляем в другой схожей с первой обойме. Блоки должны быть так расположены в обоймах, чтобы канаты не переплетались и не мешали друг другу. Почему поднятие груза происходит легче при наличии нескольких канатов и почему второй конец каната должен быть привязан к неподвижной точке, будет мной объяснено ниже.

Следующее приспособление — это к л и н; он весьма полезен как для прессовки масла (*pressiones unguentarias*), так и при крупных склейках, делаемых столярами; но, главным образом, он применяется при ломке камня, если нужно плотную каменную массу расколоть на более мелкие части. Этого нельзя сделать при помощи других приспособлений, взятых в отдельности или соединенных вместе, и только один клин, при работе которым не переутомляется рабочий и действие которого сильно и действительно, делает это с легкостью; это видно из того, что клин даже в то время, когда его не забивают, вызывает треск и разрушение. Чем меньше угол клина, тем скорее, т. е. при настолько меньшей силе удара, он производит свое действие, как это будет нами доказано ниже.

Инструменты, о которых шла до сих пор речь, — легко понятной и простой конструкции и применение их можно видеть повсеместно, однако винт значительно сложнее как в отношении конструкции, так и в отношении его применения, так как он действует иногда самостоятельно, иногда же в соединении с другими инструментами. В сущности говоря, он представляет собой не что иное, как закрученный клин, который приводится в движение не ударом, а путем вращения его рычагом, как будет видно из моих дальнейших пояснений. Способ употребления, устройство и свойства винта следующие.

Затем, схоже с главой XXVIII, описывается устройство винта и далее говорится:

«После того как по этой винтовой линии в цилиндре будет нарезан канал и выдолблен так, чтобы кренкий гвоздь (цапфа или зуб) плотно в него входил, винт употребляется следующим образом: его круглые концы вставляются в снабженную круглыми отверстиями раму с таким расчетом, чтобы винт мог легко в них вращаться (рис. 41). Затем над ним и параллельно ему устанавливается направляющий стержень, в котором в обращенной к винту стороне имеется паз, в который так вставляется упомянутый гвоздь, чтобы один его конец находился в нарезке винта, а другой оставался в пазу направляющего стержня. Если хотят поднять груз при помощи этой машины, то берут канат, привязывают один его конец к грузу, а другой — к гвоздю, затем в имеющиеся в головке винта отверстия вставляют спицы (стержни), при повороте которых гвоздь, ведомый винтом по нарезке, тащит за собой канат, а вместе с ним и груз. Вместо спиц на выступающий из рамы конец винта можно насадить рукоятку—

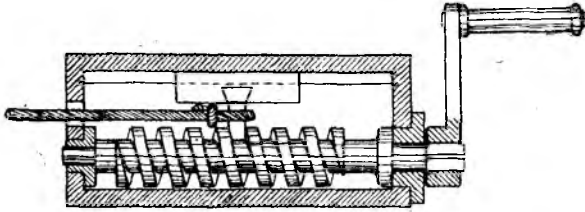


Рис. 41.

для вращения винта и поднятия груза. Нарезка бывает либо квадратная, либо чечевицеобразная: квадратная, когда нарезка делается путем вертикальных вырезов, и чечевицеобразная — когда она делается косыми вырезами, которые сходятся в одной линии. Первый винт называется квадратным [с прямоугольной нарезкой], а второй — чечевицеобразным [с треугольной нарезкой].

Винт делается упомянутой конструкции, когда он работает самостоятельно; однако пользуются и другими винтами, если дополнительно применяют другое приспособление, а именно ось с колесом, снабженным зубцами. Винт устанавливается вертикально или параллельно земле таким образом, чтобы нарезка винта захватывала зубцы колеса. Концы винта вращаются, как было сказано выше, в имеющихся в раме круглых отверстиях, причем на выступающий из рамы конец винта либо насаживается ручка, при помощи которой вращают винт, либо в нем проделываются отверстия, в которые вставляются спицы. Привязанные к грузу канаты наматываются с обеих сторон (зубчатого колеса) на барабан, и, когда после этого вращают винт, а тем самым и зубчатое колесо, то груз поднимается.

Мы описали конструкцию и способы употребления вышеназванных пяти приспособлений, причина же того, почему при помощи одного из них может быть поднят большой груз с использованием небольшой силы, — объяснена Героном в его «Механике».

В этом месте дошедший до нас текст, повидимому, неполон, так как неоднократно обещанные в предыдущих главах объяснения, касающиеся упомянутого свойства пяти рассмотренных инструментов, в тексте отсутствуют. Далее говорится:

«Теперь опишем устройство помещенных в третьей книге Герона машин, которые могут быть легко и выгодно использованы и при помощи которых могут также быть подняты большие грузы. Те из них (грузы), — говорит он, — которые нужно тянуть по земле, передвигаются на полозьях (chelona). Полозья (или салазки) представляют собой квадратную раму, состоящую из закругленных на концах деревянных брусьев. На нее помещается груз, а к ее концам привязываются канаты или блоки. Канаты натягиваются либо рукой, либо для этой цели пользуются стоячим воротом (набестаном), который при вращении тянет по земле салазки, установленные на валиках или на брусьях. Когда груз мал (т. е. не очень велик), следует пользоваться валиками, а когда он большой — брусьями, несмотря на то, что на них груз движется не так легко, потому что валики представляют при вращении некоторую опасность, когда груз принимает поступательное движение (impetus). Однако некоторые лица не пользуются ни валиками, ни брусьями, а приделывают к полозьям сплошные колеса и таким образом их передвигают (т. е. они пользуются вместо салазок или полозьев тележкой с дисковыми колесами).

Глава XXXII. Но для того, чтобы поднимать грузы на определенную высоту, — говорит он (Герон), — делают одноногие (monokoloi), двух-, трех- или четырехногие машины. Для постройки одноногих машины берут крепкое бревно, длина которого превышает высоту, на которую хотят поднять груз. Если оно даже и прочно само по себе, его все же обматывают канатом. Промежутки между витками каната должны быть больше четырех ладоней. Благодаря этому бревно становится крепче, а, кроме того, витки каната могут служить для рабочих в качестве ступенек, в случае если им понадобится подняться на вершину столба. Если нельзя достать достаточно прочного бревна, то столб составляют из нескольких

бревен. Затем этот столб устанавливается в плахе и к его концу привязываются три или четыре каната, которые спускаются вниз и так привязываются к какому-нибудь неподвижному предмету, чтобы столб под действием направленной в сторону силы оставался неподвижным благодаря натянутым канатам. Привязанные к вершине столба полиспасты соединяются канатом с грузом и приводимые в движение рукой или стоячим воротом, поднимают груз до требуемой высоты. Если нужно камень (представляющий собой груз) поднять на стену или в какое-либо другое место, то по выполнении вышеописанного отпускают один из прикрепленных к вершине канатов, а именно тот из них, который находится на противоположной грузу стороне, и наклоняют столб, при этом под те места груза, которые не обхватываются канатами, укладываются валики, после чего отпускают натянутые канаты блоков до тех пор, пока груз не ляжет на валики. По освобождении привязанного к грузу каната груз передвигается при помощи рычагов до тех пор, пока он не будет помещен на нужное место. После этого при помощи канатов плаху, на которой стоит столб, перетаскивают к другому месту постройки, снова отпускают канаты, опять привязывают их и пользуются машиной так же, как было описано выше».

Изображения и описания как этой, так и двуногой грузоподъемной машины помещены в следующей главе о Витрувии.

МАРК ВИТРУВИЙ ПОЛЛИОН

(Около 16 г. до н. э.)

Витрувий, бывший при Юлии Цезаре и императоре Августе инженером и архитектором, написал в 16—13 гг. до н. э. руководство «De architectura» в десяти книгах. В первой книге, в главе III, он говорит: «Архитектура охватывает три части: строительство, производство часов и постройку машин» и в своем труде соответственно с этим рассматривает и два последние вопроса, которые нас особенно интересуют. В предисловии к седьмой книге он приводит подробный перечень использованных им источников и называет целый ряд греческих строителей, содействовавших развитию строительного искусства или установивших определенные пропорции для размеров построек, и затем продолжает:

«О механике писали также Диад, Архит (Пифагореец, один из учителей Платона, около 400 г. до н. э.), Архимед, Ктезибий, Нимфодор, византиец Филон, Дифил, Демокл, Харит, Полидий [по Атенею преподаватель науки об осадных машинах во времена Александра Великого], Пирр и Агезистрат.

«То, что я нашел полезным в их произведениях, я переработал для настоящего руководства и сделал это в особенности потому, что убедился в том, что насколько греками было выпущено много трудов по этому вопросу, настолько мало их было выпущено моими соотечественниками».

Из этого видно, что римляне как в архитектуре и вообще в искусствах, так и в механике ничего своего не создавали, а учились у греков и что описанные Витрувием машины, за исключением водяных мельниц, к которым мы впоследствии вернемся, были уже давно известны грекам. Таким образом Витрувий восполняет только часть пробела, возникшего благодаря исчезновению большого числа написанных греками трудов, но, несмотря на это, его работа имеет исключительно большое значение. То, что будет нами приведено в дальнейшем, мы заимствуем из немецкого перевода д-ра Франца Ребера (Stuttgart bei Kraus und Hoffmann, 1865). Рисунки, приложенные Витрувием к его труду, пропали, поэтому мы принуждены воспроизвести их на основании текста.

Из семи первых книг, в которых говорится о строительстве, мы приводим только одно место, которое представляет для нас особый интерес. В шестой книге, в главе VI, которая рассматривает вопросы, касающиеся устройства сельскохозяйственных построек, говорится:

«Если давление производится не путем вращения винта, а при помощи рычага и прессы, то помещение даильни делается по крайней мере 40-футовой длины [древнеримский фут равен 29 см, древнеримский дюйм равен $1/16$ фута = 18,5 мм], потому что при таких размерах образуется пространство, необходимое для свободы действий лица, работающего у рычага; ширина же помещения должна быть минимум 16 футов, чем обеспечивается пространство, необходимое для всех занятых в этом деле рабочих».

Отсюда следует, что в то время самым распространенным способом выжимания виноградного сусла, масла и т. п. был рычажной пресс с длинной балкой

в качестве рычага, потому что, если для такого пресса требовалось помещение в 40 футов (=11,6 м) длиной, то из этого можно заключить, что длина рычага была очень значительной. Упомянутые выше винтовые прессы, предназначенные для той же цели, вероятно, были такой же мощности. Мы полагаем, что давяльные винты делались в то время из дерева, и притом такими, какими они встречались в сравнительно еще недалеком прошлом, ибо винты достаточной прочности, сделанные из бронзы или кованого железа, обошлись бы в то время слишком дорого.

В восьмой книге говорится о том, как определяется присутствие воды, и о водопроводах. Из этой книги нас интересует пятая глава, в которой говорится о нивеллире. В качестве нивелира особенно рекомендуется так называемый хоробат (chorobat). Он состоит из линейки около 20 футов длины, на концах которой были врублены две одинаковые вертикальные стойки, удерживаемые двумя подпорками под прямым углом к линейке. На обеих стойках, в направлении к поверхности линейки, были нанесены вертикальные линии, причем по этим линиям от вершины каждой стойки шел шнурок с подвешенным к нему свинцовым грузом. Линейка находилась в горизонтальном положении тогда, когда оба шнурка совпадали с упомянутыми линиями.

Но на тот случай, если бы случайно под влиянием ветра шнурки стали бы раскачиваться в разные стороны и, следовательно, стало бы невозможно пользоваться ими, в линейке устраивался желобок 6 футов (=1,74 м) длины, 1 дюйм (=25,4 мм) ширины и $1\frac{1}{2}$ дюйма (=38,1 мм) глубины, в который наливалась вода. Когда вода везде соприкасалась со стенками желоба на одинаковой высоте, это означало, что линейка находится в горизонтальном положении.

Витрувий к этому добавляет, что кто-либо читавший книги Архимеда может на это возразить, что при помощи воды нельзя произвести правильной нивелировки, потому что, по мнению Архимеда, вода образует не горизонтальную плоскую поверхность, а сферическую, центр которой совпадает с центром земли, и указывает на то, что и при этом условии концы изогнутой поверхности должны все же находиться в одной горизонтальной плоскости.

В восьмой главе говорится о проводке воды, рьтье колодез и цистернах. Различаются три вида водопроводов: проводка по каналу, по свинцовым трубам и по глиняным трубам. Каналы должны иметь уклон в $\frac{1}{200}$, причем канал должен быть покрыт сводом для защиты от солнечных лучей, а вблизи города должен быть устроен коллектор и связанный с ним тройной резервуар. Со средним его отделением соединяются трубы, подающие воду ко всем водоемам и фонтанам, со вторым — трубы, идущие к баням, а с третьим — трубы, подающие воду в частные дома.

В то время как в «Пневматике» Герона Старшего о фонтанах совсем не упоминается, они во времена Витрувия оказываются чем-то настолько распространенным, что при устройстве городских водопроводов они особенно принимаются в расчет.

Водопроводные каналы должны проводиться с равномерным уклоном вдоль гор или же, если такой путь был слишком длинен, их проводили сквозь горы по штольням, а над долинами — по акведукам. Таких построек нельзя было избегать и при трубопроводах, потому что свинцовые и гончарные трубы не обладали достаточной прочностью, для того чтобы при большем диаметре выдерживать значительный напор воды.

Витрувий говорит о свинцовой водопроводной трубе:

«Трубы должны быть не менее 10 футов длины (=2,90 м) и каждая из них должна весить: если она 100-дюймовая — 1200 фунтов, 80-дюймовая — 960 фунтов, 50-дюймовая — 600 фунтов и т. д., если 5-дюймовая, то 60 фунтов. Размер этих труб, выраженный в дюймах, определяется по ширине несвернутого в трубу листа свинца. Если, например, делают трубу из листа шириной в 50 дюймов (=1270 мм), то такая труба называется 50-дюймовой (ее диаметр был равен 16 дюймам = 406 мм); соответственно называются и другие трубы».

Из этого следует, что в употреблении были свинцовые трубы диаметром в 30—600 мм, но при этом все одинаковой толщины, равной приблизительно 8 мм, так что, например, труба 300 мм в диаметре могла выдержать давление воды, равное приблизительно только $2\frac{1}{2}$ ат, а труба 600 мм в диаметре—давление только около $1\frac{1}{4}$ ат, и возможность применения больших труб этого типа должна была быть весьма ограниченной¹.

То же относится и к гончарным трубам, которые при толщине стенок в 2 дюйма (37 мм) просто делались коническими, так что более узкий конец одной трубы входил в более широкий конец другой. Они заделывались в стыках замазкой из жженой извести и масла. Коленчатые трубы делались не из глины, а для этой цели пользовались каменными блоками, в которых выдалбливали соответствующие отверстия.

Витрувий указывает также и на то, что гончарные трубы дают более здоровую и вкусную воду, чем свинцовые трубы, потому что образующиеся в последних свинцовые белила вредны для здоровья.

При обделке колодезной шахты он предостерегает от удраливых газов и советует перед тем, как опускаться в шахту, спускать в нее горящую лампу. Если последняя не потухнет, то можно безопасно спускаться, если же она потухнет, то следует справа и слева от шахты вырыть вентиляционные шахты.

В девятой книге говорится о солнечных и водяных часах, но так как при первых не происходит никаких механических действий, а вторые были описаны нами как изобретение Ктезибия, то мы непосредственно переходим к десятой книге, в которой говорится о машинах.

Для большей ясности необходимо сказать, что понятие «машина» в древности не было столь ограничено, как теперь, и что понятие «машиностроение» охватывало также и ту часть нынешнего инженерного искусства, которая связана с постройкой деревянных подъемных сооружений, подмостков, шпунтовых стенок и т. п. Поэтому Витрувий, высказав пожелание об увеличении предъявляемых в строительных контрактах требований, с тем чтобы строительные работы производились только действительно сведущими людьми, в предисловии к десятой книге говорит:

«Это должно было быть так не только при постройке зданий, но и при постройке подмостков для праздничных игр, устраивавшихся властями либо в форме боев гладиаторов на форуме, либо в форме театральных представлений, при создании которых не может быть ни задержек, ни времени для размышлений, где срочность условий принуждает к окончанию работ к определенному сроку, в особенности при устройстве скамеек для зрителей, приспособлений для натягивания парусины и всего того, что при театральных представлениях при помощи машин предлагается зрителю под видом декораций. Все это требует больших знаний и изобретательности очень развитого ума, так как ничто в этом роде не может быть сделано без знания машиностроения и большой осведомленности в этих вопросах... И поэтому, так как ежегодно как преторы, так и эдилы для устраиваемых ими игр должны строить искусственные подмостки, мне кажется уместным после того, как я в предыдущих моих книгах уже высказался по вопросу о постройке зданий, разъяснить на примерах в этой книге, которая должна явиться завершением моего труда, основные законы механики».

Только благодаря тому обстоятельству, что нынешние понятия «инженер» и «машиностроитель» в то время совершенно сливались и что поэтому деревянные постройки первого также назывались «машинами», можно до некоторой степени

¹ В исключительных случаях древние римляне, однако, пользовались значительно более толстыми свинцовыми трубами. Например, в водопроводе Алатри (Alatri), где трубы должны были выдержать давление до 10 ат., толщина стенки 10-см трубы была равна частью 10, а частью 32—35 мм. Кроме того сопротивление свинцовых труб увеличивали посредством замуравывания их в стену.

понять начало следующей первой главы десятой книги, причем, кроме того, надо иметь в виду, что и машины в собственном смысле слова в то время делались почти целиком из дерева и что для объяснения механических явлений пользовались определениями Аристотеля, который в его «Механических проблемах» все удивительное в них думал свести к «удивительным свойствам круга».

Начало первой главы гласит:

«Машина представляет собой связанное соединение деревянных частей, представляющее большие преимущества для поднятия грузов. Она пускается в ход искусственным путем, а именно при помощи кругового вращения [действие клина и других инструментов Аристотель стремится свести к поворотам рычага], которое греки называют «*kyklike kinesis*». Существует, однако, особый вид таких конструкций, а именно ступенчатые подмости, которые по-гречески называются *akrobatikon*; затем воздушные машины, которые греки называют *pneumatica*, и, наконец, подъемные машины, называемые греками *bagülkon* (грузоподъемники).

Ступенчатая постройка [Sitzstufenbau] получается тогда, когда подмости устроены так, что по установке балок возрастающей высоты и соединении их поперечными балками можно для обозревания предстоящего представления подняться на них безопасно».

Если это место и не совсем ясно, то во всяком случае не подлежит сомнению, что Витрувий относил упомянутые в предисловии «подмости для праздничных игр» к особому виду машин.

Мы не будем останавливаться на последующих определениях Витрувия. Он стремится, между прочим, установить разницу между понятием «машина» и «инструмент» и думает, что она заключается в том, что для пуска в ход машины нужно несколько приемов (*Handgriffe*), т. е. «усилий» (*Arbeiten*), или «большая затрата сил», как, например, при баллистах и катапультах, тогда как инструменты при умелом обращении выполняют свое назначение благодаря одному только усилию (*Arbeit*), как это происходит при простом вращении рычага у скорпиона (*skorpion*) и у анизокyklена (*anisokyklen*).

«Скорпионы» — метательные машины, похожие на катапульты, которые дальше будут подробно описаны. Под словом *anisokyklen*, которое в переводе дословно значит «неравные круги», надо разуметь колесные приспособления, а может быть, приспособления с зубчатыми колесами.

В качестве примеров полезных машин и инструментов в конце первой главы приводятся: ткацкие инструменты, ярмо и плуги для волов и других рабочих животных, ворота, прессы и рычаги для выжимания, открытые и закрытые фургоны, корабли, экипажи и другие повозки, колеса, мехи для кузнецов, четырехколесные экипажи, двухколесные, двухместные, дорожные повозки и токарные станки.

Во второй главе говорится о грузоподъемных машинах:

«Раньше всего мы сообщим об устройстве тех приспособлений, которые необходимы при постройке храмов и государственных зданий.

Берут две балки соответствующей величине груза крепости, соединяют их в верхней части болтом, устанавливают их таким образом, чтобы они расходились книзу, и закрепляют при помощи канатов, обматываемых вокруг верхнего конца и протягиваемых к земле (рис. 42). Затем наверху привязывают обойму (*Scheere*), вставляют в нее два вращающихся на отдельных осях блока и пропускают тяговой канат через верхний блок; после этого канат притягивают книзу, перекидывают его через блок, установленный в нижней обойме, снова поднимают кверху, пропускают через нижний блок верхней обоймы и оттуда еще раз опускают его к нижней обойме, к кольцу которой его и привязывают. Другой конец каната пропускается между балками к их нижним концам.

На задней стороне обтесанных под прямым углом балок, в том месте, где они расходятся на достаточное расстояние, устраиваются вкладыши для цапфы, в которые вставляют цапфы ворота с таким расчетом, чтобы ворот мог легко вращаться вокруг своей оси. В этом ворота с каждой стороны около цапф имеется по два отверстия, которые вырезаются таким образом, чтобы в них могли быть вставлены соответствующие рычаги. К нижней обойме привязывается двойной железный крюк, зубья которого входят в отверстия, высверленные в камнях, предназначенных для постройки. Если, закрепив конец каната на воротах, начать вращать последний при помощи рычагов, то канат, наматываясь на барабан, туго натягивается и поднимает груз к надлежащему месту.

Этот вид подъемной машины, работающей при помощи трех блоков, называется *tris-pastos* (трехходовая); если же в нижней обойме вращаются два блока, а в верхней три, то такая машина называется *pentaspastos* (пятиходовая).

Далее следует описание способа, при помощи которого, пользуясь воротом, приделанным к машине, можно поднимать большие тяжести. Затем говорится:

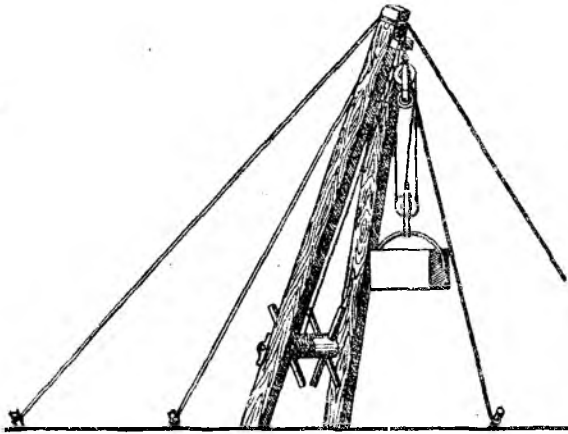


Рис. 42.

«Когда требуется поднять исключительные по своему весу и размерам грузы, то ворот оказывается недостаточным, а поэтому таким же образом, как в цапфы, вставляют вал с насаженным на нем посередине барабаном для передаточных канатов, который некоторыми называют «колесом» и который греки называют *amphieryon* или *peritrochion* (*Kreisläufer*) (рис. 43). Обоймы же при этих машинах устраиваются несколько иначе, чем было описано выше, причем разница заключается в том, что в них как внизу, так и наверху вставляются сидящие на одной оси парные блоки (рис. 44). Тяговой канат пропускается сквозь кольцо нижней обоймы с таким расчетом, чтобы оба свободные конца каната были одинаковой длины; после этого канат так обматывается и стягивается у нижней обоймы и обе части его так соединяются, чтобы он не мог податься ни вправо, ни влево; затем оба

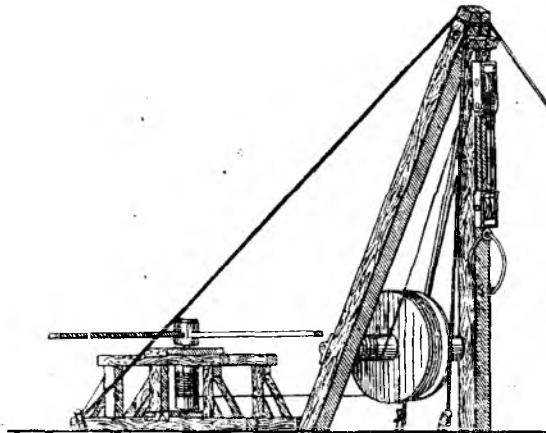


Рис. 43.



Рис. 44.

конца каната поднимают к верхней обойме и с наружной стороны пропускают их по ее нижним блокам, затем снова спускают их книзу, с внутренней стороны пропускают через верхнюю пару блоков, после чего концы каната отводят к вороту и там закрепляют с правой и с левой стороны барабана. После этого на барабан наматывают другой канат, который соединяют со стоячим воротом (кабестаном). Трос, наматываясь на привод, вращает барабан и вал, на котором насажен последний; канаты, наматываясь на вал, равномерно натягиваются и легко и безопасно поднимают груз.

Если же либо в середине, либо на одном из концов вала устанавливают барабанное колесо больших размеров, то благодаря тому, что оно приводится в движение при помощи наступающего на его внутреннюю поверхность человека, можно без стоячего в о р о т а достичь желаемой цели скорей (рис. 45).

Кроме того, существует еще и другой, довольно остроумный вид подъемных машин, который обладает преимуществом ускорения работы, но который требует присутствия опытных людей. Устанавливается всего один только столб, который поддерживается с четырех сторон канатами (рис. 46) ¹. Под канатами прикрепляют две щеки (деревянные

¹ На нашем рисунке в каждой обойме находится только два раза по три блока, тогда как в машине, описанной Витрувием, в каждой обойме имеется три раза по три блока.

подкладки), привязывают над ними обойму с канатами и под (верхнюю) обойму подкладывают поперечину около 2 футов длины, 6 дюймов ширины и 4 дюймов толщины. Обоймы устраиваются таким образом, что блоки по три вращаются один около другого. Три тяговые каната привязываются к верхней обойме, откуда их спускают к нижней обойме, где их пропускают по трем верхним блокам последней, затем их снова поднимают к верхней обойме и снаружи пропускают через ее нижние блоки. Когда после этого канаты снова дойдут до

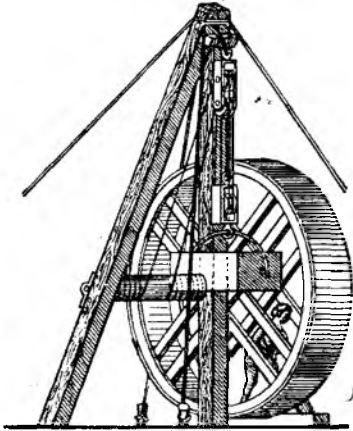


Рис. 45.

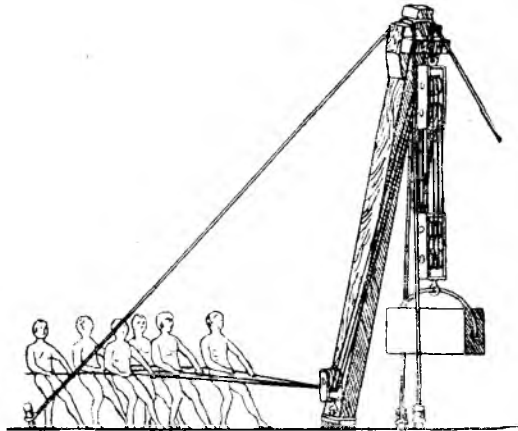


Рис. 46.

земли, их изнутри пропускают по тем трем блокам, которые находятся на втором месте, снова поднимают кверху ко вторым там находящимся, блокам, перекидывают через них, еще раз спускают книзу и еще раз поднимают кверху и, перекинув их через самые верхние блоки, отводят их к основанию столба (станка). На нижнем конце машины устанавливается третья обойма, которая у греков называется *epagon* и которую мы, римляне, называем *artemon*. В этой обойме, привязываемой у основания столба, имеются три блока, через которые пропускаются канаты, за концы которых берутся люди, поднимающие груз. Таким образом без помощи стоячего ворота три ряда людей могут тянуть канаты, благодаря чему груз быстро поднимается кверху.

Этого вида машина называется *polyspastos* (многоходовая), потому что она благодаря большому количеству блоков дает возможность легкого и быстрого ее применения. Вместе с тем, то обстоятельство, что при этой машине пользуются только

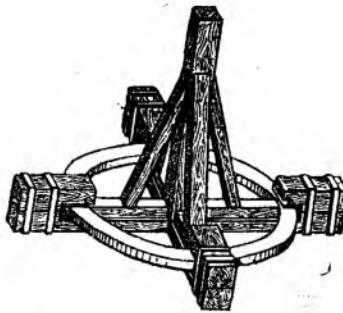


Рис. 47.

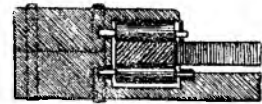


Рис. 48.

один столб, представляет то преимущество, что, перед тем как опустить груз, можно, по усмотрению, наклонять машину либо в правую, либо в левую сторону.

Все вышеописанные виды машин используются не только таким способом, но применяются также при нагрузке и разгрузке кораблей, причем для этой цели их устанавливают на «поворотном круге крана» либо в вертикальном, либо в горизонтальном положении. Кроме того, без помощи столба, пользуясь одними канатами и блоками, подтягивают к берегу корабли».

Отсюда мы видим, что во времена Витрувия уже существовали поворотные краны, которые, однако, вращались не так, как большинство современных кранов этого типа—вокруг неподвижных стоек или в кольцевых подушках и подпятниках, а были вставлены в поворотный круг. Приводимые нами рис. 47 и 48, заимствованные нами из одного труда, появившегося в XVI в. нашего

летоисчисления, дают некоторое представление о том, каковы должны были быть эти поворотные круги. Поворотный круг состоит из прочного деревянного горизонтально расположенного колеса, уложенного в четырех точках окружности, между фрикционными валиками (Antifriktionsrollen), как показано на рис. 48. Из слов Витрувия видно, что существовали как поворотные краны со стоящей на поворотном круге вертикальной колонкой, как показано на нашем рисунке, так и такие, при которых поворотный круг устанавливается на известной высоте на подмостках или на каменной башне и при которых с ним была прочно соединена только горизонтальная стрела крана. Витрувий говорит далее:

«Было бы уместно упомянуть здесь и об остроумном изобретении Херсифрона (Hersiphron). А именно, желая доставить из каменоломни стержни колонн для постройки храма Артемиды Эфесской, Херсифрон, не надеясь ввиду их тяжести и мягкости дорог на возможность доставить колонны на возах и боясь при этом, что колеса будут сильно увязать, прибег к следующему вспомогательному средству. Он соединил четыре балки (рис. 49), а именно две поперечные и две продольные, врубив их одну в другую; длина продольных



Рис. 49.

балок соответствовала длине колонн, причем они были так обтесаны, что их толщина равнялась одной трети их ширины; затем в концы колонн он вделал, залив их свинцом, железные цапфы, заканчивающиеся двойными ласточкиными хвостами, и вставил в деревянную раму металлические кольца, в которых должны были вращаться цапфы; при этом он обмотал концы веревкой, сплетенной из бычачьих ремней (?); вставленные в кольца цапфы могли вращаться совершенно свободно, так что колонны, передвигаемые запряженными спереди волами, катились без всякой задержки».

В том месте, где говорится: «кроме того, он обвязал концы веревкой, сплетенной из бычачьих ремней», в переводе Ребера имеется примечание, что слова «из бычачьих ремней», после исправлений, сделанных Марини, помещены вместо прежних трудно объяснимых слов «*baculis ligneis*». Д-р Ребер говорит далее: «Остается неясным, где находилась эта обмотка. Марини думает, что врубленные углы рамы были дополнительно связаны этим шнуром. Но, так как это кажется совершенно излишним, то весьма вероятно, что такими ремнями были обмотаны концы колонн, для того чтобы защитить их края от ударов».

Мы должны еще добавить к этому, что наложение бандажей, по видимому, необходимо и потому, что колонна имела не цилиндрическую форму, а суживалась к одному концу и поэтому не могла бы катиться в прямом направлении, если бы разница в диаметрах не была выравнена бандажами разной толщины, как это показано на нашем рисунке (рис. 49). Однако нам кажется значительно более вероятным, что эти бандажи были сплетены из прутьев ивы или какого-либо другого дерева, а не из бычачьих ремней, и поэтому мы считаем сделанное Марини исправление необоснованным. Нам кажется, что, поставив первоначальные слова текста «*baculis ligneis*» на их прежнее место, следовало бы указанную фразу перевести следующим образом: «кроме того, на концы колонн он наложил бандажи из каната, сплетенного из прутьев». Эти бандажи образовывали два колеса, на которых катилась колонна, и только такое толкование дает Витрувию право продолжать следующим образом:

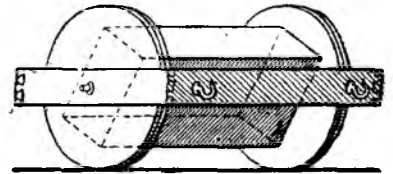


Рис. 50.

«Когда, после того как таким образом были доставлены все колонны и явилась необходимость доставить (каменные) блоки для балок, Херсифрон, сын Метагена, использовал для их доставки тот же способ, каким были перевезены и колонны. Он велел сделать два колеса, приблизительно 12 футов в диаметре и закрепил оба конца блоков между колесами (рис. 50),

вставив цапфы, как и раньше, с одной стороны в лобовые поверхности блоков, а с другой — во вделанные в раме металлические кольца. Когда воли тянули раму из балок толщиной в одну треть [фута], то цапфы, вставленные в кольца, приводили колеса в движение, а блоки, врезанные в колеса, как оси, таким образом беспрепятственно доставлялись на место работ. Представление об этом мы можем получить по каткам, при помощи которых в палестрах (школах борьбы) выравнивались дороги. Однако такая перевозка была бы невозможна, если бы вопрос доставки не облегчался незначительностью расстояния, так как расстояние от каменоломен до храма было не более 8000 футов; кроме того, путь пролегал по совершенно ровной местности.

Из приведенных слов о «катках, при помощи которых в палестрах выравнивались дороги», видно, что дорожные катки были хорошо известны во времена Витрувия.

Следующее далее описание неудавшегося сооружения того же типа не лишено некоторого интереса. Витрувий говорит:

«Когда в мое время в одном из храмов потрескалась подставка колоссальной статуи Аполлона и возникло опасение, что статуя может упасть и разбиться, было дано задание изготовить в этих же каменоломнях новую подставку; выполнение этого задания взял на себя некто Пэоний (Paeonios). Однако Пэоний не пожелал доставить этот постамент в 12 футов длины, 8 футов ширины и 6 футов высоты [весом около 22 000 кг] тем же способом, каким это было сделано Метагеном, а решил сконструировать, хотя и по тому же принципу, другого рода приспособление. Он велел сделать колеса около 15 футов в диаметре и заделал между ними концы мраморного блока (рис. 51). После этого он вокруг блока вставил между колесами двухдюймовые планки, расположив их друг от друга на расстоянии 1 фута. Затем вокруг этих планок обмотал канат, который тянули впряженные волю, причем при его разматывании колеса вращались; однако при этом не удавалось передвигать груз в прямом направлении, так как он сворачивал то к одной, то к другой стороне дороги, и поэтому постоянно приходилось тянуть его обратно. Благодаря такой неудаче Пэоний растратил свое состояние и оказался вынужденным объявить себя несостоятельным и т. д.»

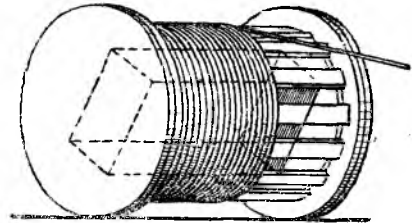


Рис. 51.

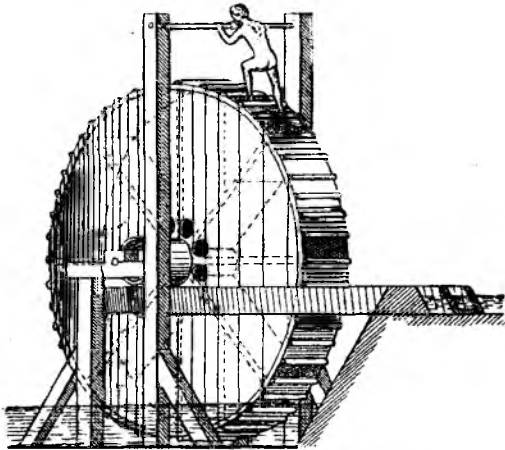


Рис. 52.

В третьей главе, озаглавленной «Элементы движения, прямая и кривая», Витрувий приводит только одну выдержку из «Механических проблем» Аристотеля, на которой мы можем и не останавливаться.

Четвертая глава, озаглавленная «Различные виды водочерпательных машин», гласит:

«В дальнейшем я опишу различные машины, изобретенные для водочерпания, но сначала я хочу сказать несколько слов о водоподъемном колесе.

Хотя оно и поднимает воду лишь на незначительную высоту, но оно быстро и легко подает значительные ее количества. Для этого берется вал, который обтачивается на токарном станке или же обтесывается по циркулю и который на обоих концах оковывается железом; посреди вала устанавливается барабанное колесо (рис. 52), которое делается из соединенных планок. Вал укладывается на сваях, которые в точках соприкосновения с ним также обиваются листовым железом. Внутри колеса вделяются радиально восемь толстых досок, идущих от вала до обшивки колеса и делящих на равные части внутренность последнего. Обшивка колеса делается из планок, между которыми остаются отверстия в полфута ширины,

через которые вода попадает во внутренность колеса. Затем на одной стороне колеса, около самого вала вырезаются круглые отверстия, соответствующие (восьми) самостоятельным отделениям колеса. Колесу, просмоленному тем же способом, каким просмаливаются корабли, придается вращательное движение ступающими на его поверхность людьми, причем вода, поступающая через отверстия в цилиндрической обшивке колеса, выливается через отверстия, находящиеся около вала, в установленный под ними деревянный бак, соединенный со спускным желобом. Таким способом для поливки садов и в солеварни подается большое количество воды.

Если нужно поднять воду на большую высоту, то подъемное колесо видоизменяется следующим образом. Вокруг вала устанавливается колесо, по своим размерам соответствующее высоте, на которую должна быть доставлена вода; вокруг него по внешнему кругу его сбоку устанавливаются кубические ящики, которые делаются водонепроницаемыми при помощи смолы и воска (рис. 53). Когда колесо путем наступания приводится в движение, то наполняющиеся (внизу) ящики поднимаются кверху и на обратном пути выливают свое содержимое в водохранилище. Если же нужно поднять воду на еще большую высоту, то для этого через вал такого колеса перекидывают две железные цепи (рис. 54), которые доходят до точки, лежащей ниже уровня воды, и к которым подвизываются бронзовые ковши емкостью

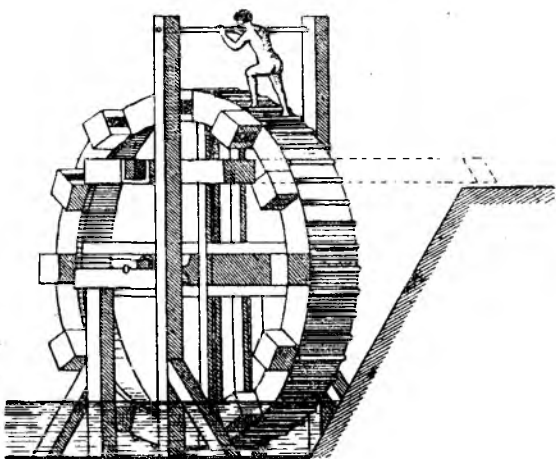


Рис. 53.

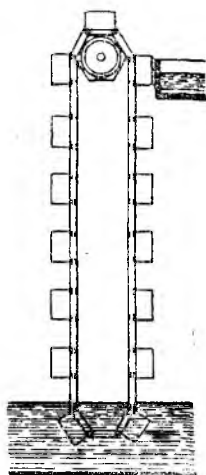


Рис. 54.

почти в один *congius* (около 3 л). Благодаря тому, что цепи обвиваются вокруг вала, ковши при вращении колеса поднимаются кверху, причем, как только они перекинутся через вал, они опрокидываются и выливают в водохранилище содержащуюся в них воду...»

Пятая глава, озаглавленная: «Речное водоподъемное колесо, водяные мельницы», гласит:

«В реках также устанавливаются водоподъемные колеса, подобные вышеописанным, с той только разницей, что к ним с наружной стороны приделываются лопасти [рис. 55, который мы, за исключением размеров зубчатых колес, целиком заимствуем из перевода Ребера], которые, будучи подхвачены течением воды, своим движением заставляют вращаться колесо и, наполняя при этом ящики водой и поднимая их кверху, без работы толкания, путем использования течения воды, сами, вращаясь, выполняют необходимую работу.

Таким же способом приводится в движение и водяные мельницы, при которых все устраивается также, за исключением того, что на одном из концов вала вращается зубчатое колесо (рис. 56). Последнее устанавливается в вертикальном положении и вращается вместе с лопастным колесом в одинаковом с ним направлении. С ним сцепляется другое зубчатое колесо меньших размеров, установленное горизонтально, которое вращается на (вертикальном) валу, заканчивающемся в своей верхней части двойным ласточкинским хвостом, вделанным в жернов. Благодаря тому, что зубцы, сидящие на валу (лопастного колеса) зубчатого колеса, сцепляются с зубцами горизонтального колеса и при этом его вращают, вращается и самый жернов. Подвизанный над этой машиной желоб непрерывно подает зерно к жерновым камням, которые своим вращением размалывают его в муку.»

В том месте, где говорится: «с ним сцепляется другое зубчатое колесо меньших размеров» в переводе Ребера следует примечание: «В рукописи сказано: «*turpanus majus*» вместо «*turpanus minus*», однако еще Перо и Гальяни (Perault, Galiani) указали на то, что это по существу дела неразумно. Действительно, представим себе относительно медленное вращение мельничного лопастного колеса. Если же это вращение будет передаваться при помощи меньшего зубчатого колеса большему зубчатому колесу, то благодаря этому жернова будут вращаться еще медленней, чем вращается лопастное колесо. Так как непрактичность такого устройства сразу бросается в глаза любому, даже некомпетентному, человеку, то трудно себе представить, как Родэ, Шнейдер и Марини могли так упорно придерживаться старого текста».

Но, если мы вспомним, что именно во времена Витрувия появились первые водяные мельницы (см. Энциклопедический словарь Пирера,

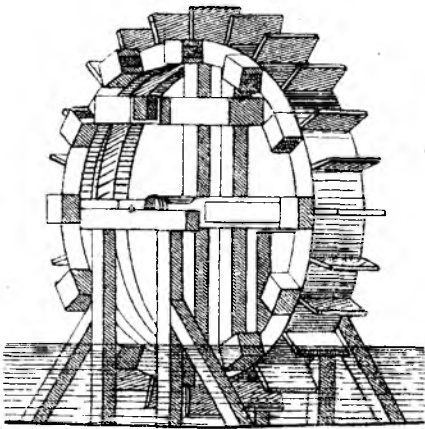


Рис. 55.

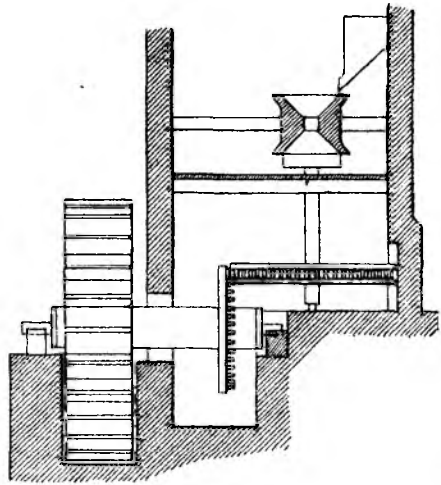


Рис. 56.

статью «Мельница»), что до тех пор пользовались только ручными и «ослиными» мельницами, при которых к верхнему жернову просто приделывали горизонтальную штангу, которую вращали, двигаясь вокруг мельницы, запряженные рабыни, или осел, то нам покажется вполне вероятным, что и у этих первых водяных мельниц, заимствовавших способ размол у старых, жернов вращался очень медленно. Если мы, кроме того, примем во внимание, что водяные колеса в древности делали обыкновенно небольшого диаметра и что, вместе с тем, принимались соответствующие меры для образования очень быстрого течения и что, благодаря этому, водяные колеса делали относительно большое число оборотов в минуту, то надо полагать, что во времена Витрувия, если не у всех, то по крайней мере у большинства водяных мельниц существовала колесная передача для замедления хода. Поэтому мы относимся с доверием к относящимся сюда древним рукописям и считаем замену слова «*majus*» на «*minus*» необоснованной.

В шестой главе Витрувий приводит подробное описание водяного винта или «улитки» (рис. 57) и способ его изготовления.

Заслуживает внимания то обстоятельство, что при этом (а еще больше при следующем ниже описании катапульты) применен метод пропорциональных чисел, благодаря последовательному проведению которого

в наше время Редтенбахер (Redtenbacher) достиг столь значительных успехов в отношении развития рационального машиностроения. Витрувий говорит:

«Существует также машина, именуемая улиткой, которая хотя доставляет и значительное количество воды, но поднимает ее на меньшую высоту, чем водоподъемное колесо. Эта машина устраивается следующим образом. Берут балку стольких футов длины, скольких она дюймов толщины (т. е. $L=16d$), и придают ей форму вала, обтесав ее по циркулю. Окружности обеих лобовых поверхностей разделяют таким образом, чтобы у положенной на земле балки линии на обоих концах ее по ватерпасу соответствовали друг другу [это значит, что каждой линии, находящейся на одной концевой поверхности, на другом конце соответствует другая линия, лежащая с первой в одной плоскости]. После этого, по выверенному ватерпасом горизонтально лежащему на земле валу, проводят от одного его конца до другого прямые линии [т. е. горизонтальные линии, соединяющие конечные точки соответственных линий, находящихся на концевых поверхностях] и затем делят длину вала на части, равные одной восьмой части окружности. Благодаря такому делению, как в направлении окружности,

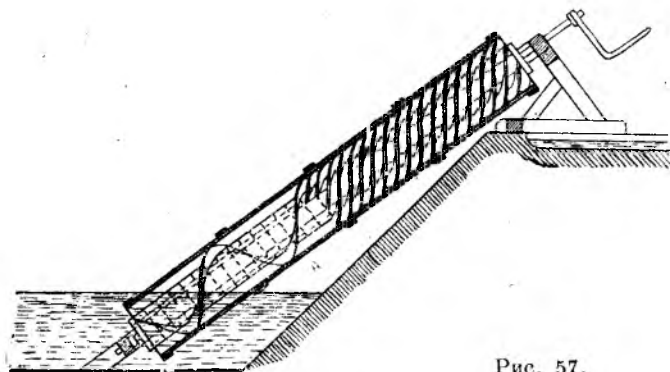


Рис. 57.

так и в продольном направлении получают между линиями одинаковые расстояния. Проводимые по окружности вала линии пересекают прямые в определенных точках.

После того как они будут тщательно нанесены, берут тонкую ивовую рейку или расщепленную лозовую планку (рейки должны были быть очень гибкими и мягкими), обмакивают ее в жидкую смолу и закрепляют (одним концом) в первой из упомянутых точек пересечения [несомненно, при помощи деревянного или металлического гвоздя], затем

направляют ее наискось к следующим точкам пересечения и продольных линий с круговыми линиями и по мере того как она, наматываясь на вал, соприкасается с отдельными точками пересечения, закрепляют ее [приколачивают] в этих точках и таким образом, когда она коснется восьмой точки, считая от ее начала, доходят до той же прямой (продольной), от которой она исходила и на которой был прибит ее нижний конец [ее начало]; таким образом, пройдя расстояние между восемью точками, рейка в продольном направлении дойдет до восьмой точки. Уложенные по той же схеме из восьми точек окружности и закрепленные в точках пересечения продольных линий с круговыми рейки образуют спиралевидные желобки, схожие с естественной спиралевидной раковинной улитки. На устроенное таким образом основание (или основную рейку) набивают одну на другую целый ряд также пропитанных жидкой смолой реек до тех пор, пока диаметр вала вместе с рейками не достигнет восьмой части

длины ($D = \frac{L}{8} = 2d$). К этим спиралам прибавляют обшивку из досок, чтобы закрыть спираль.

ные ходы, затем пропитывают ее смолой и обивают железными обручами для того, чтобы она не могла лопнуть под влиянием воды. Концы вала обиваются листовым железом, после чего в них забивают железные цапфы. Справа и слева водяного винта устанавливаются балки, концы которых соединяются поперечными балками, образующими раму; в поперечных балках находятся железные подшипники, в которые вставляются цапфы; устроенный таким образом водяной винт вращается при помощи «ступенчатого колеса, приводимого в движение людьми». [Способ соединения водяного винта со ступенчатым колесом не описывается; поэтому мы, простоты ради, на нашем рисунке снабдили винт рукояткой.] Он должен быть установлен под острым углом вниз, в соответствии с пифагоровым прямоугольным треугольником, т. е. таким образом, чтобы высота, на которую будет поднят верхний конец винта, равнялась трем частям разделенной на пять частей длины винта, благодаря чему расстояние от вертикальной линии до нижнего отверстия винта будет равно четырем таким частям».

Почему Витрувий называет прямоугольный треугольник с длиной сторон, равной 3, 4 и 5 «пифагоровым» треугольником, объясняется одним местом из предисловия к девятой книге, которое гласит:

«Дальше Пифагор показывает нам, как можно найти прямой угол без помощи ремесленника, причем в то время, как ремесленники лишь с большим трудом могут довести угломер до совершенства, этим способом можно легко и безошибочно построить прямой угол, если его рассчитать согласно его (Пифагора) указаниям. А именно, берут три линейки, из которых одна будет трех, другая четырех, а третья пяти футов длины, и соединят их таким образом, чтобы они, сходясь наружными концами, образовали треугольник, в результате получается абсолютно правильный прямой угол».

В седьмой главе говорится о «магнетательном насосе Ктезибия», т. е. о двухцилиндровом магнетательном насосе, напоминающем описанный Героном Старшим пожарный насос (см. стр. 22), но, так как описание Витрувия в некоторых отношениях несколько отличается от описания Герона и так как оно не особенно длинно, то мы приводим его дословно. Витрувий говорит:

«Эта машина делается из бронзы. Она состоит из двух цилиндров, находящихся на близком друг от друга расстоянии и снабженных виллообразными соединительными трубками, которые примыкают к находящемуся между цилиндрами воздушному колоколу. В этом колоколе у верхнего отверстия соединительных трубок приделываются точно пригнанные клапанные заслонки (рис. 58), которые закрывают отверстия и не дают обратного хода тому, что давлением воздуха нагнетается в воздушный колокол. На воздушном колоколе помещается колпак, похожий на опрокинутую воронку, соединенный с колоколом посредством ушков с прорезанными через них клиньями (черами), для того чтобы он не мог подняться под напором нагнетаемой воды. Над колпаком закрепляется вертикальная трубка, которая называется подъемной трубой. Цилиндры насоса несколько ниже нижних отверстий соединительных трубок над отверстиями, прорезанными в дне цилиндров, имеют клапанные заслонки. Вставленные в цилиндр насоса массивные, высверленные, отшлифованные и смазанные маслом поршни приводят сверху в движение при помощи штангов и рычагов. Быстро двигаясь в обоих цилиндрах, они попеременно дают на заключенный в них вместе с водой воздух, закрывают клапаны нижних отверстий и давлением воздуха по соединительным трубкам подают воду в воздушную камеру, откуда она поднимается в колпак и давлением воздуха выбрасывается наружу через подъемную трубку. Таким способом, по устройстве водохранилища, доставляется вода для фонтанов».

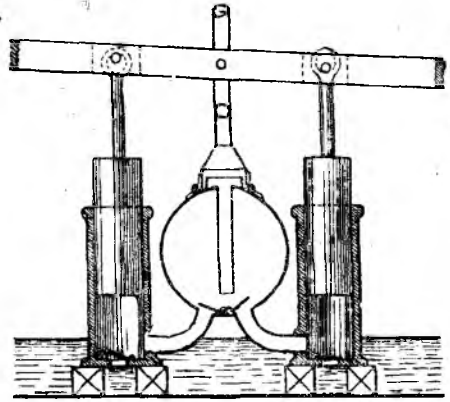


Рис. 58.

В этом описании не сказано, что в колпаке, находящемся на воздушном колоколе и служащем основанием подъемной трубки, находится вышущей клапан, как это обыкновенно бывает в современных насосах этого типа; повидимому, колпак служил только для более прямого соединения стемной подъемной трубки с воздушным колоколом. То обстоятельство, что здесь упоминается о легко отделяющейся от насоса трубе, объясняется тем, что, когда Витрувий писал свой труд об архитектуре, он, главным образом, должен был иметь в виду насосы, предназначенные для строительных целей, следовательно, насосы переносные.

В восьмой главе говорится об изобретенном тем же Ктезибием в одяном органе, описание которого, сделанное Героном Старшим, помещено в предыдущем очерке. В описании Витрувия мы находим следующие изменения, по всей вероятности усовершенствования, которые были сделаны со времени Герона.

Клапаны воздушных насосов уже не состоят из тонких пружинящих металлических ящичков, Витрувий говорит по этому поводу:

«В верхней гладкой крышке цилиндра насоса имеются отверстия приблизительно 3 дюймов [45 мм] в диаметре. Около них на шарнирах помещаются бронзовые дельфины,

которые держат во рту подвешенные на цепочках и висящие под самыми отверстиями цилиндров накладки».

Вообразим себе эти клапаны такими, какими они изображены на заимствованном из перевода Ребера рис. 59.

Далее Витрувий дает описание духового ящика для нескольких регистров, что служит доказательством того, что устройство органов после Герона было значительно усовершенствовано. Однако это описание не представляет для нас особого интереса, вследствие чего мы не считаем нужным останавливаться на нем.



Рис. 59.

В десятой главе говорится об автоматическом измерении пути, пройденного повозкой или кораблем. Измерительный аппарат для повозок изображен нами на рис. 60. Описание гласит:

«Если вопрос касается повозки, то колеса ее должны быть $4\frac{1}{6}$ фута [1,208 м], в диаметре для того чтобы колесо при каждом повороте покрывало расстояние в $12\frac{1}{2}$ футов. На ступицу колеса с внутренней стороны насаживают неподвижный кружок с выступающим на его поверхности зубцом. Над ним к кузову приделывается ящик с установленным в нем вертикально вращающимся вокруг своей оси зубчатым колесом, которое снабжено 400 зубцами и в котором входит зубец нижнего кружка. Кроме упомянутых 400 зубцов на этом колесе имеется еще другой зубец, прикрепленный сбоку и выступающий над первыми зубцами. Над этим колесом в горизонтальном положении в другом ящике устанавливается третье колесо такого же типа, в зубцы которого входит зубец, находящийся сбоку второго колеса. В этом (третьем) колесе просверливают столько отверстий (по одному за каждым зубцом), сколько повозка за день может проехать миль, кладут во все эти отверстия круглые камешки и в дне ящика (к которому почти прилегает это горизонтальное колесо) проделывают отверстие, к которому примыкает небольшая трубка, через которую, когда они доходят до этого места, уложенные в зубчатом колесе камешки поодиночке падают в находящийся в ящике бронзовый сосуд... Когда нижний кружок сделает 400 оборотов, повернет один раз верхнее зубчатое колесо, повозка пройдет расстояние в 5000 фут., т. е. в одну милю [=1480 м]; поэтому по звону падающих отдельных камешков можно узнать о каждой пройденной миле; число же камешков, которые потом снизу вынимаются, дает общее количество пройденных за день миль.

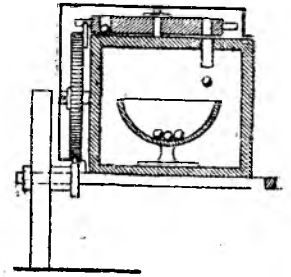


Рис. 60.

При путешествии на корабле пройденное расстояние измеряется лишь подобно описанному выше способу за небольшим изменением. Сквозь боковые стенки корабля пропускают вал, конец которого выступает наружу; на этом конце закрепляют колесо $4\frac{1}{6}$ футов в диаметре, снабженное погружающимися в воду лопатками.

Ось таких лопастных колес соединяется затем с таким же счетчиком, как было описано выше при повозках.

В заключение мы заимствуем еще из десятой главы описание катанульты (рис. 61, 62 и 63), которое, как уже было сказано, представляет для нас значительный интерес, главным образом, из-за полностью приведенного в данном случае «метода пропорциональных чисел». Оно гласит:

«Все пропорции устанавливаемых горизонтальных орудий рассчитываются по данной длине стрелы, которую должна пускать машина, о которой идет речь, причем величина отверстий, в которые вставляется связка веревок, обматывающих лук, должна равняться девятой части длины этой стрелы. [Как видно из главы XI, тетива сплеталась из волоса, и притом преимущественно из женских волос, или же из жил]. По величине этих отверстий рассчитываются высота и ширина рамы для натягивания лука (Spannrahmen) [величина этих отверстий вообще представляет собой, как мы теперь выражаемся, основную величину (Bezugseinheit) и поэтому в дальнейшем, вместо часто повторяющихся здесь слов: «диаметр отверстий для натягивания» (Spannlochdurchmesser), мы будем пользоваться знаком d]. Горизонтальные брусья, образующие верхнюю и нижнюю части рамы и именуемые peritreta (просверленные), должны иметь толщину, равную одному d , и ширину на концах

в $1\frac{1}{2}d$, а в остальной части в $1\frac{3}{4}d$. Высота вертикальных брусьев рамы, расположенных с правой и левой сторон, должна быть равна $4d$, не принимая в расчет цапфы, а толщина их должна быть в $\frac{5}{8}d$, цапфы же должны быть толщиной в $\frac{1}{2}d$. От вертикального бруса рамы до отверстия в раме должно быть расстояние в $\frac{1}{4}d$ и такое же расстояние

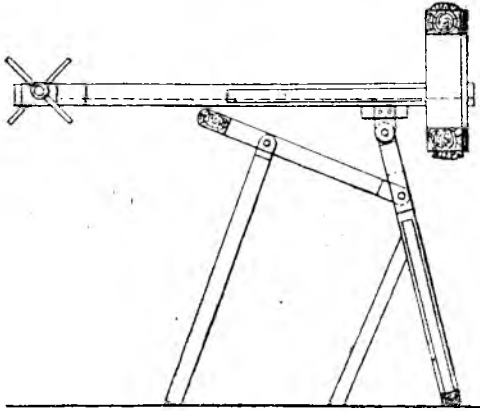


Рис. 61.

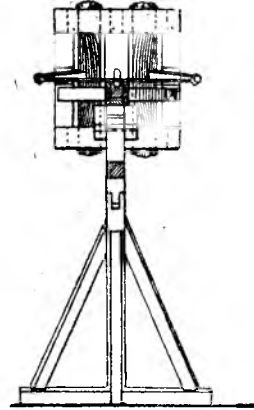


Рис. 62.

должно быть между отверстием и средним вертикальным брусом. Ширина этого среднего бруса должна быть равна $1\frac{3}{4}d$, а толщина — $1d$. Отверстие в среднем вертикальном бруске, в которое вставляется стрела, должно быть в $\frac{1}{4}d$. Все четыре угла рамы оковываются листовым железом и скрепляются бронзовыми болтами и гвоздями.

Направляющая часть, которая по-гречески называется *syrix*, делается длиной в $19d$; бруски, которые иногда называют щеками и которые справа и слева прибиваются к направляющей части, должны иметь $17d$ в длину, $1d$ в высоту и толщину в $\frac{3}{8}d$ (?). Кроме того, приделываются еще два бруска, в которые вставляется ворот и которые должны быть $3d$ длины и $\frac{1}{2}d$ ширины; тот же брусок, который называется «*Bänkchen*» и который иногда называют «*Gehäuse*», закрепляется цапфами в виде ласточкиных хвостов и должен быть в длину равен $1d$, а в высоту $\frac{1}{2}d$ (этот брусок, повидимому, закрывал сзади футляр ворота). Длина ворота должна равняться $3d$, толщина — $\frac{3}{4}d$. Собачка (зацепка) должна быть $\frac{3}{4}d$ длиной и $\frac{1}{4}d$ толщиной, такой же должна быть и толщина ее подшипника. Длина рычага, называемого также рукояткой (спуска), должна равняться $3d$, а ширина и толщина $\frac{1}{2}d$; длина челнока [это был брусок, двигавшийся в направляющей части, снабженный сверху желобком, в котором помещалась стрела и который при натягивании катапульты вместе с тетивой и стрелой оттягивался назад и после спуска проходил вместе с последней некоторое расстояние; более подробные сведения даны в примечании к переводу Ребера] должна была быть равна $16d$, толщина $\frac{1}{2}d$ и высота $\frac{3}{4}d$. Основание подставки должно иметь на земле $8d$, ширина нижней доски, в которую вставляется подставка, должна равняться $\frac{3}{4}d$, толщина ее $\frac{5}{8}d$, высота подставки до цапфы $12d$, ширина $\frac{3}{4}d$ и толщина $\frac{3}{4}d$. Все три ножки подставки должны быть длиной в $8d$, шириной в $\frac{1}{6}d$ и толщиной в $\frac{7}{16}d$. Длина цапфы подставки должна равняться $\frac{1}{2}d$, длина основной стойки подставки $2d$, ширина закрепленного впереди бруса $\frac{3}{4}d$ и толщина его $\frac{1}{2}d$. Небольшая задняя перекладина, которая по-гречески называется *antibasis* [подпорка, на которой покоился задний конец направляющей части], должна иметь $8d$ в длину, $\frac{3}{4}d$ в ширину и $\frac{5}{8}d$ толщины; установленная под ней ножка — длину в $12d$, а ширину и толщину такую же, как упомянутая выше перекладина. Над этой перекладиной находится опорный брусок или подпора в $2\frac{1}{2}d$ длиной, $\frac{1}{2}d$ толщиной и $\frac{1}{2}d$ шириной. Рычаги ворота должны быть $2\frac{1}{2}d$ длины, $\frac{1}{2}d$ толщины и $\frac{1}{3}d$ ширины. Поперечины (*transversaria*) должны вместе с цапфами быть $10d$ длины, $\frac{1}{2}d$ ширины и $\frac{1}{2}d$ толщины. Длина крыльев лука должна быть $7d$, толщина у внутреннего конца $\frac{5}{8}d$, у наружного $\frac{1}{2}d$, а изгиб в $\frac{1}{8}d$.

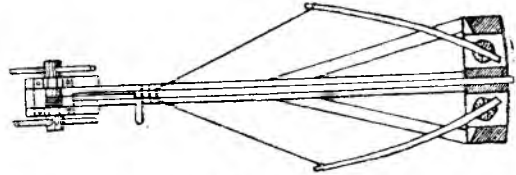


Рис. 63.

Сделанный нами на основании этих данных рис. 61 в отношении подставки и так называемых поперечин (*transversaria*) значительно отличается от рисунка, помещенного в издании Ребера. На рисунке последнего катапульта установлена на неподвижной подставке, тогда как нам кажется совершенно необходимым, чтобы всякая подставка для огнестрельного оружия (лафет) давала возможность вращать последнее вокруг его горизонтальной оси для того, чтобы можно было изменять угол возвышения. На этом основании мы под выражением «цапфы подставки» в тех местах, где говорится: «высота подставки до цапфы» и «длина цапфы подставки», разумеем горизонтальную вращающуюся цапфу и тогда мы вполне находим место применения для «перекладины подставки» и «закрепленных впереди брусков», служащих для образования шарнира для этой вращающейся цапфы, как это видно на нашем рисунке, тогда как эти части на рисунке Ребера совершенно отсутствуют. Соответственно этому мы, однако, должны сделать соединение треноги с перекладиной и перекладины с поддерживающей ее ножкой шарнирообразными и так расположить ножки треноги (из которых на рисунке Ребера только две находят себе применение), чтобы вращающаяся цапфа катапульта устанавливалась уже при помощи одной только треноги, в то время как задняя подпорка, в зависимости от ее наклона, удерживает опорный брусок задней части катапульта в более высоком или более низком положении и тем самым определяет возвышение орудия.

Относительно *transversaria* (поперечин) Ребер в примечании возражает против мнения Кехли (*Köchly*) и Рюстова (*Rüstow*), которые разумеют под ними вставленные в ворот рычаги, и говорит далее: «Относительно этих рычагов в особенности трудно высказать другое предположение потому, что в этом месте у Витрувия прерывается связь, и в описании подставки он вдруг перескакивает на рычаги ворота, а затем, после этих поперечин, на крылья лука, но для чего-то они, конечно, были нужны, причем в описании отсутствует еще один существенный пункт, относящийся именно к вороту: когда при помощи ворота оттягивался челнок и натягивалась тетива, то каким способом закреплялся ворот? Я полагаю, что это делалось при помощи этих самых поперечин, которые нужно было только вставить в какой-нибудь угол или же в другое какое-нибудь место, для того чтобы предупредить возможность обратного движения рычагов».

Однако, поперечина должна быть $10d$ длины, включая цапфы. При диаметре отверстия в 120 мм, который соответствует длине стрелы в 1,08 м, это составляет для поперечин примерно длину в 1,20 м, причем ширина и толщина, по данным Витрувия, равняются 60 мм. Применять такие большие брусья в качестве запорных рычагов для маленького ворота с диаметром вала равным $\frac{3}{4}d = 90$ мм было бы нецелесообразно.

Вместе с тем мы согласны, что «для чего-то *transversaria*, конечно, были нужны», и если мы рассмотрим сконструированную по данным Витрувия катапульта, то нам бросается в глаза, что соединение тяжелой рамы с направляющей частью далеко недостаточно прочно, так что это соединение под действием тяжести рамы, ее сотрясений при ударах лука и вследствие толчков при перевозке могло легко ослабнуть, если углы между рамой и направляющей частью не будут скреплены соответствующими брусьями. Для этой цели как раз подходят описанные брусья, а, так как под поперечной линией [*Transversalen*] обыкновенно разумеют линию, которая пересекает любую систему линий или плоскостей, то название *transversaria* вполне подходит и для таких брусков, которые пересекают обе стороны угла ¹.

* ¹ В описании ватерпаса «*chorobat*» Витрувий брусья, устанавливаемые между стойками и линейкой (ср. стр. 39), также называет «*transversaria*».

Поэтому мы на нашем рисунке изобразили эти бруски соединяющими направляющую часть с рамой, и присутствие их здесь мы считаем безусловно необходимым.

В одиннадцатой главе Витрувий описывает баллисты, представляющие собой метательные машины, схожие с катапультами, которые, однако, пускали не стрелы, а камни или каменные шары и «натягивались при помощи рычагов и воротов, одни при помощи полиспаста, другие — стоячего ворота или же, наконец, при помощи зубчатых колес». Однако сделанное Витрувием описание баллист менее ясно, чем только что приведенное описание катапульт, и не представляет для нас большого интереса, так же, как и последние четыре главы его работы, в которых говорится об осадных сооружениях, о так называемых черепахах, применяемых для заполнения рвов, и о оборонительных сооружениях.

ГРАВЮРЫ ВРЕМЕН ГУССИТСКИХ ВОЙН

(Около 1430 г.)

Работа М. Бертелло, озаглавленная «*Pour l'histoire des arts mécaniques et de l'artillerie vers le fin du moyen-âge*» («К истории механического искусства и артиллерии в конце средних веков»), опубликованная в «*Annales de Chimie et de Physique*», серия шестая, т. XXIV, Париж 1881 г., обратила наше внимание на некоторые рукописи, которые открыли новые точки зрения в анализе старых работ по машиностроению.

Бертелло говорит:

«При исследовании огневых сооружений у древних и «греческого огня» мне пришлось изучать различные иллюстрированные рукописи по механике и артиллерии, содержащие интересные документы по истории прикладных наук, особенно механики и артиллерии. Я счел полезным воспроизвести хотя бы некоторую часть этих рисунков фототипией, ибо воспроизведение всего в целом потребовало бы слишком больших затрат. Были взяты почти все рисунки, относящиеся к артиллерии.

Одна рукопись находится в королевской библиотеке в Мюнхене (латинская, № 197). Директор библиотеки Лаубманн обратил на нее мое внимание и прислал ее мне. Она составлена из двух рукописей — одной немецкой и одной итальянской, которые ничего не имеют между собою общего, кроме переплета.

I. Первая тетрадь, которую я обозначаю «I», имеет 48 листов размером 220 × 320 мм, которые покрыты с обеих сторон рисунками аппаратов. (В дальнейшем изложении V означает переднюю сторону листа, R — заднюю). Рисунки несколько грубы, но точны и определены. Нумерация листов идет подряд без пропусков или вставок. К некоторым рисункам имеются примечания на старонемецком языке. Там упоминаются Мюнхен и Нюрнберг и гусситский военный лагерь из повозок — как относящиеся к одному периоду, отсюда следует, что рисунки относятся примерно к 1430 г., ибо Жижка, который пользовался этими приборами, умер в 1424 г., а табориты погибли в 1434 г. Там также идет речь об одном историческом событии (осада Зааца Архингером фон-Зейнсгеймом), которое, согласно карандашной заметке, произошло в сентябре 1421 г.... Имя автора неизвестно.

II. Вторая тетрадь примерно втрое больше по объему. Размер листов 220 × 300 мм. Нумерация несколько раз корректировалась; повидимому, в различное время производились изменения и исправления. Как можно думать, мы имеем дело с книжкой записей и рисунков итальянского инженера, содержащей наброски всевозможных механических и военных конструкций, а не с ученым произведением, каковым является относящийся к тому же времени трактат Роберта Вальтурия «*De re militari*», напечатанный в 1472 г. в Вероце и несколько раз переиздававшийся в течение XV и XVI вв.; и от которого сохранилась рукопись, относящаяся к середине XV в. Некоторые рисунки выполнены хорошо, некоторые же представляют собой лишь наброски на бумаге с краткими или обстоятельными примечаниями на латинском или итальянском языках. Некоторые из них, которые я целиком воспроизвел, датированы 1438 и 1441 гг., на них также указан автор рисунков — Мариан Якоб из Сиены, а также многие его современники из этого же города.

Имя имеет громадное значение. На самом деле, мюнхенская рукопись, повидимому, была лишь черновиком или запиской книжкой, при помощи которых рукопись была составлена в Венеции. Мариан Якоб, названный Таккола, пользовался большой известностью в XV в. Он был изобретатель и современники прозвали его Сиенским Архимедом. Многие его рисунки являются, несомненно, невыполненными проектами, но носят практический характер. Во всяком случае мюнхенская рукопись — дело его рук и напоминает в этом отношении знаменитые эскизы Леонардо да Винчи, которые в настоящее время издаются Равессоном...».

Ввиду того, что изданные фототипии охватывают, главным образом, артиллерийские эскизы, то надо полагать, что названная рукопись содержала еще другие рисунки, которые, быть может, представляли бы еще больший интерес, чем выбранные Вертело. При просмотре рукописи в Королевской дворцовой и государственной библиотеке в Мюнхене эти наши предположения вполне подтвердились, а именно: обнаружился еще целый ряд эскизов, из которых мы некоторые отобрали и воспроизводим здесь в уменьшенном размере.

В первой тетради находятся:

Рис. 64 (лист 2 V оригинала). Поворотный кран, у которого горизонтальный канатный барабан приводится непосредственно двумя ручными маховичками и сила тяги которых удваивается рабочим блоком.

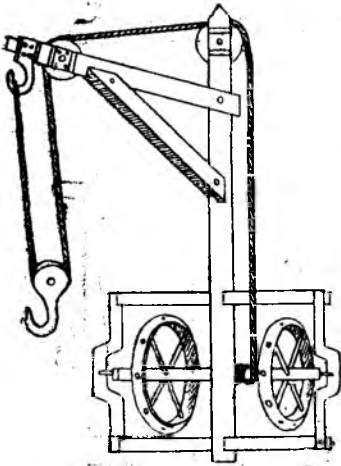


Рис. 64.

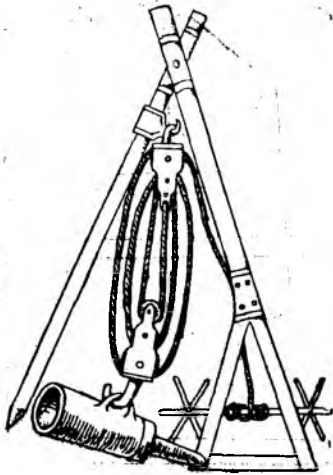


Рис. 65.

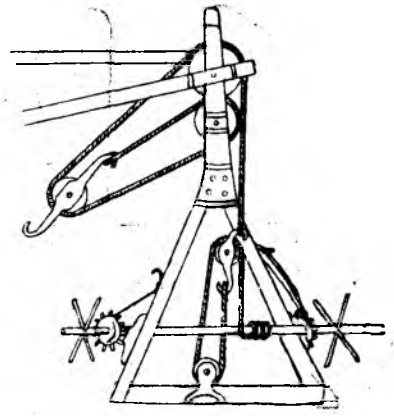


Рис. 66.

Рис. 65 (лист 2 R). Треножный кран с канатным воротом и шестикратным полиспастом.

Уже Герон Старший Александрийский говорил: «Для подъема грузов вверх строят одноножные (*monoxoloi*), двуножные или треножные машины» (см. стр. 36 нашего очерка о Паппе). Витрувий в своей работе «De architectura» говорит лишь об одноножных и двуножных кранах, ибо треножные и четырехножные менее подходят для строительных целей. Из описания Витрувия двуножного крана явствует, что у треножных кранов римлян и греков три ножки делались из трех брусьев равной длины и соединялись сверху, в то время как здесь обе ножки на половине высоты соединяются железным башмаком и отсюда кверху идет уже лишь один брус.

Рис. 66 (лист 3 V). Четырехножный кран, у которого две ноги также соединяются на половине высоты железным башмаком. Груз висит на тройном полиспасте (*trispastos*), причем концы каната захватываются прикрепленным к ножке крана двойным полиспастом. Конец каната этого последнего наматывается на горизонтальный вал ворота. При этом имеется следующее примечание:

«Это подъемник, применяемый в Мюнхене для орудий».

Рис. 67 (лист 3 R). Двойной поворотный кран с двумя вращающимися подкрановыми балками, между которыми на валу ворота насажен вертикальный канатный барабан. Средняя часть тягового каната несколько раз обернута во-

круг канатного барабана; каждый конец идет отсюда к направляющему ролику у подножья подкрановой колонки, затем через второй ролик на верхнем конце колонки и через третий на конце поперечины или выпускной балки. Обе подкрановые колонки на рисунке установлены слишком близко друг к другу, ибо надо, чтобы коромысла ворота проходили между ними. К этому рисунку имеется следующее примечание:

«Это—нюрнбергский подъемник с двумя ящиками, из которых один идет вверх, а другой вниз, для земляных работ. Он приводится двумя лошадьми».

Рис. 68 (лист 38 V). Простой поворотный кран подобной же конструкции, но у которого ворот установлен под краном.

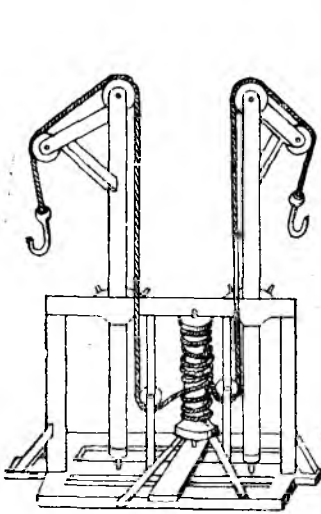


Рис. 67.

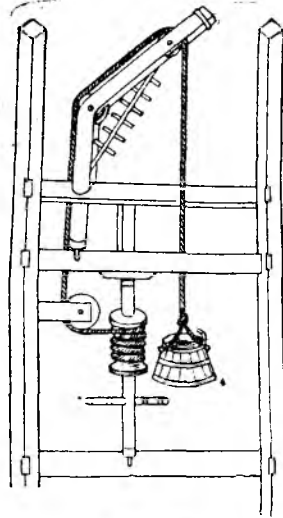


Рис. 68.

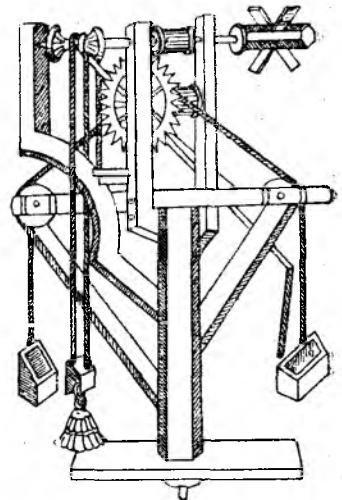


Рис. 69.

Рис. 69 (лист 4R). Примечание к этой машине гласит следующее:

«Это подъемник, которым разбирают башни или другие строения. Один ковш идет вниз, другой — вверх».

Эта машина служит, следовательно, не для подъема, а лишь для спуска грузов, причем главная задача здесь сводится к избеганию слишком быстрого хода и обеспечению тормозной задержки. Вокруг горизонтального барабана обвивается канат, концы которого идут через направляющий ролик и несут ковши для захвата опускаемого груза. Зубчатое колесо, крепко соединенное с этим барабаном, захватывает шестерню, прикрепленную к горизонтальному валу. На правом конце его насажено крыло ветрянки наподобие тех, которые применяются и теперь для избегания слишком быстрого хода боевых механизмов часов. Кроме того, слева на валу зубчатой передачи прикреплен канатный барабан, служащий тормозным колесом или диском, на нем уложен канат, оба конца которого внизу прикреплены к грузу. На этом грузе висит клеть или второй груз в форме ящика, чтобы удобнее было его захватить и в случае необходимости еще сильнее натянуть тормозной канат. Позади станины машины помещается косою рычаг, левый вышестоящий конец которого захватывает позади тормозного диска тормозной канат; к правому же нижнему концу рычага прикреплена сигнальная веревка. При натяжении этой последней тормозной канат несколько поднимается

с тормозного диска и груз опускается. Если же отпустить веревку, то трение тормозного каната на тормозном диске увеличивается и машина останавливается. Чрезвычайно интересно, что здесь уже применен правильный принцип—дать полное действие тормозу, когда рабочий отпускает веревку на рычаге управления, и дать машине работать лишь до тех пор, пока рабочий держит веревку для управления в руке.

Рис. 70 (лист 9 V). Винтовой домкрат для подъема ствола орудия. Деревянный винт, на котором висит орудие, свободно проходит через доску и попадает в гаечную нарезку, вырезанную в толстой доске, лежащей на поверхности стола. На конце этой доски прикреплены крепкие железные стержни, нижние концы которых держит рабочий, и с ними обходят вокруг стола, чтобы завернуть или

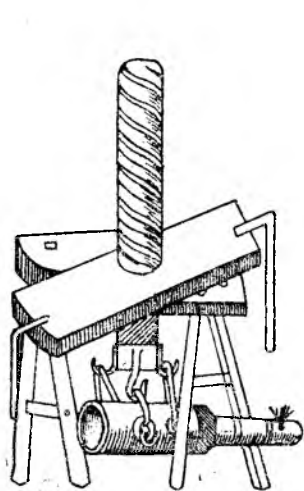


Рис. 70.

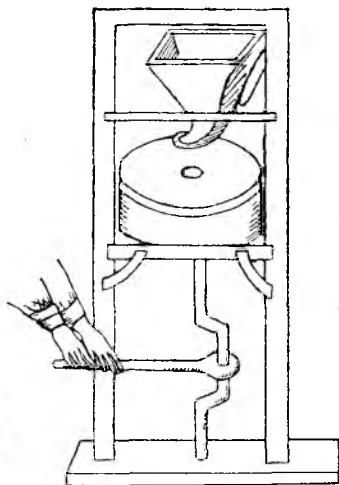


Рис. 71.

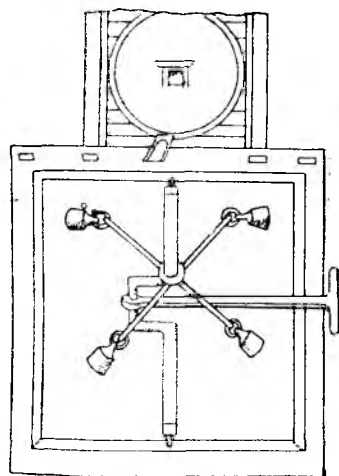


Рис. 72.

отпустить винт. Висящее на винте орудие—одна из старых бомбард, которые заряжались большими каменными ядрами. Задняя часть, образующая пороховую камеру и снабженная запальным отверстием, значительно меньшего диаметра, чем передняя часть, в которой находились большие ядра. Железные ядра появились лишь в конце XV в. (см. стр. 73 нашего очерка о Бирингуччо). Рисунки винтовых домкратов такого же рода и для тех же целей находятся и в работах Лорини (1597 г.).

Рис. 71 (лист 18 V). Мельничный постав с ручным приводом. Примечание гласит:

«Кто хочет построить мельницу, должен взять две железных балки и придать железу указанную на рисунке форму. Вверху и внизу они должны быть стальными. Подошва, куда вставляется балка, тоже должна быть из стали, а жернова шириной в три фута; для хорошего помола надо сильно натягивать жернова веревками, каждую помощью двух рабочих».

Ввиду того, что здесь речь идет о двух шатунах или натяжных стержнях, то эта мельница отличается от описанной в нашем очерке о Рамелли (рис. 226, стр. 158) лишь тем, что здесь натяжной стержень непосредственно захватывается рабочим, а там он соединен еще с ручкой. У Рамелли, кроме того,—двойное веретено жернова, здесь же простое изогнутое.

Рис. 72 (лист 42 V) изображает схожую мельницу. Жернова изображены горизонтальной проекции, а нижняя часть мельницы сбоку. На веретене жер-

нова насажена крестовина с подвешенными маховыми грузами, подобные часто встречаются на маховиках в «Художественных рисунках всякого рода водяных, ручных и конных мельниц»¹ Якоба де Страда из Росберга (Франкфурт-на-Майне 1618 и 1629 гг.), откуда они перешли в беклеровский «Theatrum machinarum» (Нюрнберг 1661 г.), содержащий вообще лишь оттиски гравюр Страда, Рамелли и других. Из имеющихся здесь рисунков явствует, что такие подвешенные маховые грузы употреблялись еще за 200 лет до появления работы де Страда и в его время были уже устаревшим приспособлением.

Рис. 73. Мельница с ручным приводом и валом зубчатой передачи, на которой насажена крестовина с маховым крючкообразным грузом и цапфой, приводимой в движение помощью стержня, нарисованного над крестовиной.

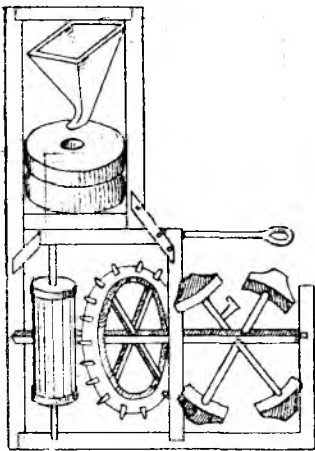


Рис. 73.

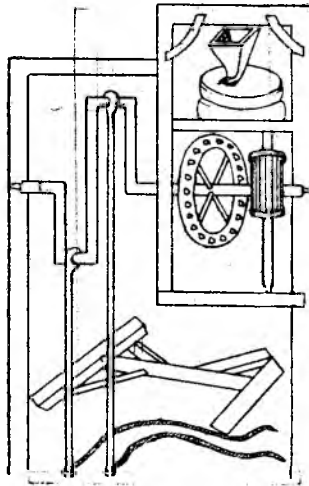


Рис. 74.

В целях обеспечения вращения вал должен помещаться над концевой опорой, а крестовина с маховым грузом на противоположном конце вала, что не предусмотрено чертежом. К этому рисунку имеется следующее примечание:

«Для этой мельницы надо сделать станину длиной в 4 фута и 8 футов шириной [станина должна быть больше 8 футов], а колотушку насадить на вал. Против середины вала должно помещаться гребенчатое колесо высотой в 4 фута с 52 часто насаженными зубьями и его зубчатый перебор с 6 цевками, а поперечина и веретено

жернова такие же, как и у всех других жерновов. Верхний жернов должен быть длиной в 3 фута, шириной в руку и толщиной в полфута, так что это будет очень мощная мельница, которая перемалывает вдвое больше, чем ручейная мельница».

Для понимания трех следующих рисунков необходимо проникнуться и освоиться с детским способом изложения автора.

Рис. 74 (лист 21 R). Мельница с ручным приводом и своеобразным механизмом движения. При этом следующее примечание:

«Это мельница, которую приводят канатом со штангами».

Отсюда следует, что для приведения мельницы в движение надо тянуть за канаты по подобию колокольных веревок. Поэтому надо полагать, что изображенная в нижней части рисунка лежащая в горизонтальном положении подпорка, состоящая из одного столба и лежащих сверху и снизу поперечин, вертикально поставлена перед дважды выгнутым валом зубчатой передачи; при этом оба стержня, к концам которых прикреплены канаты, лежат на верхней балке и каким-то образом препятствуют боковому сдвигу, в остальном же движутся свободно. Если же тянуть попеременно за оба каната, как за колокольные веревки, то голловы поршневого стержня, соединенные с кривошипом, описывают круги, стержни продвигаются взад и вперед по верхней поперечине опоры и их концы, к которым прикреплены канаты, описывают своеобразные кривые, которые не подлежат здесь более детальному рассмотрению. Согласно Рело этот механизм можно счи-

¹ „Künstliche Abriss allerhand Wasser,—Hand-und Rossmühlen“.

татъ качающимся или колеблющимся кривошипом с кулиссой, у которого золотник отсутствует, а направляющий стержень лишь динамически связан с неподвижной частью.

Рис. 75 (лист 22 V). Жерновая мельница с конным приводом, у которой двойная зубчатая колесная передача помещается в шахте под поверхностью, на кото-

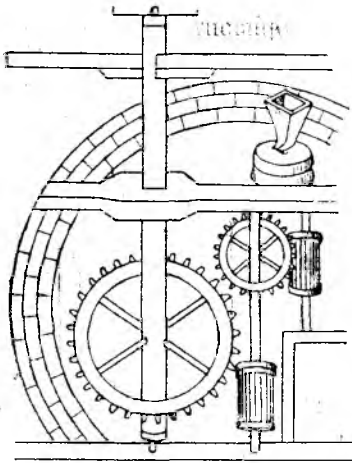


Рис. 75.

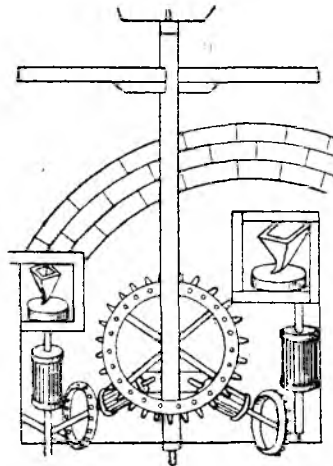


Рис. 76.

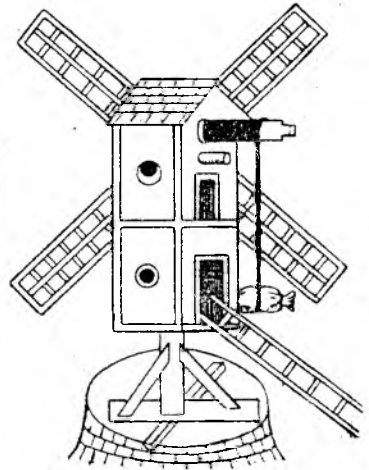


Рис. 77.

рой движутся лошади и лежат жернова. Каменная кладка шахты и зубчатые колеса помещены в горизонтальной проекции рисунка, мельница же изображена сбоку. Рис. 76 (лист 22 R).

Два мельничных, поставленных, приводимых одновременно конным приводом и двойной передачей конических зубчатых колес. В остальном устройстве и ошибки чертежа те же, что и в предыдущем рисунке.

Рис. 77 (лист 47 V). Внешний вид ветряной мельницы, так называемая немецкая ветряная мельница или козловая мельница с подъемниками для мешков.

Рис. 78 и 79 (листы 19 V и 19 R) изображают еще два различных внутренних устройства таких ветряных мельниц.

Рис. 78 воспроизводит небольшую ветряную мельницу с простой, а рис. 79 — большую мельницу с двойной передачей коническими зубчатыми колесами.

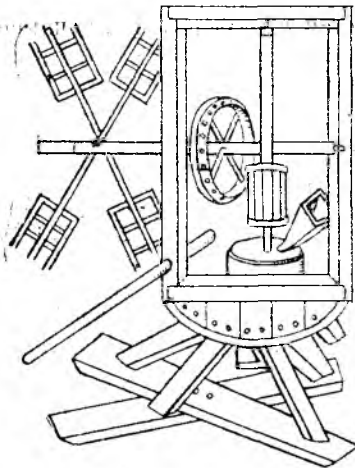


Рис. 78.

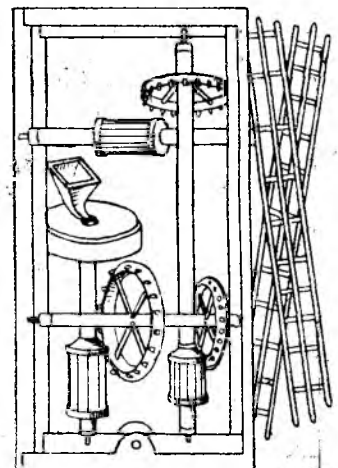


Рис. 79.

Рис. 80 (лист 23 V) изображает водяную мельницу с двумя поставами, которые приводятся одним общим водяным колесом. Оба мельничных постава с зубчатой колесной передачей, которые должны быть установлены друг за другом, на рисунке (вид сбоку) по наивному способу изображения автора нарисованы друг над другом, а рабочий вал водяного колеса с главным зубчатым колесом—между ними. Очень интересно отметить, что уже в начале XV в. приводили два мельничных постава одним двигателем.

Рис. 81 (лист 18 R). Жерновая мельница с приводом от горизонтального водяного колеса, который, повидимому, не является водяным колесом с ковшами и напоминает конструкцию, описанную Белидором в его «Architectura hydraulica» кн. II, гл. I, § 669, в качестве рабочего колеса мельницы «Базакля» в Тулузе.

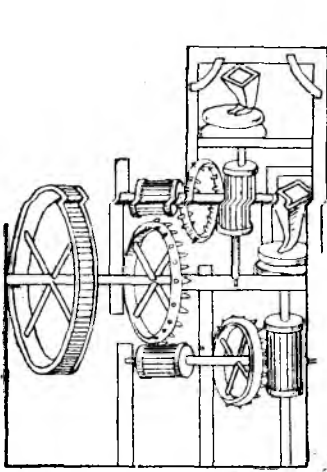


Рис. 80.

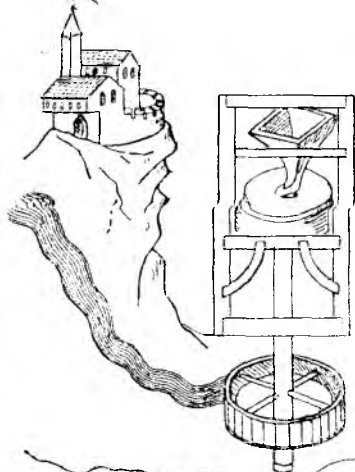


Рис. 81.

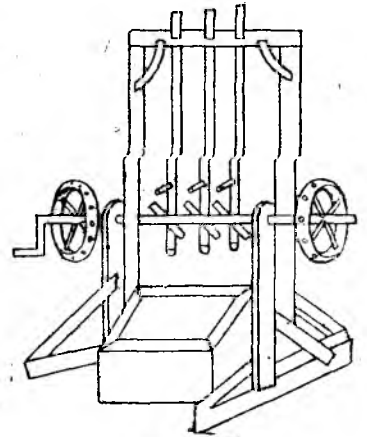


Рис. 82.

К нашей гравюре имеется следующее примечание:

«Это—водная мельница, у которой колесо в ширину лежит на воде, а рабочий вал его стоит вертикально. Это хорошая мельница и она не требует гребенчатого колеса. Ее изобрел один римский папа».

Рис. 82 (лист 10 R). Толчейный стан для ручного привода. При этом замечание:

«Это толчейный стан, которым растирают порошок, и песты опускаются в отверстие один за другим».

Впоследствии Бирингуччо, говоря о размалывании пороха, писал:

«Некоторые лица, лишенные возможности пользоваться силой воды, делают это при помощи большого колеса, которое устроено так, что оно поднимает несколько дубовых пестов, которые, падая, ударяют в деревянные ступки, выдолбленные в дубовой балке. В некоторых ступках делают днища из бронзы» (см. ниже, стр. 81).

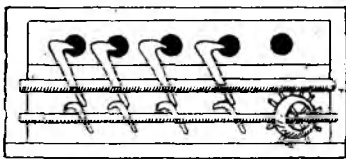


Рис. 83.

Конечно, этому описанию больше соответствует рис. 83 (лист 17 V), ибо здесь молотообразные пестики бьют каждый в одну деревянную ступку, которые выдолблены все в одном бревне. К этому рисунку в оригинале сделано следующее примечание:

«Толчейный стан, которым измельчают зерно, если нет мельницы, ибо его приводит один человек у колеса. Один пестик поднимается вверх, а другой вниз и т. д.»

Это, однако, не исключает возможности использования этих толчейных станов для размалывания пороха.

Рис. 84 (лист 15 V). Сверлильный станок для просверливания деревянных насосных труб. При этом примечание:

«Это—станок для сверления труб; в Нюрнберге такой станок просверливает в день 15 труб, из которых каждая в 18 футов длиной. Эти трубы используют в колдцях и т. д.»

Поскольку видно на рисунке, этот станок состоял из деревянной рамы со сверлильным шпинделем, вращающейся помощью ручного маховичка. Рассверливаемая труба прикреплялась к зубчатой рейке, которая продвигалась по оси помощью зубчатки с ручкой в форме листа лилии, помещенной под рамой.

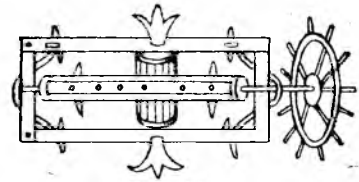


Рис. 84.

Рис. 85 (лист 36 R) изображает, по нашему мнению, земляной бур для углубления шахты.

Рис. 86 (лист 8 V) — незаконченный эскиз механического копра. Канат с крючками, на котором подвешена баба копра, проходит через направляющий ролик, установленный вверху станины, и затем спускается к горизонтальному валу ворота; на обоих концах этого вала насажены колеса, из которых переднее является ходовым колесом, а заднее — маховичком. Во второй тетради рассматриваемой рукописи имеются беглые наброски гораздо более совершенного механического копра, который

является ходовым колесом, а заднее — маховичком. Во второй тетради рассматриваемой рукописи имеются беглые наброски гораздо более совершенного механического копра, который

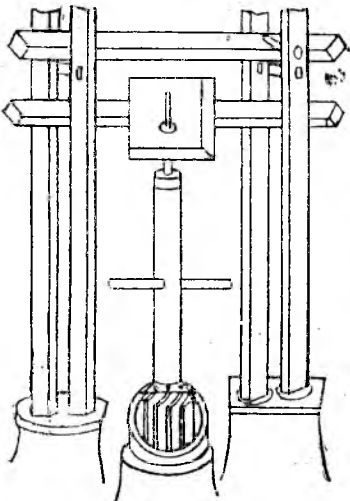


Рис. 85.

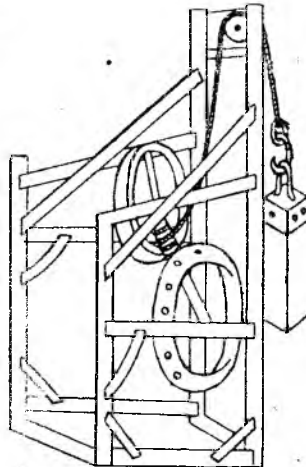


Рис. 86.

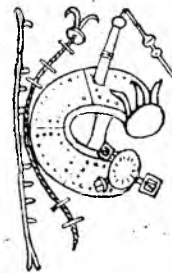


Рис. 87.

будет рассмотрен ниже. Этот механический копер примерно на 140 лет старше Бессоном изображенного и на 280 лет старше приведенного Рюльманном в его «Allgemeine Maschinenlehre», т. IV, стр. 235, взятого им из «Парижских мемуаров» 1707 г.

Рис. 87 (лист 13 V) изображает кожаный надутый воздухом плавательный пояс, а налево—две веревочные лестницы с крючками для подъема вверх на судно или на берег. В оригинале справа внизу изображена еще пара ботинок с тяжелыми подошвами, которые носят пловцы, чтобы ноги опускались вниз и голова поднималась вверх. В сочинении Роберта Вальгурия «De re militari» изображены пловцы с такими поясами, которые также приводятся на табл. 39 «Machinae novae» Фауста Верантия (около 1628 г.).

Рис. 88 (лист 14 V) изображает водолаза с водолазным шлемом на дне моря или реки. В нашем очерке о Леонардо да Винчи мы вместе с д-ром Германом Гроте рассматривали водолазный шлем как конструкцию, принадлежащую Леонардо, прилагаемый же здесь чертежник указывает, однако, на то, что такие водолазные шлемы были уже известны ранее.

Рис. 89 (лист 17 R). Лодка, движущаяся помощью гребного колеса. При этом следующее примечание:

«Это судно, идущее по тихим водам; оно имеет колеса с лопастями. На нем работает команда из 4 человека, двое сзади и двое спереди. Это судно поднимает 20 вооруженных и 4 человека команды, которая его приводит в движение. Колесо с лопастями уходит в воду, и внутри (на судне) каждое такое колесо имеет кривошип или рукоятку, которые вращаются внутри судна. Так можно передвигаться по воде взад и вперед. Судно должно быть крытое, чтобы люди не были видны, спереди должен быть устроен стальной нос, а с каждой стороны по добавочному острию и орудие. Это есть военное судно, причем каталонские суда этого рода превосходят все остальные».

В неоднократно цитированной работе Роберта Вальтуррия, книга 10, глава 4, стр. 314 и 315, имеются следующие рисунки: 1) лодка с одной парой гребных колес; 2) судно с пятью парами гребных колес; 3) лодка, разбирающаяся на 6 ящикообразных частей с обыкновенными веслами;

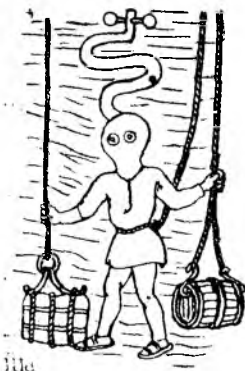


Рис. 88.



Рис. 89.

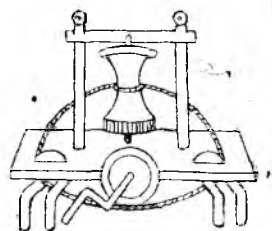


Рис. 90.

4) судно, разбирающееся на две цилиндрические и две параболоидные части, закрытые со всех сторон, предназначенное, по видимому, большей частью корпуса уходить под воду. Сбоку приделаны два гребных колеса, которые совершенно не могли бы работать под водой.

Рис. 90 (лист 23 R). Шлифовальный станок для «гранения драгоценных камней». При этом примечание:

«Это — полировальный станок наподобие тех, которыми пользуются большие мастера в Венеции для шлифовки всякого рода камней. Для этого требуется три диска (круга): первый — свинцовый, второй — оловянный, а третий — медный».

Из остальной части первой тетради рассматриваемой рукописи мы приводим, еще только два примечания, из которых можно заключить, что эта тетрадь относится к периоду гусситских войн. Первое примечание на листе 16 R под рисунком подвижного щита для бомбарды гласит следующее:

«Этот щит применялся Архингером под Заацем. За ним могут в безусловной безопасности поместиться по крайней мере 100 человек. Ворота вращаются внутри и, когда подходят к городу, то снимают щит и стреляют, затем его снова опускают; снова повертывают ворота, щит отходит от города и люди стоят позади в безопасности».

Второе примечание помещено на листе 23 под рисунком, изображающим повозку, которая кругом обшита палисадами и которая, несомненно, тоже может двигаться путем вращения ворота внутри тележки. Оно гласит:

«Это — гусситская военная повозка, на которой сражаются» гусситы.

Из первой заметки следует, что осада Зааца Архингером фон-Зейнстеймом, происходившая в сентябре 1421 г., предшествует написанию этого примечания, а ввиду того, что во второй заметке глагол «сражаться» употреблен в настоящем времени, можно заключить, что бои гусситов еще не закончились во время написания этого второго примечания.

Что касается в т о р о й т е т р а д и этой рукописи, то примечания, дающие указания на дату и автора их, сводятся к следующему:

На листе 70—73 под рисунком бомбарды на вьючном животном написано:

«Третьего сентября 1438 г. я показал эту бомбарду Даниэлю Николаусу Романельтис из Сиены».

На листе 79—82 V написано:

«Господин Мариан Спицун из Сиены видел все эти вещи 8 декабря в его доме.—9 декабря 1438 г. я показал господину Петро де-Михеглис из Сиены чертеж бомбарды с буссолью, линейкой и винтом, на что он сказал, что хочет немедленно посоветоваться со служащим Франческо Пиччини».

На листе 98—96 V, наконец, написано:

«1441.—Господин Антониус Кателонус, священник города Тортоза, видел эти рисунки 15 августа и свиток, на котором были нарисованы, мною, Марианом Якобом из Сиены, машины и древние метательные орудия».

Из этой тетради следует отметить следующие сохранившиеся рисунки.

Рис. 91 (лист 32—22 R). Подвижной двойной подъемник.

Рис. 92 (лист 22 R). Винтовой домкрат для подъема орудий, который отличается от изображенного на рис. 70 лишь тем, что здесь вращается винт, а там гайка.

Рис. 93 (лист 21 V). Двойной подъемник с непосредственным конным приводом. Станина укрепляется, как в древнеримских прессах, не путем прикрепления к фундаменту, а каменной нагрузкой.

Рис. 94 (лист 4 V). Поворотный кран простейшего вида для нагрузки и разгрузки судов. Он состоит из неподвижной стойки с вертикальными цапфами в верхнем конце и установленного сверху горизонтального рычага. Диаметр сверления в рычаге больше, чем цапфы, но меньше диаметра верхнего конца стойки, и потому рычаг опирается на этот последний и может вращаться вокруг вертикальной цапфы и его концы могут в определенных пределах раскачиваться вверх и вниз. К противоположному от груза концу рычага прикреплен ящик, который можно наполнять камнями, чтобы частично или целиком уравновесить груз. Направо от крана на небольшом чертеже изображено, как можно достичь той же подвижности рычага, сделав его вращающимся вокруг вертикальной и горизонтальной осей.

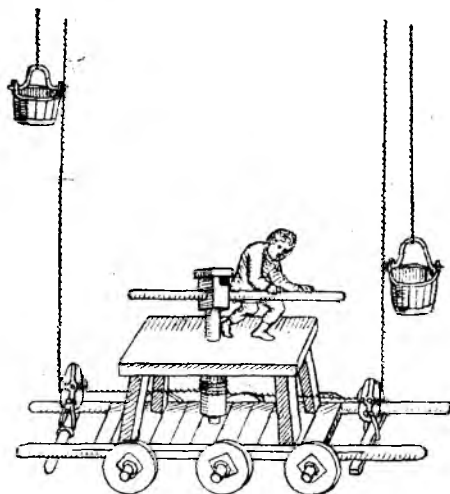


Рис. 91.

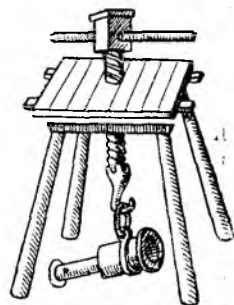


Рис. 92.

Рис. 95 (лист 23 V). Подъемник для орудий, который следует рассматривать, как восстановление древнеримского прессы, как его описал Катон. Ниже в очерке о Кардано приведено изображение подъемной машины, которую можно рассматривать так же, как аналогичное восстановление позднейших римских прессов (рис. 183, стр. 116).



Рис. 93.

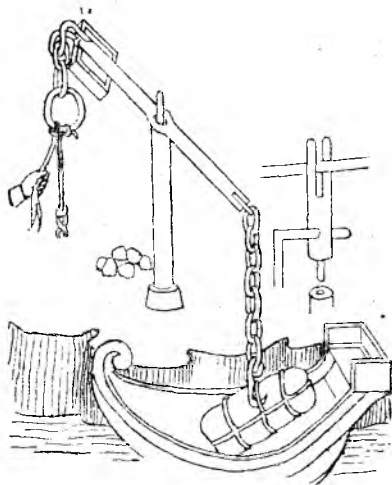


Рис. 94.

Рис. 96 (лист 31 V). Кран для подъема строительных материалов на строящиеся башни и другие здания. Он сконструирован по тому же принципу, что и подвесные машины или так называемые «подъемники», описанные в третьей части § 223 работы Вейсбаха «Ingenieur- und Maschinen-Mechanik». Этими машинами или так называемыми «Drops», говорит Вейсбах, в Англии спускают вагоны, которыми подвозят по железной дороге уголь для погрузки на пароходы; следовательно, и этот принцип очень стар.

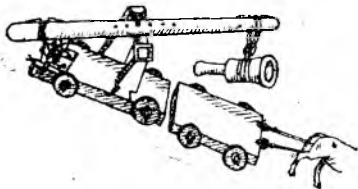


Рис. 95.

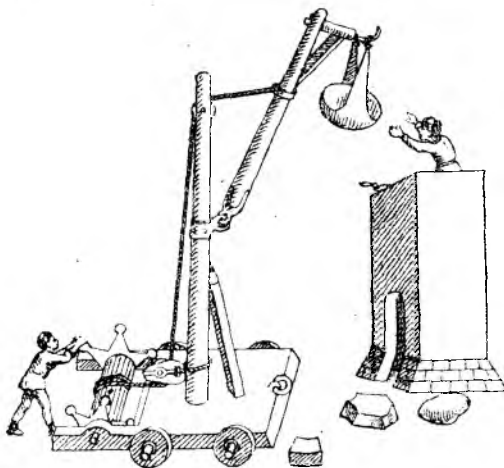


Рис. 96.

Рис. 97 (лист 74 R) изображает конструкцию подъемного эксцентрика того времени. Насколько можно судить из приведенного рисунка, правило конструкции было таково: Опиши окружность кулачного вала и периметр круга, который

должен описать крайний пункт эксцентрика для достижения требуемого подъема. Проведи радиус, раздели тот его отрезок, который находится между обоими кругами, на три части и проводи через точку ближайшего к валу деления концентрический вспомогательный круг. Раздели этот дополнительный круг на шесть частей и опиши из точек деления радиусом дополнительного круга дуги между первым и вторым кругами, каковые кривые и дадут рабочие поверхности подъемного эксцентрика.

Рис. 98 (лист 58 *V*). *Perpetuum mobile*. В очерке о Рамелли (стр. 173) мы пишем: «Многократно пытались привести в постоянное движение колесо путем приделки грузов, которые на одной стороне вертикальной плоскости помощью продвижения или переворачивания рычага, к которому грузы прикреплены, отодвигались и снова придвигались бы с другой стороны средней вертикальной линии колеса. На этом ошибочном принципе основана также рамеллиевская конструкция черпачного колеса на листе 43». — Эскиз такого колеса, которое должно при поворачивании рычага притти в постоянное движение, имеется уже здесь в этом рисунке начала XV в.

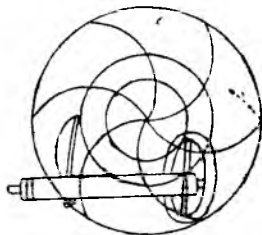


Рис. 97.

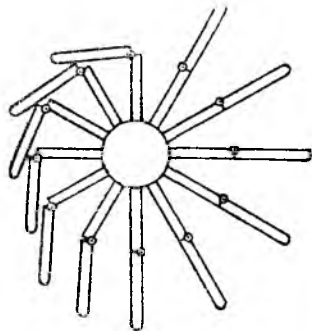


Рис. 98.

Рис. 99 (лист 124—134 *B*). Компактная конструкция толчейного стана. Кулаки вала лежат непосредственно на пестике, в котором проделана прорезь; через нее проходит кулак при своем вращении. Вверху этой прорези устроен антифрикционный ролик, на который давит кулак, вследствие чего пестик поднимается.

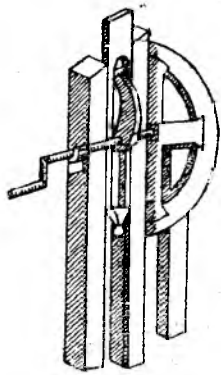


Рис. 99.

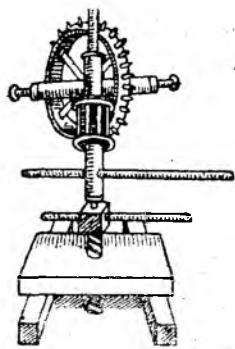


Рис. 100.

Рис. 100 (лист 36—26 *V*). Винтовой подъемник для вертикального вала, например, для ствола жернова.

Рис. 101 (лист 86—87 *V*). Колодец с журавлем, с двумя ковшами, с приводом горизонтальным ветряным колесом. Ввиду того, что крылья неподвижны и колесо поэтому не может вращаться, если оно выставлено на ветер, то надо полагать, что одна половина его должна быть защищена от ветра щитом, как в горизонтальном ветряном колесе Бессона (стр. 153). И так как в колодце с журавлем с двумя ковшами один постоянно идет вверх, а другой—вниз и поэтому совершенно необходимо изменение направления механизма, то и щит должен пере-

становиваться.

Рис. 102 (лист 80 *R*). Черпаковая машина с плоскими поршнями. Такой же поршень для черпаковой машины находится среди рисунков Леонардо да Винчи и ввиду того, что описания более старой модели этой машины не имелось, эта конструкция приписывалась Леонардо, предлагаемый рисунок, однако, доказывает, что она была известна ранее.

Рис. 103 (лист 21—20 R). Колодец с колесной передачей и цепью, перекинутой через колесо, которую тянет рабочий. Здесь эта цепь еще целиком обвивается вокруг колеса, в то время как у Рамелли она уже просто лежит на нем (рис. 227, стр. 159).

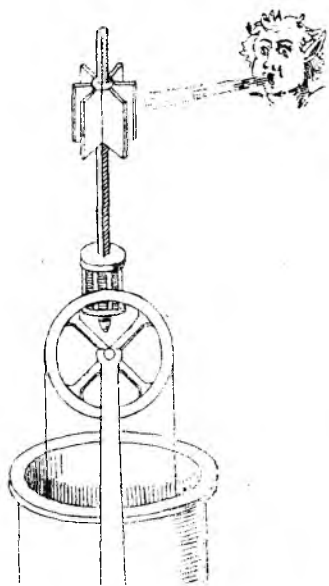


Рис. 101.

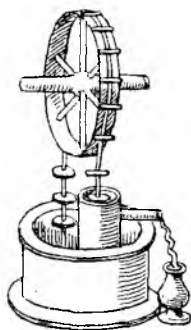


Рис. 102.

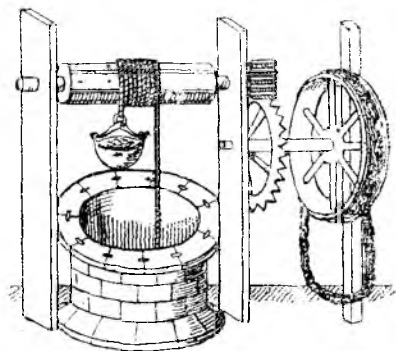


Рис. 103.

внутри, и на некотором расстоянии от верхнего края — сточная труба. Поршень плунжера примыкает к корпусу насоса, между их боковыми стенками остается лишь узкое пространство. Если поднять рычаг над поршнем, то вода автоматически проникает в корпус насоса до тех пор, пока ее уровень находящийся внутри не сравняется с внешним. Если затем

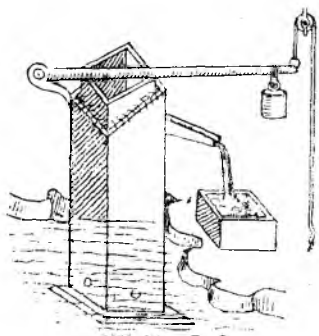


Рис. 104.

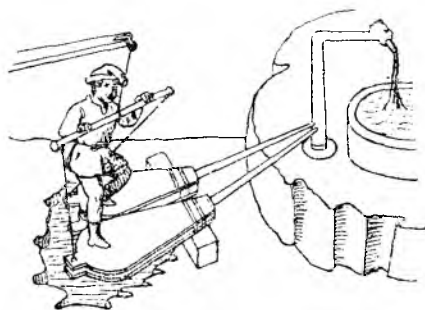


Рис. 105.

поршень опустить, то клапаны закрываются, вода нижней части насосного корпуса будет вытесняться, а в промежутке между боковыми стенками насосного корпуса и поршня она будет вытесняться вверх до тех пор, пока не начнет вытекать через сточную трубу или через край корпуса насоса. В лучших конструкциях этого рода верхняя часть корпуса насоса помещается в чашеобразном сосуде,

в который собирается вода, вытекающая через край корпуса насоса, и к которому присоединяется сточная труба, в то время как на прилагаемом рисунке вода, вытекающая через край корпуса насоса, пропадает зря.

Рис. 105 (лист 31 *R*). Пара насосов для мехов в виде обыкновенных кузнечных воздуходувных мехов и с приводом, аналогичным описанным Бирингуччо мехам для литейных воздуходувок (рис. 117, стр. 75).

Рис. 106 (лист 55 *V*). Качающиеся желоба для подачи воды на небольшую высоту.

Рис. 107 (лист 25—30 *R*). Пара кузнечных воздуходувных мехов с приводом верхнебойным водяным колесом, подобно описанным Бирингуччо (рис. 116, стр. 75). В нашем очерке, посвященном Леонардо да Винчи, при рассмотрении чертежа верхнебойного водяного колеса мы писали: «для увеличения помещений, содержащих воду, лопасти устанавливаются косо, что д-р Гроте считал, повидимому, усовершенствованием Леонардо; следует указать, что в работе Агриколы «*De re metallica*», Базель 1530 г., все верхнебойные колеса устроены с косыми лопастями и т. д.». При-

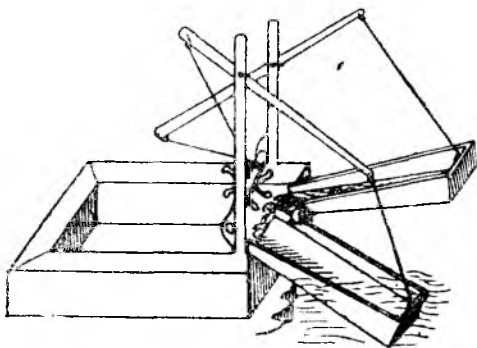


Рис. 106.

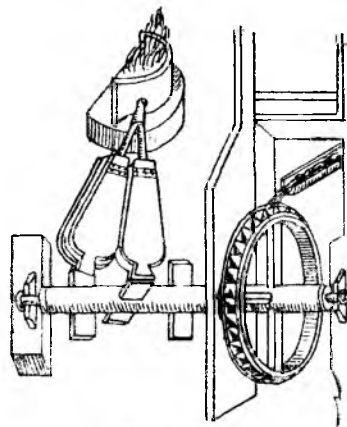


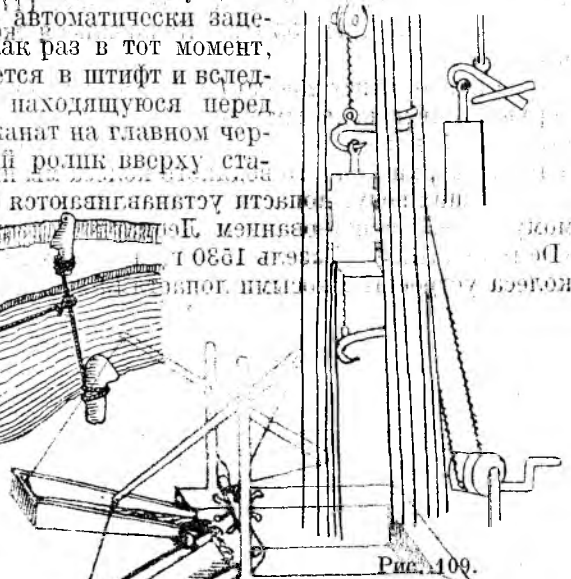
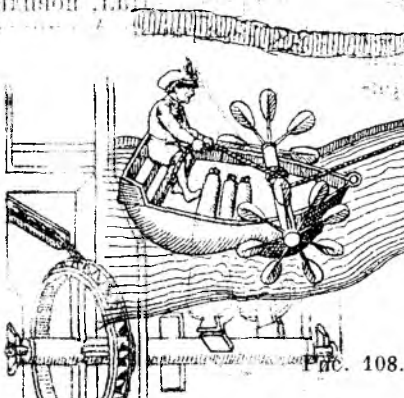
Рис. 107.

лагаемый здесь рисунок Мариана Якоба дает прямое подтверждение того, что верхнебойные водяные колеса с наклонными лопастями и в Италии были известны задолго до Леонардо да Винчи.

Рис. 108 (лист 87 *V*) изображает способ приведения в движение плавающего судна вверх по течению реки помощью силы течения воды. Поперек судна кладется вал, к выступающим из судна концам его приделаны лопастные колеса или подливные водяные колеса, которые одной лопастью погружаются в воду. Над тем местом, где находится судно, через реку натянут канат. К нему приделан второй длинный канат, подведенный к судну и несколько раз обвитый вокруг вала водяного колеса. Когда матрос несколько натягивает свободный конец этого каната, то течение реки не может увлечь за собой судна, а вместо этого вращает водяные колеса с валами и направляет судно вверх по течению, если канат обвит в соответствующем направлении вокруг вала. В прилагаемом рисунке это, во всяком случае, не предусмотрено и надо мысленно этот недостаток рисунка исправить. Этот способ достичь того, чтобы судно «само» шло против течения, описывается также в «*Novae machinae*» Фауста Верантия 1628 г. (проблема 40), но из прилагаемого чертежа видно, что в эпоху Верантия это уже не было нова машина (новшеством), и Верантий приводит, повидимому, принадлежащий ему усовершенствованный способ.

Рис. 109 (лист 119—128) изображает упомянутый выше эскиз механического

копра. Баба копра подвешена к крючку на тяговом канате, который автоматически отщепляется, когда баба подтягивается на требуемую высоту, в это же время, как видно на главном рисунке, удлиненная задняя часть стержня крючка упирается в штифт, укрепленный в станину. На малом чертеже, расположенном направо от главного, видно, что крючок, когда он снова опускается до определенной высоты, также автоматически зацепляется, ибо крючок изображен как раз в тот момент, когда его стержень сверху упирается в штифт и вследствие этого принужден захватить находящуюся перед ним петлю бабы копра. Тяговой канат на главном чертеже проходит через направляющий ролик вверх ста-



нины машины и затем идет вниз к канатному барабану, несколько раз обвивает его и снова идет вверх. Позади висящей на конце первого каната бабы копра виден еще второй конец каната со вторым крючком. Ясно, что в основе этой конструкции лежит мысль одной машиной передвигать две бабы копра, причем с таким

расчетом, чтобы, когда одна захватывается крючком, другая опускалась.

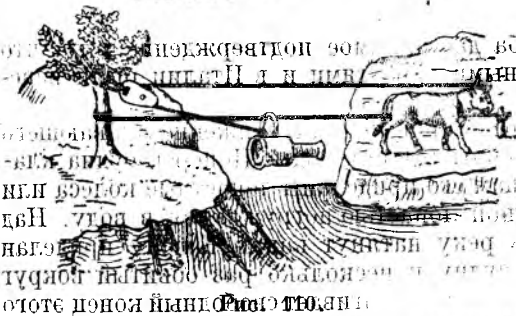


Рис. 110 (лист 23 R) изображает способ переправки бомбарды или иного груза помощью вьючных животных через реку иди овраг, через которые животные не могут перейти. Между деревом на левом берегу и вбитым колом на правом натягивается канат, к которому при помощи кольца подвешивается бомбарда. К дереву привязан блок с роликом, через который

проходит канат: один конец его прикреплен к кольцу, на котором держится бомбарда, а в другой конец на противоположном берегу впряжены вьючные животные. Когда они идут по направлению суши, то они тянут бомбарду через реку, а кольцо, на котором она падает, скользит по канату.

Рис. 111 (лист 82 R). Насос с длинным поршнем с клапанами.
Рис. 112 (лист 63 R) изображает зерновую мельницу с конным приводом, соединенным с нею лежащим на земле трансмиссионным валом.

Из остальных рисунков этой тетради следует указать на следующие:

Лист 98—96 R. Хорошо выполненный чертеж ковшевого элеватора с приводом волами.

Листы 30—35 R и 31—36 V. Черпачные колеса.

Лист 37—27 V. Подвижной подъемник с большим ступенчатым колесом, подобно изображенному на рис. 52 и 53, стр. 45—46; однако рабочий находится не непосредственно у поперечной тяги, она расположена выше и от нее свисает веревка, которую он держит в руках.

Лист 105—99 R изображает пруд близ моря. Пруд соединяется с морем двумя каналами, которые могут запираются шлюзами. На правом канале, где шлюз ближе к морю, имеется надпись «Introitus» (вход) и примечание: «(вода) поднимается в течение 6 часов и опускается в течение следующих 6 часов (ночью и днем)».

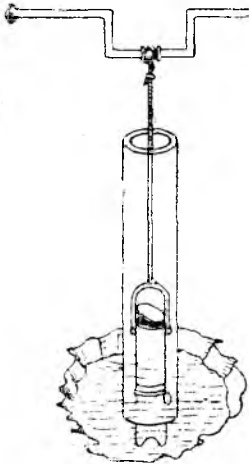


Рис. 111.

МЕЛЬНИЦА ВОДЯНАЯ

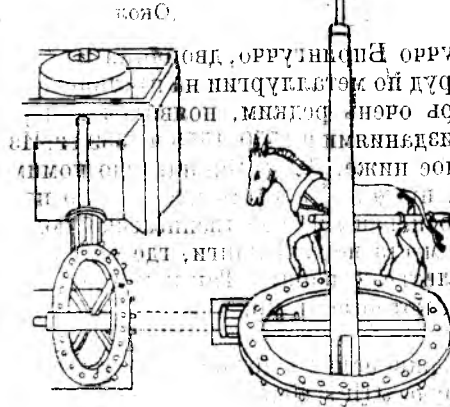


Рис. 112.

На шлюзе левого канала, расположенном ближе к пруду, имеется надпись «Exitus» (выход) и между этим шлюзом и берегом моря в двух разных местах надписи: «hic molendum» («здесь надо молоть»).

Не подлежит никакому сомнению, что этот рисунок имеет целью показать, как при помощи морского прилива и отлива можно приводить мельницы в движение. Белидор в своей работе «Architectura hydraulica», появившейся в 1737 г., подробно обсуждает этот вопрос.

Ввиду того, что недавно появилось в газетах сообщение об одном французском инженере, который разработал план использования приливов и отливов в качестве источника энергии и проведения ее в форме электричества внутрь страны, то мысль использовать периодическую смену прилива и отлива морской воды в качестве источника энергии многими считалась одной из последних гениальнейших идей XIX в., только что описанный рисунок показывает, что этой мысли, по крайней мере, уже 470 лет.

ВАНУЧЧО БИРИНГУЧЧО

(Около 1540 г. н. э.)

Вануччо Бирингуччо, дворянин из Сиены, был первым писателем, который написал труд по металлургии на итальянском языке. Его труд «*Pirotechnia*», ставший теперь очень редким, появился в первый раз в 1540 г. в Венеции, а позднейшими изданиями в 1550, 1558 и 1559 гг. Из последнего издания мы и заимствуем приведенное ниже. Труд Бирингуччо помимо своей ценности, как очень старинный труд, представляет для нас особую ценность потому, что имеющиеся в нем сведения основаны на собственных наблюдениях писателя, что, например, видно из одного места первой книги, где он во введении к сведениям, сообщаемым им о медном литье, говорит: «Так как я не обладаю никакими другими указаниями, кроме тех, которые я приобрел собственными глазами, то я могу говорить с уверенностью».

О жизни нашего автора известно очень немногое. Мацукелли (*Mazuchelli*) в своем труде «*Gli scrittori d'Italia*», появившемся в 1760 г. в Брешии, называет его математиком,—название, которое в то время давали всем механикам и инженерам,—и говорит: «Многие владетельные князья предлагали ему работать у них и он, между прочим, служил у Пьера Луиджи Фарнезе, герцога пармского, и о т о м у Геркулеса Эсте, герцога феррарского, и у венецианцев».

Пьер Луиджи Фарнезе, сын папы Павла III, был герцогом пармским с 1545 по 1547 г., и если Мацукелли говорит, что Бирингуччо и о т о м служил у Геркулеса Эсте, то он при этом разумел Геркулеса II, который был герцогом Феррары с 1534 по 1559 г., а не Геркулеса I, как думает Бекманн в его «Очерках по истории изобретений», вышедших в Лейпциге в 1782 г. Поэтому надо думать, что Бирингуччо получил эти государственные должности лишь после того, как он прославился благодаря своей «Пиротехнике». О его прежней жизни только некоторые места его труда дают незначительные сведения.

Прежде всего, в этом отношении заслуживает внимания одно место из книги I, гл. VI, где речь идет о том, что любая имеющаяся в Италии железная руда трудней поддается разработке, чем руда с острова Эльбы, и где говорится:

«Это я узнал в нашем Сиенском округе, когда я еще был юношей (*giovanetto*), в долине Бокеджано, где неким богатым князем Пандольфо несколько зданий были превращены в железоделательный завод; а, так как мне была поручена забота об экслоатации, то я пользовался железными рудами с острова Эльбы и теми, которые находились вблизи того места, причем мне удалось, пользуясь как теми, так и другими, достичь прекрасных результатов».

Так как Пандольфо из фамилии Петруччи находился во главе управления Сиены приблизительно с 1490 по 1510 г., то Бирингуччо, раз он говорит, что он в то время был еще юношей, должен был родиться между 1473 и 1493 гг.

Из многих мест его труда видно, что он большую часть своих знаний приобрел в Германии и в Австрии. В кн. III, гл. II, где речь идет об обработке руды, он говорит:

«...путем таких мероприятий, если руда от природы тугоплавкая, можно преодолеть сопротивление ее твердости, постоянно используя при этом терпение и проницаемость мастера; в связи с этим я вспоминаю, что в Германии, где это искусство процветает и используется, может быть, больше, чем во всем христианском мире, я видел не только устройство шахтных и пламенных печей, но и работы по обогащению руды».

В предисловии к своему труду он описывает рудники, в которых добывается содержащая серебро медная и свинцовая руда, виденные им между Ispruch и Alla (в дальнейшем мы еще вернемся к этим названиям), и дает еще более точные сведения по этому вопросу в кн. I, гл. II, где речь идет о серебряной руде и где говорится:

«Что касается тех сортов, которые я видел в Венецианской области, в частности в Карнии и во многих других местах, то я не могу сказать, чтобы я где-нибудь встретил лучшие сорта; при этом рудников там очень много, из которых большинство медные и серебряные рудники. Так дело обстояло, между прочим, и в горе Auanzo [вероятно, нынешняя Авронцо в верхней долине Пиаве], где и по настоящее время добываются гальмей и свинец, где я вошел в компанию с несколькими дворянами для того, чтобы в течение большого срока вести разработки; так как я всецело был поглощен этим делом, то я искал случая научиться чему-нибудь у других и два раза ездил в Германию, чтобы посмотреть имеющиеся там рудники и набраться известного опыта. Частью через посланцев, частью собственными глазами, а частью и через лиц, которых я знал как практиков, я приобрел такое количество знаний, которого было достаточно для предстоящего нам дела. А дело это было хорошее, так как на каждый центнер руды нам приходилось более $3\frac{1}{2}$ унций серебра и мы, конечно, пожали бы богатые плоды, если бы судьба не послала нам в то время войны между императором Максимилианом и синьорией Венецианской, благодаря которой эти области Фриуля и Карнии стали необитаемы и которая заставила нас отказаться от нашего предприятия и разрушить все сделанные нами там сооружения. А, так как эта война длилась очень долго, то в результате компания наша распалась и я занялся другим делом, и когда я позже снова вернулся в Германию, то с еще большим рвением, чем раньше, взялся за изучение того же вопроса, побывав в Сбоццо (Sbozzo), Плайпере (Plaipe), Испрухе, Алла и Аротимберге (Arotimberg), а затем и во многих местах Италии; в результате я могу сказать, что самыми большими и лучшими серебряными рудниками из виденных мной были, как я уже говорил, рудники, находящиеся в Вичентине (в области Виченца) в пенельно-серой породе».

Отсюда следует, что гора Auanzo, в которой находился рудник, в разработке которого участвовал Бирингуччо, находилась в области Виченца; упомянутой выше войной, из-за которой пришлось отказаться от этого рудника, должна была быть война «Лиги Камбрэ» против Венеции, которая началась в 1509 г., и поэтому надо думать, что Бирингуччо занимался этим рудником в годы до 1509 г. и вскоре после этого предпринял свое наиболее важное путешествие в Германию. В связи с этим представляет также некоторый интерес еще одно место из книги II, главы VIII, где говорится о соляных копях, и которое гласит:

«Существует много стран, в которых не пользуются никакой другой солью, кроме той, которую добывают в горах (каменная соль); однако, кроме добывания ее путем выкапывания, существуют и другие способы добычи, в подтверждение чего я хочу вам рассказать что, помимо других мест, о которых я мог бы вспомнить, я видел в Halla, в герцогстве Австрии, как маленький ручей с пресной водой только благодаря тому, что его заставляли протекать сквозь соляную гору, становился настолько соленым, что его вода отводилась в установленные на печах, сделанные из железных плит котлы, около четырех локтей в диаметре, и т. д.».

Так как теперь Галл (Hall) на Инне является древнейшим и самым известным соляным центром всего Тироля, дающим еще сегодня около 300 000 ц поваренной соли в год, причем соляной рассол направляется к солеварне из соляной горы, находящейся приблизительно в 8 км к северу и так как «Ispruch», несомненно, означает Инсбрук, где в 1480 г. разрабатывались серебряные рудники, то ясно, что Бирингуччо был в Иннтале. Самый большой металлургический завод в Иннтале в начале шестнадцатого столетия находился в Шваце (Schwaz), который тирольцы произносят как Schwoz, и, так как в итальянском языке нет ни «Sch», ни «w», а Бирингуччо писал названия так, как они звучали в разговоре местных

жителей, то он не мог написать его иначе, как Sbozzo. Далее, в 1500 г. около нынешнего Раттенберга существовало в Иннтале около 100 серебряных рудников и около 15 заводов для обработки серебра; очевидно, следуя тирольскому произношению, Бирингуччо сделал из Раттенберга «Arotimbergh». Слово «Alla», повидимому, должно было обозначать «Halla» или «Hall». Наконец, что касается названия «Plaire», то оно должно обозначать «Bleiberg», где разрабатываемые более 300 лет рудники еще сегодня дают ежегодно от 35 до 40 тыс. ц свинца и гальмея.

В Галле на Инне в одной из церквей находится картина Альбрехта Дюрера (род. 1471 г., сконч. 1528 г.), а Бирингуччо в книге IX, глава XII, своей «Пиротехники», где речь идет о сферических зеркалах, говорит:

«Вителлио (Vitellio), выдающийся математик, подробно описал пропорции размеров, а из современников сделал это немец Альбрехт Дюрер в своей книге об архитектуре.

Кроме того, я вспоминаю и те (пропорции), о которых мой друг, этот немецкий дворянин (gentilhuomo), говорил мне, что он воспользовался ими для своего (сферического зеркала), и т. д.»

На основании этого можно предположить, что Бирингуччо в Галле был знаком с Дюрером и был с ним в дружеских отношениях. Из одного места книги VII, гл. VIII, где речь идет об обивании гвоздями колес лафета, видно, что наш автор был знаком также с Альфонсом I, герцогом феррарским, и, может быть, состоял даже у него на службе. Это место гласит:

«...и поэтому для таких местностей лучшими (гвоздями) являются те, у которых гладкие шляпки, которые так загоняются в обод, что не образуют на его поверхности никаких неровностей. Альфонс, герцог феррарский, говорил мне, что на основании произведенных им опытов он убедился, что при таких колесах для артиллерийской повозки достаточно одной пары колес и двух лошадей или волов».

Альфонс I правил с 1505 по 1534 г.

В другом месте (кн. VI, гл. IV), где речь идет об изготовлении горельефных форм, говорится:

«Таким же образом во время осады Флоренции, состоя на службе Республики, я сделал тарель двойной кулевины с большой головой слона (Leofante) пропорционально величине орудия, которое было $11\frac{1}{2}$ локтей в длину, из одной отливки весом в 18 000 фунтов».

В 1527 г. во Флоренции под предводительством дома Строцци снова пришла к власти республиканская партия; император же обещал папе снова подчинить флорентинцев семейству Медичи и королевское войско под предводительством принца Филиппа Оранского осаждало с 14 октября 1529 г. по 12 августа 1530 г. город, который в конце концов был вынужден сдаться. Следовательно, Бирингуччо должен был именно в это время состоять на службе республики.

Наконец, еще в одном месте—книга VI, в конце главы XIV,—где речь идет о подвешивании колоколов и, в частности, о том, что их нужно подвешивать неподвижными и раскачивать один только язык колокола, говорится:

«Я это сделал также для того, чтобы снять с замка св. Ангела колокол, который благодаря постоянному звону часто ломался от ударов; когда я во времена папы Павла III починил этот колокол, то мне пришлось подумать о многих способах [подвешивания]».

Павел III был папой с 1549 по 1559 г., поэтому Бирингуччо незадолго до 1540 г., в котором его труд появился в печати, должен был работать в Риме.

Это все, что мы смогли узнать о его жизни; переходим теперь к рассмотрению содержания его труда.

В первой из его десяти книг говорится о руде и о свойствах золота, серебра, свинца и железа, о стали и латуни. Во второй говорится о ртути, сере, сурьме, о выборе металлов, о купоросе, квасцах, мышьяке, аврипигменте, реальгаре, хлористом натрия, селитре, аммиачной соли, каменной соли,

соде, гальмее, саффаре, перекиси марганца, магнитном железняке, охре, болусе, буре, ультрамарине, о благородных камнях и стекле. При этом говорится о различных видах плавильных печей, а в особенности об устройстве шахтных печей, которые для плавки железа делались от 7 до 8 локтей высоты, и об относящихся к ним больших раздувальных мехах. Производство латуни и ее обработку автор описывает на основании того, что он видел в Милане, причем эта работа уже тогда была чисто фабричной. В том отделении, где формовались мелкие предметы, рабочий должен был в течение каждых восьми дней отливать один и тот же образец. О железе, между прочим, говорится, что оно может быть превращено в сталь, если держать его в течение долгого времени погруженным в расплавленное железо (чугун), что было подтверждено Реомюром, на основании произведенных им опытов в его труде: «L'art de convertir le fer en acier» («Искусство превращать железо в сталь»), Paris 1722.

В третьей книге «Пиротехники» даются указания о том, как нужно пробовать руду, об ее обработке, об устройстве литейных заводов и конструкции шахтных и плавильных печей, и обсуждается процесс плавления, зейгерование необработанной меди, рафинирование золота и серебра и добывание древесного угля. В четвертой книге говорится об отделении золота и приготвлении азотной кислоты, в пятой — о лигатуре золота, серебра, меди и олова, в шестой — о литейном деле, о моделировании и формовке, в особенности об отливке пушек и колоколов. В седьмой книге подробно описывается конструкция больших пламенных печей, так же как и других менее крупных плавильных печей, после чего говорится о механических приспособлениях, устройстве мехов, высверливании и установке орудий и о производстве чугуны и снарядов, о которых сказано, что они впервые появились в Италии в 1495 г. во время похода французского короля Карла VIII против неаполитанского короля Фердинанда II. Восьмая книга учит тому, как нужно формовать и отливать небольшие предметы; в девятой говорится об алхимии, о дистилляции и сублимации, о чеканке монет, о ковке золота, серебра и меди, об обработке железа и олова, об отливке букв, о проволочном производстве, золочении, изготовлении металлических зеркал, гончарном ремесле и обжигании извести. Упомянув об алхимии, нельзя не указать на то, что Бирингуччо так же, как и все проникательные научные деятели того времени, всех алхимиков, делавших золото, и всех, искавших философский камень, считает мечтателями или шарлатанами; он также далек от веры в волшебный жезл и тому подобные вещи. Десятая и последняя книга «Пиротехники» учит искусству приготовления пороха, обращению с орудиями, установке мин и пиротехнике.

Мы принуждены ограничиться здесь приведением из этого интересного труда только следующего места, касающегося механических приспособлений (книга VII, глава VII):

«Различные виды машин, служащих для использования мехов при плавке металлов. При большинстве плавок важным и нужным вспомогательным средством являются мехи, которые не только должны быть снабжены достаточным количеством гибкой кожи [раппо, собственно — полотно], но должны быть длинными, иметь хороший вид, большой подъем, хорошие клапаны и длинные хорошие головки и не должны пропускать воздуха сквозь трещины. Для результата (процесса плавки) важно, чтобы мехи были устроены таким образом, чтобы они легко могли приводиться в движение, и поэтому для того, чтобы читатель мог в случае надобности воспользоваться ими, я опишу устройство нескольких наиболее распространенных машин, которыми пользуются для приведения мехов в движение при помощи водяной или человеческой силы. Хотя каждый мастер стремится по-своему добиться требуемого результата, тем не менее все они сходятся на том, что необходимо приложить все знания к тому, чтобы быстро и сильно нагреть материал, пуская сильную струю воздуха для того, чтобы увеличить огонь. Но, так как силы человека очень невелики, то приходится обращаться к машинам, применяя различного вида рычаги или пользуясь силой воды.

Некоторые пользуются колесом с ковшами (рис. 113), в зависимости от местонахождения и количества воды, шести, семи и восьми локтей в диаметре и устанавливают его таким образом, чтобы его вал проходил под концами нижних крышек мехов, причем в этот вал на соответствующих местах вделяют по два противостоящих кулака. Верхняя крышка мехов неподвижна, а нижняя, не сдерживаемая ничем, опускается книзу и открывает мех, который растягивается до тех пор, пока он не дойдет до вала водяного колеса, где кулак вала, вращаемого гидравлической силой, поднимает конец нижней крышки и прижимает ее к верхней части меха. По прохождении кулака мех снова падает обратно, и благодаря этому конец нижней крышки меха снова подхватывается кулаком, как это видно на прилагаемом рисунке».

Здесь нужно заметить, что Бирингуччо в одном месте, которое будет нами процитировано ниже, сам признается, что он плохой рисовальщик. Поэтому его рисунки очень часто неудовлетворительны, в частности в отношении перспективы, так что мы сочли нужным явные недостатки рисунков изменить соответственно тексту, воспроизводя все остальное насколько возможно близко к оригиналу. Бирингуччо говорит далее:

«Мехи, приводимые в движение силой воды, устраиваются еще многими другими способами, из которых я опишу два способа, для того чтобы читатель в случае надобности мог запастись этими приспособлениями или их частями.

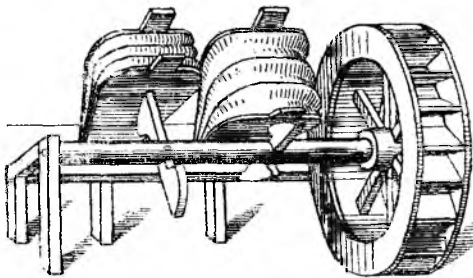


Рис. 113.

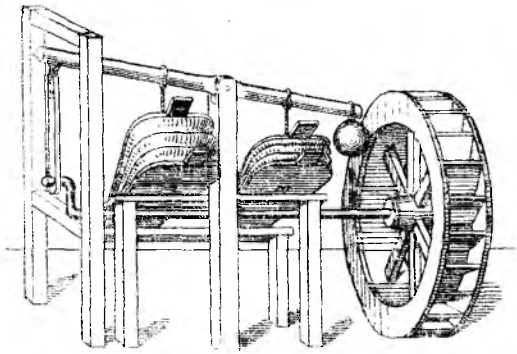


Рис. 114.

Сначала делается колесо, подобное упомянутому выше, причём на конце цапфы, на которой оно покоится, приделывается кривошип (рис. 114), схожий с ручкой точильного камня, который, подымаясь, опускает рычаг [противоположный конец рычага], а опускаясь, поднимает его вверх. Этот рычаг [или эта штанга], установленный над мехами, имеет два плеча расположенных в виде креста [это значит, что оба плеча рычага образуют крест вместе со стойкой, в которую они вставлены], к которому подвешены верхние крышки мехов, при вращении колеса поочередно поднимающиеся вверх.

Второе приспособление схоже с вышеописанным. Оно также состоит из водяного колеса с таким же кривошипом на конце цапфы и из поперечного бруса, лежащего на цапфах и устанавливаемого над мехами. На одном конце этого бруса находится противовес, а на другом, на стороне кривошипа, приделывается стойка [подвижная штанга (?)]. Кривошип, вращаясь, поднимает и опускает стойку, а, так как поперечный брус в соответствующих местах соединен с мехами, то один из мехов, когда противовес поднимается, опускается, а другой в это время поднимается».

В этом месте тот, кто печатал лежащее перед нами издание «Пиротехники», перепутал относящийся сюда рисунок с рис. 119. Впрочем, последнее приспособление отличается от предыдущего только противовесом, находящимся на рычаге или балансире, поэтому мы на рис. 114 воспроизвели только одно из двух изображений.

Далее говорится:

«Для пользования силой человека устраивается несколько других подъемных приспособлений, действующих при помощи различных рычагов. Самое обыкновенное и самое распространенное из них—это приспособление с вертикальным установленным в цапфах крестом

и со штангой, которое приделывается к верхнему концу креста и которое, проходя у конца поперечной перекладки, на пол-локтя не доходит до земли (рис. 115). К поперечным концам креста подвешивают мехи. Человек, делаящий один шаг туда и обратно, толкает назад и вперед ручку штанги и таким путем приводит в движение мехи, которые поднимаются, когда их подтягивают вверх, и опускаются, когда их отпускают.

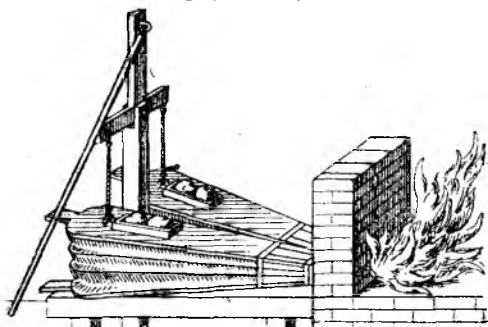


Рис. 115.

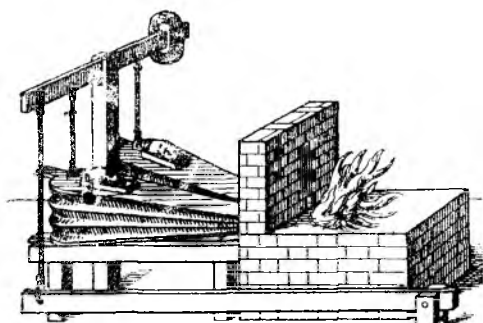


Рис. 116.

Кроме того, очень распространен и другой способ (рис. 116), благодаря тому, что при этом способе кузнец, когда он не занят ковкой железа, может сам раздувать мехи без помощи рабочего. Для этого между мехами устанавливают стойку, на которой во вращающихся цапфах закрепляют брус с противовесом на одном конце, тогда как другой его конец соединяется веревкой со штангой, которая укладывается на землю в длину всего горна и которая подвязывается с таким расчетом, чтобы она немного не доставала до земли. Когда на штангу наступают ногой и натягивают при этом веревку, то она действует так же, как брус для раскачивания колокола, причем, когда попеременно то наступают на штангу, то отпускают ее, мехи поднимаются и опускаются, раздувая при этом огонь.

Схожие с этим приспособления применяются еще и в настоящее время там, где пользуются раздувальными мехами; при этом и сейчас конец идущей вдоль горна штанги, являющийся точкой вращения одноплечего рычага, обыкновенно просто кладется на землю,—как говорит Бирингуччо в своем описании,—а не



Рис. 117.

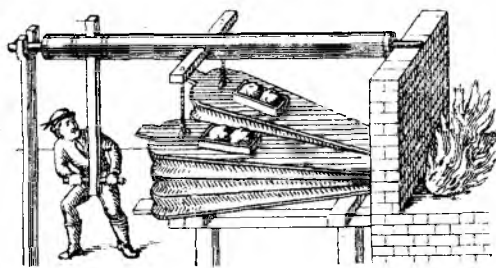


Рис. 118.

закрепляется в шарнире, как это показано на прилагаемом рисунке. Такие различия между изображением и описанием, которые производят впечатление, что резчик по дереву или меди неправильно понял автора, часто встречаются в «Пиротехнике». Бирингуччо далее говорит:

«Очень часто, в особенности литейщики, приводили мехи в движение, привязывая к потолку или к какому-нибудь другому находящемуся над мехами предмету (неподвижной точке) пеньковый канат с таким расчетом, чтобы он свисал между ними (рис. 117). На этом канате привешивается поперечный брус». (Как видно на рисунке, каждый конец этого поперечного бруса привязывался веревкой к одной из крышек мехов, причем этот балансир слу-

жил одновременно и точкой опоры для рабочего). «И когда наступали попеременно то на один, то на другой мех, то мехи подавали такую сильную струю воздуха, что можно было расплавить любое количество материала. Кроме того, иногда для того чтобы поднять один из мехов над тем местом, где находится мехи, устанавливали также деревянный горизонтальный вал с цапфами (рис. 118). Этот вал снабжен двумя брусками и приводится в движение рычагом, вставленным в него снизу, около наружной цапфы. Когда один или два человека двигают этот рычаг, делая по два шага вперед и назад, то мехи поочередно поднимаются, как это можно усмотреть из прилагаемого рисунка.

Можно добиться тех же результатов еще следующим, так же как и многими другими, способом. Делают большое двойное колесо, в котором мог бы ходить человек [топчак]; снаружи с одной стороны оно снабжается зубцами; затем вертикально устанавливается деревянная часть, имеющая форму полуколеса, которая служит для поднятия вверх рычага. Этот рычаг двигает штангу, уложенную в середине в цапфах, к которой подвязываются кольца мехов. Когда большое колесо вращается, то зубцы захватывают ступеньки рычага и поднимают его вверх, одновременно двигая коромысло, к которому подвешены мехи; при этом один из мехов движется вверх, а другой падает вниз, выполняя, таким образом, требуемую работу».

К этому описанию из рисунков, имеющих в лежащем перед нами экземпляре «Пиротехники», может относиться только воспроизведенный нами рис. 119.

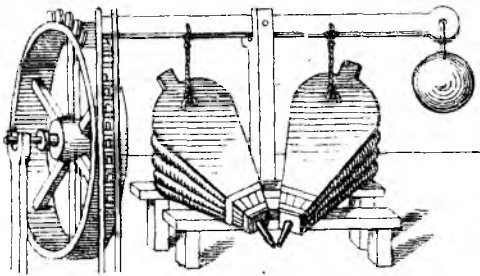


Рис. 119.

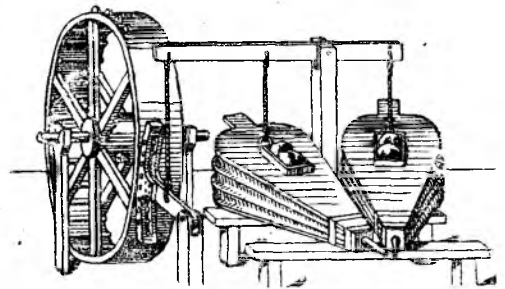


Рис. 120.

Однако этот рисунок очень неясен, и нам кажется, что такое устройство, какое показано на нашем рис. 120, более соответствовало бы приведенному выше описанию. Бирингуччо говорит далее:

«Существует бесконечно много способов, при помощи которых можно опускать, поднимать и тянуть, причем все они могли бы быть использованы для производства подобного рода действий, и, когда я раздумывал об устройстве этих машин, я пришел к заключению, что все те действия, которые можно произвести при помощи воды, в случае надобности могут быть произведены и при помощи человеческой силы, и что также все то, что делается посредством человеческой силы, может быть значительно легче сделано при посредстве воды, и, раздумывая об этом, я изобрел много соответствующих приспособлений.

Между прочим, я построил в долине Бокеджано машину, которая при помощи одного единственного колеса в одном и том же помещении обслуживала четыре горна, и эта машина производила такую же работу, как четыре водяных колеса (вместе с описанными выше простыми механизмами). Она состояла из колеса с ковшами обыкновенного тина, но значительно больших размеров, на валу которого имелись кулаки, поднимавшие мехи первого горна. На конце вала, там, где находилась цапфа, был привешен такой же, как у точильного колеса (ruota) кривошип, который, вращаясь в деревянной подпорке (stampatura), поднимал вверх рычаг и на обратном пути снова его опускал. Этот рычаг толкал другой рычаг, приделанный к другому валу, находившемуся над мехами, помещавшимися у другого горна, и, приводя тем самым в движение этот вал, заставлял его поднимать то один, то другой из прикрепленной к нему пары рычагов, к которым были подвешены мехи второго горна. От этого вала шел дальше другой брус, который снова приводил в движение другой вал, установленный горизонтально над другой парой мехов, и который таким же образом под действием толчков поднимал мехи, которые были подвешены к двум другим приделанным к нему рычагам. Один вал, приводя в движение другой вал, передавал свое действие с одной установки на другую, благодаря чему, смотря по желанию, мастера приводили в движение либо все четыре, либо две, либо три установки, и я думаю, что это можно было бы проделать с еще большим количе-

ством мехов, если бы струя воды была достаточно сильна для того, чтобы двигать все рычаги, передающие движение валам, на что должно быть обращено особое внимание. Что касается самого устройства, то оно не представляет больших трудностей, так как от первого движения можно перейти ко многим. Но, что при таком устройстве не говорит в пользу прочности установки, это то, что она состоит из многих частей и что приходится подпирать такое большое количество грузов и передавать столько сил. Это имело своим следствием то, что при каждом ходе машины, благодаря толчкам деревянных частей, раздавался большой шум. Я не могу ясно нарисовать эту установку потому, что это для меня слишком сложная вещь».

Это для нас одно из самых интересных мест из всего труда Бирингуччо, так как в нем описывается, может быть, самая древняя известная нам передаточная установка для одновременного привода нескольких станков при помощи одного двигателя, и, судя по общему скромному и непритязательному описанию, создается впечатление, что идея такой трансмиссионной установки была новой и принадлежала нашему автору, так что, пожалуй, можно сказать, что такая передача была изобретена в 1500 г. Бирингуччо¹. На рис. 121 мы попытались изобразить рычажную передачу Бирингуччо в соответствующем — вышеприведенному описанию виде. Из последних его замечаний видно, что он имел уже довольно ясное представление о влиянии приводимых в движение масс на ход машины.

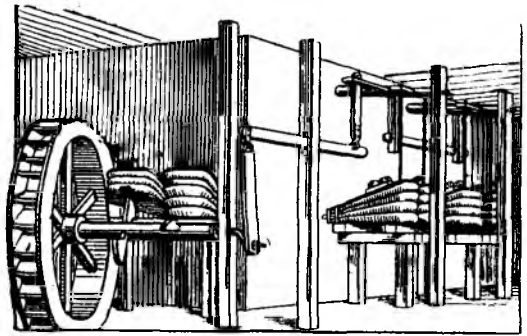


Рис. 121.

Мы переходим теперь к книге VII, главе VIII, в которой идет речь о выверливаннии пушек. Бирингуччо по этому поводу говорит:

«Там, где это было возможно, я устраивал большое двойное колесо, в котором мог ходить человек и тем самым приводить его в движение [топчак]. Когда же я этого сделать не мог, я пользовался лафетным колесом [в качестве маховика]. Я вставлял в ступицу деревянную колодку, в которую загонял железный стержень с кривошипом, похожим на кривошип, приводившиеся в движение упомянутыми выше водяными колесами. На другой конец я насаживал прочную четырехгранную головку и устанавливал колесо на этой цапфе. В головку последней я вставлял прямую штангу такой длины, какая была нужна для того, чтобы достать до дна отверстия пушки, и в конце штанги припаивал (saldare) четырехугольный кусок стали, четыре грани которого были равны, острые и хорошо закалены, для того чтобы сверло, будучи вставлено в орудие, при вращении точно высверливало требуемое отверстие. Это — обыкновенный способ. Ее [сверильную штангу или головку сверла] однако делали также и из бронзы с углублениями, в которые вставлялись четырехгранные стальные резы для того, чтобы избежать неудобств, связанных с закалкой, шлифовкой и точной пригонкой железных и стальных частей. После этого я помещал орудие, которое я хотел высверлить, на направляющей [auf eine Schablone] (рис. 122) [как видно на рисунке, это была рама с выемками для укладки орудия], сделанной из вяза, орехового или другого дерева, которая была снизу гладкой и была сделана в виде маленькой платформы, причем я закреплял орудие, по желанию, железными обручами или канатами, для того чтобы оно не могло двигаться при сверлении. Затем я устанавливал эту платформу на тщательно закрепленных подмостках [подставка или станина], которые были сделаны из нескольких брусков и которые были, по крайней мере, в два раза длинней, чем орудие. Между платформой, на которой помещалось орудие [салазками], и названной плоскостью (подставкой) я укладывал три поперечных вала, для того чтобы орудие при подтягивании могло легко подаваться вперед. Для того, чтобы его можно было подтягивать, я устанавливал перед дулом легкий ворот, который равномерно натягивали два каната, привязанные с обеих сторон платформы к двум прочным железным кольцам. Кроме того, позади

¹ Остается только под вопросом, не были ли уже раньше в употреблении описанные несколько позже Агриволой трансмиссионные установки, которыми саксонские металлурги пользовались для тех же целей.

орудия я устанавливал еще второй ворот, для того чтобы можно было оттягивать орудие назад, когда оно отклонялось в сторону и для того чтобы можно было вынимать высверки и сверло. По завершении этой работы я заставлял четырех человек вращать колесо. Предварительно я наверху и внизу тщательно вставлял железный стержень в головку [это должно обозначать: как в головку вала колеса, так и в муфту сверла] и забивал клин в поперечное отверстие. Затем я подтягивал орудие при помощи находившегося перед ним ворота и, медленно вращая последний, доходил до дна [т. е. вращал до тех пор, пока сверло не доходило до дна отверстия пушки], и, таким образом, после двукратного или трехкратного повторения, увеличивая каждый раз длину резов на толщину нитки, я хорошо и очень чисто высверливал орудие... Но сверление при помощи двойного колеса (топчак), в котором могут ходить один или два человека, нравится мне больше, чем сверление с лафетным колесом, потому что на его оси могут быть сделаны зацепки (деревянные зубья), сцепляющиеся с валом [шестерней с цевками], которому второе сверло служит осью. При помощи этого сверла, так как оно вращается одновременно с первым, можно одновременно высверливать другое орудие, причем это сверло производит значительно большее действие [вследствие того, что оно благодаря колесной передаче вращается скорей], чем сверло, сидящее на оси колеса. Такое устройство невыполнимо при лафетном колесе, потому что люди при помощи рук не могут произвести такого сильного действия».

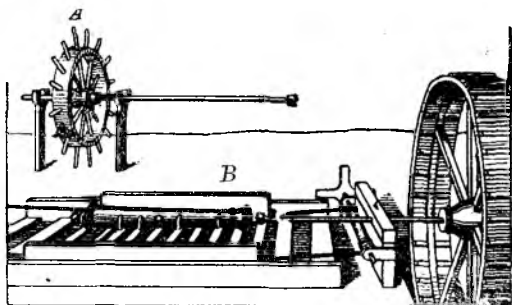


Рис. 122.

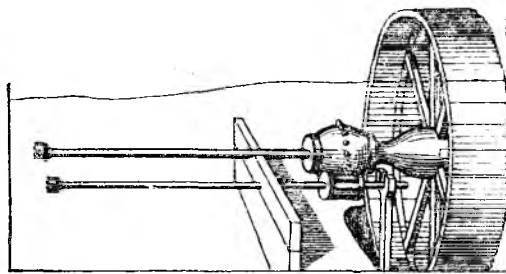


Рис. 123.

Описанные выше приспособления для сверления изображены на наших рис. 122 и 123; однако и на них заметны отклонения от описания. Например, на рис. 122 А лафетное колесо снабжено кольшками, тогда как, согласно описанию, его вращали посредством рукоятки. Кроме того, сверла и оси колес изображены в виде цельного куска, тогда как в описании говорится, что сверла вставлялись в головки, находившиеся на оси, и закреплялись клиньями; наконец, сверла изображены в виде так называемых центровых сверл, тогда как в тексте они описаны в виде разверток. Кроме того, нужно заметить, что каналы орудия не высверливались из цельного куска, а, как видно из описания литья пушек, сделанного Бирингуччо, отливались, а затем уже посредством сверления только выглаживались и доводились до требуемой ширины. Затем далее говорится:

«Таких же результатов я достигал и при сверлении несколькими сверлами других типов, которые я хочу здесь описать для того, чтобы в случае надобности можно было воспользоваться и ими. Во Флоренции я испытал много видов сверл. Между прочим, для того чтобы высверлить кулеврину, я воспользовался стержнем, сделанным из сухого дуба, диаметр которого был несколько меньше канала орудия. В этот стержень вместо стального резца я вставил один против другого восемь лезвий из закаленной стали (рис. 124а). На них я надел — одно в середине, другое наверху, а третье внизу, — три железных кольца, с соответствующими соединениями, сделанными для того, чтобы их можно было, по желанию, надевать и снимать. Из восьми резов четыре находились на конце стержня, а четыре — несколько отступая; в результате этот стержень оказался вполне пригодным для высверливания упомянутой кулеврины.

Затем, для того чтобы самому высверлить орудие «Leofante» («Слон»), я по совету одного умного кузнеца сделал сверло, схожее с теми, которыми пользуются некоторые сверлильщики и которые они называют сверлами французского типа. Эти сверла имеют вид горбин (Buckel), тогда как мое было, как кусок желоба (рис. 124б), с острыми лезвиями. Это сверло вращалось

при помощи большого колеса и прекрасно резало, но иногда оно высверливало больше, а иногда меньше и не соответствовало всем необходимым требованиям. — Когда хотят сделать стальное сверло для высверливания пушек или двойных кулеврин или когда хотят такое сверло приварить к концу железной штанги, то, как мной уже было сказано выше, всегда бывает очень трудно сделать это так, чтобы сверло осталось четырехгранным и сохранило свои острые края. Это касается не только самого [процесса] изготовления, но также и сварки, закалки и шлифовки на шлифовальном камне и происходит потому, что сверло обыкновенно слишком массивно. Поэтому нужно стремиться сделать его более легким и для этого берут бронзовую голсвку несколько меньшего диаметра, чем пушечное ядро, и проделывают в ней четыре или максимум шесть каналов, которые по дну имеют форму ласточкиных хвостов и в которые вставляются четыре стальных, хорошо закаленных и отточенных ножа (рис. 124с); при этом я говорю четыре, потому что четыре лучше работают, чем когда их больше, так как чем их больше, тем работа утомительней. После того как эта головка будет вставлена в четырехугольную железную штангу или в толстый деревянный брус достаточной длины, ею высверливают при помощи рычага большого ручного колеса или колеса, внутри или на поверхности которого ходят люди (топчана), или приводимого в движение лошадьёю или водой, — высверливают не только наиболее распространенные в настоящее время орудия, но и мортиры, из которых удаляют все лишнее и все препятствия, которые ядро могло бы встретить при вылете. Таковы различные виды сверл для изготовления орудий, которыми я пользовался сам или которые я видел, или же о которых я слышал, что они применяются».

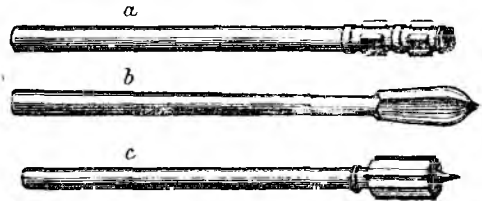


Рис. 124.

Другой главой «Пиротехники», в которой описываются механические приспособления, является глава о проволочном производстве (книга IX, глава VIII):

«Два способа изготовления проволоки из золота и серебра. — При этом действуют двумя различными способами. Один из них заключается в том, что проволоку волочат при помощи прямого вертикального или горизонтального ворота, а другой — в том, что это делают при помощи маленьких роликов, вращаемых непосредственно руками. После того как длинный круглый стержень будет насколько возможно утончен при помощи молотка, он должен быть снова нагрет; затем его обыкновенно подают к горизонтальному вороту, установленному на подставке (рис. 125А), или пользуются силой винта или же

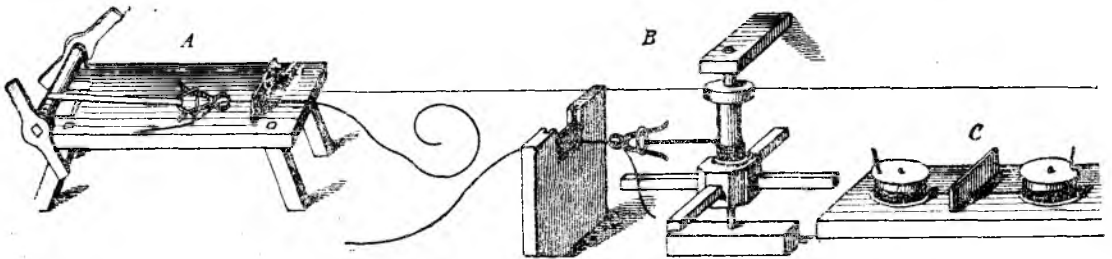


Рис. 125.

наматывают его на большой вертикальный ворот (рис. 125 В). Но какой бы машиной ни пользовались, для того, чтобы можно было волочить, всегда вставляют стальные в $\frac{1}{2}$ пальто (= 125 мм) длины волокна, снабженные несколькими рядами уменьшающихся отверстий, в неподвижно закрепленные деревянные колодки. Конец золотой или серебряной проволоки, после того как она будет пропущена рабочим через одно из отверстий и тщательно натерта свежим воском, захватывается крепкими клещами с большим раствором и расходящимися ручками. Последние обхватываются изогнутой железной полосой, к которой снизу приделывается крючок. К этому крючку привязывают конец ремня или пенькового каната, который при вращении ворота наматывается на него и таким образом зажимаются клещи, после того как ими будет захвачен конец золотой или серебряной проволоки. Вращая машину при помощи рычагов человеческой силой, волочат названную металлическую проволоку и постепенно пропускают ее через все отверстия волокна.

Но, так как большие машины становятся непригодными, как только толщина проволоки уменьшится до определенной величины, то в таких случаях готовят два ролика, вращающиеся горизонтально на доске, и устанавливают между ними волок с небольшими постепенно уменьшающимися отверстиями, необходимыми для того, чтобы проволока становилась все тоньше и тоньше. Пользуясь одним из роликов, наматывают проволоку, проходящую через волок. Затем ее вынимают из волока, вставляют в другое находящееся в нем отверстие и прикрепляют к другому ролику; переходя, таким образом, от одного отверстия к другому и вращая при этом то тот, то другой ролик, все время держа проволоку в натянутом состоянии, для того чтобы она не скручивалась, доводят ее до величайшей тонкости, а затем наматывают на катушки, причем во время работы необходимо все время следить за тем, чтобы проволока натиралась свежим воском, что не только облегчает ее проход через отверстия, но также придает ей красивую желтую окраску. По моему мнению, это искусство заключается в двух вещах: во-первых, в умении сделать хороший волок так, чтобы отверстия сохраняли свою круглую форму, для чего волоки должны всегда делаться из лучшей стали, а во-вторых, в умении выбрать для волочения хорошее и мягкое от природы золото или серебро и сохранять его всегда нагретым до той температуры, при которой его еще можно удерживать в руках. Таким же образом можно волочить и такие металлы, как сталь, латунь, железо и медь. Впрочем, о железе я еще буду подробно говорить дальше и все рассмотреть самым тщательным образом».

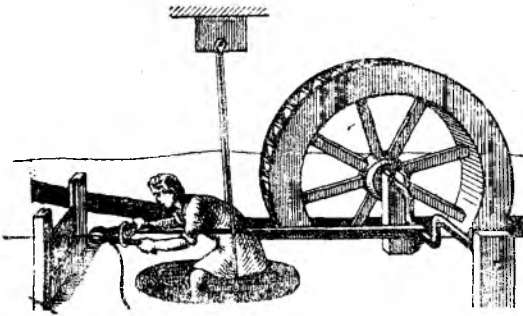


Рис. 126.



Рис. 127.

Затем следует описание производства золоченой и посеребренной проволоки, после чего Бирингуччо продолжает:

«Для более толстой железной проволоки сооружают здание с водяным колесом. К концу цапфы последнего приделывается колесчатая ось с кольцом, на котором имеется крючок, на который надевается петля кожаного ремня. На некотором расстоянии от оси в землю забивают доску с волоком и между колесом и волоком выкапывают яму (рис. 126) такой глубины, чтобы человек мог войти в нее по колено. В эту яму входит рабочий, вооружившись прочными клещами. Клещи эти снабжены железной полосой, которая захватывается ремнем; эта полоса обхватывает ручки клещей, сжимает их, когда ее натягивают, и открывает их при обратном ходе. Рабочий, связав ремень посередине, когда вода будет пущена, отходит вместе с колесчатой осью назад и снова подается вперед, причем каждый раз, как он возвращается, он должен схватить клещами конец проволоки, проходящей сквозь волок. Это достигается следующим путем: рабочий сидит в яме на доске, которая при помощи двух висящих на цапфах железных стержней подвешена к балке, так что рабочий, в зависимости от того, тянет ли или толкает колесо, движется в ту или другую сторону, держа в руках клещи. Так как при таком устройстве можно всякий раз снова наматывать проволоку обратно, то из железа можно, так же как и из золота и серебра, волочить проволоку любой толщины и длины. — Кроме того, я видел, как волочат железную проволоку и другим способом, без водяного колеса, а при помощи горизонтальных [т. е. вращающихся в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси] цилиндров, как это делается, как мной было сказано выше, при волочении золотой проволоки, но для этого требуется очень тонкое хорошо намотанное железо».

При отсутствии воды можно достичь тех же результатов, пользуясь большим колесом, приводимым в движение при помощи шпильки или вращаемого лошадью или человеком, находящимся внутри колеса (топчака), или же, наконец, при помощи рычагов или грузов, являющихся источником силы; однако, я думаю, что об этих искусствах мной уже было достаточно сказано».

На рис. 127 мы приводим изображение мельницы из «Пиротехники» Бирингуччо, главным образом, потому, что изображенный здесь способ приведения

рабочим мельницы в движение при помощи рычага и поперечины, соединяющей рычаг с коленчатым валом мельницы, часто встречается у более поздних писателей XVI и XVII столетий, а поэтому, конечно, интересно узнать, что такая мельница уже была нарисована в труде, о котором здесь идет речь. Относящийся сюда текст находится в кн. IX, гл. XI:

«Об извлечении всех золотых и серебряных веществ из шлаков, из мусора монетных дворов, плющильных и ювелирных мастерских [путем амальгамирования].

Берут большой деревянный или каменный чан [Becken], подводят под него фундамент и вставляют в него жернов, который вращается так же, как в обыкновенной мельнице. Затем в этот чан помещают содержащий золото материал, который предварительно следует тщательно растолочь в ступке [это, конечно, относится только к шлакам], а затем промыть и высушить. Материал этот перемальвают и смачивают уксусом или водой, в которых растворяют сульфату, медянку и обыкновенную соль. Затем добавляют количество ртути, достаточное для того, чтобы покрыть материал, и перемешивают его в течение одного или двух часов, вращая мельницу, в зависимости от ее конструкции, рукой или при помощи лошади. Чем дольше материал вместе с ртутью растирают жерновым камнем, тем больше ртути поглощает золота или серебра, содержащегося в этом материале».

В заключение мы приведем еще одно место из книги X, главы II, о размазывании пороха, потому что описанные здесь различные способы размалывания пороха снова встречаются на рисунках более поздних писателей, писавших о механических приспособлениях для пороховых мельниц.

Бирингуччо говорит:

«Порох исстари размалывали, как муку, в специальных маленьких мельницах с ручными жерновами, но это было, не говоря о трудности, очень опасно, потому что, когда состав растирали жерновами, он так нагревался, что легко воспламенялся, потому что вся масса была особенно к этому склонна; также как это легко может произойти, если сильно тереть друг о друга два кусочка сухого лаврового дерева. Поэтому некоторые измельчают и растирают порох на жерновах, схожих с жерновами, употребляемыми для оливок, а другие размалывают теми же приспособлениями, но при помощи воды».

В отношении слов «схожих с жерновами, употребляемыми для оливок», надо вспомнить древнеримский *Trapetum*, при котором рабочие находились от жерновов на большем расстоянии, чем при обыкновенных маленьких ручных мельницах; из слов же: «другие размалывают теми же приспособлениями, но при помощи воды», совершенно ясно, что дробильные мельницы с бегунами, работающие при помощи воды, были уже в употреблении в XV или во всяком случае в начале XVI столетия.

Бирингуччо говорит далее:

«... это самый лучший и самый верный из всех способов, и эти мельницы размалывают лучше всех остальных, причем это делается без всякого напряжения и переутомления. Некоторые лица, лишенные возможности пользоваться силой воды, делают это при помощи большого колеса [толчка (?)], которое устроено так, что оно поднимает несколько дубовых пестов, которые, падая, ударяют в деревянные ступки, выдолбленные в дубовой балке. В некоторых ступках делают днища из бронзы.¹ Иногда толкут рукой при помощи большого дубового песта, который на конце штанги (рычага) подвешивается непосредственно над деревянной или бронзовой ступкой, и таким способом легко измельчают порох. Третьи толкут его в каменной ступке с несколько большим отверстием, при помощи большого деревянного песта, в который вставлена ручка, так же как у молотка».

Более подробное описание некоторых машин, упомянутых Бирингуччо, дает его современник Георгий Агрикола, который в Хемнице написал свой большой труд «*De re metallica*», появившийся в 1556 г., и к которому мы сейчас и переходим.

¹ См. выше стр. 60, рис. 82 и 83.

ГЕОРГИЙ АГРИКОЛА

(1490—1555 гг.)

Тот, кто знает мнение Вирингуччо о том, что в его время горное и заводское дело процветало и развивалось в Германии больше, чем во всем остальном христианском мире, должен радоваться тому, что мы в лице Агриколы имеем писателя, который самым подробным образом описал германское горное и заводское дело того времени.

Георг Бауер, который писал под псевдонимом Агрикола, родился в 1490 г. в Глаухау (Glauchau). В 1518 г. он был профессором (Rector ordinarius) греческого языка в Цвиккау (Zwickau), однако свойственная ему жажда знаний заставила его в 1522 г. расстаться с этой должностью и заняться сначала в течение двух лет в Лейпциге, а затем в Болонье и Падуе изучением медицины, химии и философии. В 1527 г. он в качестве врача поселился в Иоахимстале по причинам, упоминаемым в его труде «*Bergmannus, sive de re metallica*», который был опубликован в следующем 1528 г. При изучении медицины он узнал, что греки и римляне исстари пользовались минеральными и металлическими целебными средствами, о которых в его время помнили одни только названия, причем желание вновь открыть эти лекарства было, как он говорит в своем труде, «главной причиной, почему он отправился в места, богатые металлами». Вращаясь среди практиков горного и заводского дела, а также производя наблюдения сам, он стремился узнать то, чего ему не могли сказать ученые, и, таким образом, из ищущего целебные средства врача постепенно образовался открывший новую эру минералог и самый выдающийся писатель по технологии своего и последующего века. В 1531 г. Агрикола в качестве городского физика был вызван в Хемниц, вероятно, по настоянию герцога Морица саксонского, который назначил его историографом саксонского княжеского дома. В 1546 г. он был избран в Хемницкий магистрат, а вскоре после этого был выбран бургомистром. На эту почетную должность он переизбирался три раза, но религиозные распри того времени и его консервативный ум в результате все же лишили его счастья и любви народа. Сначала он радостно приветствовал реформацию и стал на сторону Лютера, но, когда протестантские князья открыто направили свое оружие против короля и империи, он отошел от них и этим самым восстановил против себя протестантское население Хемница. В 1552 г. он был лишен всех занимаемых им должностей, преследовался в качестве палиста, впал в нищету и в 1555 г., во время горячего спора с протестантами, умер от удара. Но даже мертвому его враги не хотели дать покоя, и ему было отказано в почетном погребении до тех пор, пока, наконец, Юлий епископ Пфлугский не предал его тело земле в монастырской церкви в Цейтце.

Кроме упоминавшегося выше труда «*Bergmannus*», Агрикола оставил после себя следующие произведения: «О происхождении и сущности подземного мира», «О целебных источниках», «О войнах», «О природе извержений», «О природе окаменелостей», «О старых и новых металлах». Но в то же время, как он писал эти вещи,

часть которых является основой металлургии, он непрерывно работал над своим главным трудом «De re metallica libri XII», в котором он изложил свои богатые знания в области горного и горнозаводского дела его времени. Этот труд был, по видимому, закончен в рукописи в 1550 г., так как помещенное в нем в качестве предисловия письмо, в котором он обращается к герцогам Морицу и Августу саксонским, помечено этим годом, однако он появился в печати лишь в 1556 г. в Базеле, через год после смерти автора. То обстоятельство, что потребовалось столько времени для выпуска в свет этого произведения, объясняется тем, что в нем было 292 гравюры, часть которых состояла из листов большого формата. Книга имела такой успех, что в год ее выпуска выдержала три повторных издания. До 1624 г. были напечатаны семь ее изданий, и, кроме того, появился немецкий перевод Филиппа Вехпуса (Philipp Vechius), одно издание которого вышло во Франкфурте, а другое в 1621 г. в Базеле. К сожалению, этот единственный имеющийся перевод написан на таком плохом немецком языке, что для всякого человека, мало-мальски знающего латинский язык, первоначальный текст значительно понятней. Поэтому, ввиду бесспорно большой культурно-исторической ценности этого труда Агриколы, было бы весьма желательно, чтобы был сделан новый более удачный немецкий перевод.¹ Это в особенности нужно для Германии и Саксонии, потому что при существующих обстоятельствах, когда латинский язык изучается все меньше и меньше, а техниками уже почти совсем не изучается, приходится опасаться, что труд Агриколы и заслуги саксонцев в области горного и заводского дела в прошлые столетия постепенно будут преданы забвению.

Содержание двенадцати книг «de re metallica» приводится самим автором в предисловии. В п е р в о й к н и г е помещено то, что можно сказать против горного и заводского дела и горной и заводской работы, и то, что можно сказать в их пользу. — В т о р а я поучает горнорабочего и говорит о том, как можно открыть рудную жилу. — В т р е т ь е й говорится о рудных жилах и прожилках и об их строении. — В ч е т в е р т о й рассматриваются вопросы, касающиеся измерения рудных жил и обязанностей шахтера. — П я т а я учит добыванию руды и маркшейдерскому искусству. — В ш е с т о й описываются горные орудия и машины. — В с е д ь м о й говорится об испытании руд. — В о с ь м а я поучает искусству обжигать, толочь и промывать руду. — В д е в я т о й приводится учение о высачивании руды. — Д е с я т а я книга учит изучающих металлургию, как отделять серебро от золота и олово от золота и серебра. — О д и н а д ц а т а я поясняет, как отделяется серебро от меди. — В д в е н а д ц а т о й даются указания, как готовится соль, сода, квасцы, железный купорос, сера, битум и стекло.

Нас, прежде всего, интересует шестая книга. В ней сначала описываются такие орудия шахтера, как молот, лом и кирка; затем грузоподъемные коробы, в виде корзин, лотков, деревянных бадей и кожаных мешков или «Vulgen», и, наконец, тачки и четырехколесная открытая рудооткаточная тележка или «собака».

Ввиду того, что дороги с деревянными колеями и горная «собака» часто называются предшественниками наших железных дорог и вагонов, но при этом нередко описываются неправильно, мы приводим здесь соответствующие места из труда Агриколы. В пятой книге, где он говорит о креплении штолен, сказано:

«Когда куски породы или глыбы земли предполагается вывозить на т а ч к а х, то на нижних поперечинах укладываются доски, которые соединяются одна с другой, когда же порода должна быть вывезена на «собаках», то укладываются две балки в 22 см толщины и ширины², которые на той стороне, которой они соприкасаются друг с другом, выдалбли-

¹ Новый хорошо сделанный, тщательно комментированный перевод вышел в 1930—31 гг.

² Меры, которыми пользуется Агрикола для указания размеров, следующие: pedes, unciae и digiti. Принимая во внимание, что подразумеваются латинские меры и что, следовательно, 1 pes = 12 unciae = 16 digiti = 296 мм, мы для большей ясности перевели их в круглых цифрах на метры.

ваются (или желобятся) (рис. 128а) для того, чтобы в этом углублении (или пазу), так же как и на описанном ранее пути, могли продвигаться железные гвозди [следовые гвозди, *ferrī clavī*] «собак», т. е. те гвозди, которые не дают «собакам» возможности отклониться от правильного пути, т. е. вправо или влево от углубления (паза).

Помещенное в шестой книге описание «собаки» гласит:

«Открытая тележка (*capsa patens*) делается емкостью в $1\frac{1}{2}$ раза больше тачки и имеет приблизительно 1,20 м в длину и 75 см в ширину. Ввиду того, что форма ее четырехугольная, она скрепляется тремя железными рельсами, изогнутыми также в форме четырехугольника, и, кроме того, со всех сторон обивается железными полосами (рис. 129). Ко дну тележки приделываются две небольшие оси [передняя с отверстием для следового гвоздя показана на рис. 128 б], на концах которых с обеих сторон вращаются деревянные круглые диски (колеса), которые, для того чтобы они не могли соскочить с неподвижных осей, закрепляются небольшими железными гвоздями, а при помощи большого (следового гвоздя) устраняется возможность отклонения колес от

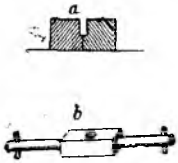


Рис. 128.

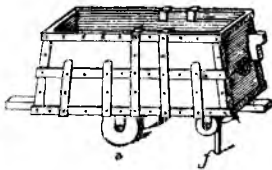


Рис. 129.

правильного пути, т. е. от углубления (паза), имеющегося в балках. Эту тележку, нагруженную минералами, рабочий вывозит, схватив ее сзади руками и толкая ее от себя, а затем пустую привозит обратно. Благодаря тому, что она при движении издает звук, похожий на собачий лай, ее обыкновенно называют «собакой».

На рисунке имеется отметка, что *f* — следовой гвоздь; следовательно, высказываемое иногда мнение о том, что колеса этой «собаки» были снабжены закраинами, по существу неправильно. Что касается возраста дорог с деревянными колеями, то о последних иногда говорят, например, в примечании на стр. 231 «Кинематики» Рело, что ими уже в 1676 г. пользовались в рудниках Ньюкестля; из приведенных отрывков труда Агриколы, однако, видно, что они еще за 125 лет до этого в саксонских рудниках не представляли собой ничего нового.

Из упоминаемых Агриколой сосудов для подъема воды заслуживают внимания очень большие кожаные мешки («*Vulgen*»), которые шивались из 2— $2\frac{1}{2}$ воловьих шкур. Эти мешки, как мы увидим впоследствии, наполнялись при помощи оборотных водяных колес, поднимались из шахты, а затем, пустыми, снова опускались в нее.

Машины, употребляемые при разработке шахт, Агрикола делит на подъемные машины (*tractoriae*), вентиляционные сооружения (*spiritalae*) и лестницы (*scansoriae*). О первых он говорит, что большую часть пользуются пятью видами этих машин, и приводит затем подробное их описание с размерами и изображениями; машины эти следующие:

Первая машина: ворот, вращаемый двумя рукоятками, устанавливаемыми одна против другой под углом в 180° .

Вторая машина: ворот с маховиком, с кривошипом с одной стороны и крестовой рукояткой — с другой.

Обе машины делаются из дерева с железными цапфами и прокладками (*Lagesfutten*). Деревянный обод маховика заливают свинцом. В описании говорится, что вместо свинца пользуются также вращающимися шарами, которые приделываются к концам двух или трех стержней, пропущенных крестообразно сквозь ворот, как видно на изображенном на рис. 130 напосе.

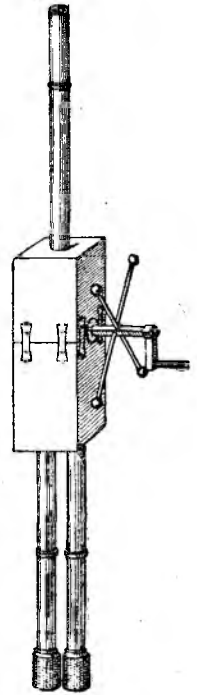


Рис. 130.

Третья машина: изображенная на рис. 131 подъемная машина с горизонтальным топчаком.

Четвертая машина: изображенная на рис. 132 подъемная машина с конным приводом, из подробного описания которой мы заимствуем ниже следующее.

Эта машина поднимала в шесть раз больше тяжести, чем две первых из описанных машин. Прежде всего для ее постройки 16 балок около 12 м длины и 30 см ширины и толщины скреплялись сверху железными обручами, а внизу, расходясь устанавливались на деревянных брусках около 1,50 м длины, 45 см ширины и 30 см толщины, в которые их врезали и крепили подпорками. Таким образом ограничивали поверхность в форме круга около 15 м в диаметре. В центре его выкапывалась яма около 3 м глубины, которая утрамбовывалась трамбовками или обивалась досками.

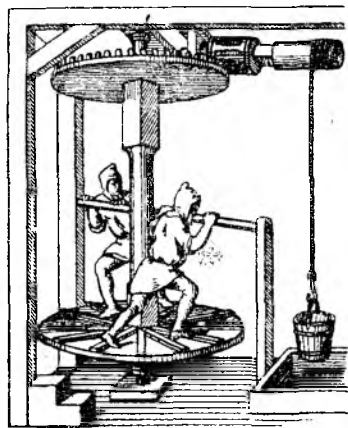


Рис. 131.

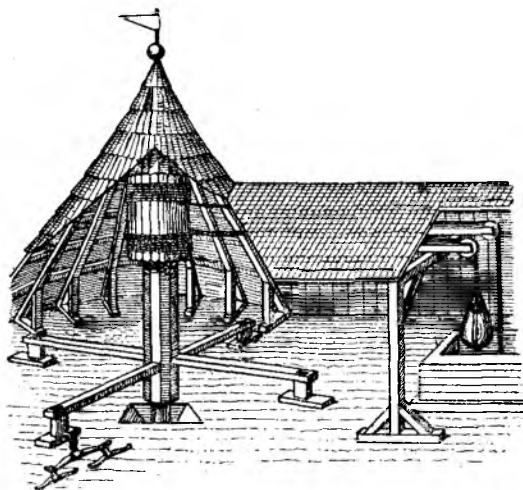


Рис. 132.

В этой яме неподвижно закреплялась служившая основанием горизонтальная балка от 0,9 до 1,2 м длины и 45 см толщины, которая поддерживала твердый, как сталь, железный подпятник. В поперечине, врубленной наверху под железными обручами, между двумя из установленных балок устраивалось гнездо для верхней цапфы ворота. Эти цапфы делались в виде шипов или лапок, такие же, какие еще и в настоящее время применяются при деревянных валах водяных колес. Стоячий ворот был около 12 м длины и 45 см толщины. Конные приводы делались 7 м длины, причем у вала их крепили подпорками (что на рисунке не показано). На их концах были врублены отвесные бруски 1,20 м длины, а к ним приделана короткая доска, на которой сидел возничий (как видно на рис. 133) и к которой при помощи гвоздя был на короткой цепочке подвешен валец. Барабан для передаточных канатов состоял из трех деревянных колес, имевших по четыре спицы, также скрепленных с воротом подпорками; эти колеса находились на расстоянии 2 м друг от друга и кругом обшивались досками. Коническая, за исключением четырехугольной части, обращенной к шахте, постройка покрывалась дранкой. Каждый из навитых на барабан и прикрепленных к нему канатов проходил сначала через деревянные валики толщиной в 11 см, а затем через деревянный вращавшийся на железной оси направляющий ролик доходил до дна шахты. Эти валики и ролики были вставлены в горизонтальные балки, которые укладывались на поддерживаемых стойками поперечных балках. Приводы попеременно то в одном, то в другом

направлении обыкновенно тянули две, а при глубоких шахтах четыре лошади, так что из шахты попеременно вытаскивался один из сосудов, в то время как другой опускался в нее. При каждой перемене направления лошади перепрягались. Для того чтобы опорожнить поднятый кверху сосуд, рабочий подтягивал его к себе железным крючком,

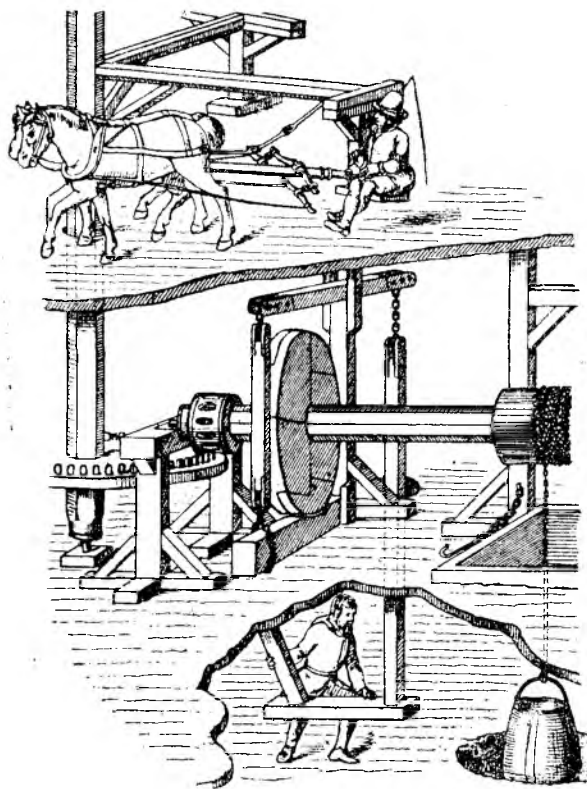


Рис. 133.

надобности останавливает машину... Эта надобность наступает либо тогда, когда опорожняются наполненные породой поднятые кверху кожаные мешки, либо когда выливают воду из поднятых кверху сосудов».

Отсюда видно, что эта машина также употреблялась и для поднятия воды в кожаных мешках (Vulgen), тогда как в последней главе об откачивании воды говорится, что это делалось только четвертой машиной.

Далее в описании говорится:

«... и поэтому от тормоза в глубину шахты идут балки подвешенные к тормозу на цепи. Тормозная колодка 30 см толщины выступает на 15 см за ту балку, которая на цепи подвешена к одному из концов той балки, которая вращается вокруг железной оси, помещаемой в развилке стойки. На другом конце этой подвижной балки подвешена на цепи упомянутая длинная балка (Balkenstrang). Из нее на противоположном цепи конце (т. е. на нижнем) выступает короткая балка, на которую садится рабочий, когда нужно остановить машину. Затем он немедленно вставляет доску или палку между двумя потолочными балками, благодаря чему он уже не может быть поднят кверху. Когда поднятая таким образом тормозная колодка нажимает на диск, то она делает это так сильно, что из него часто вылетают искры¹. Подвесные балки, на которых висит тормозная колодка,

который на цепочке из трех или четырех звеньев был прикреплен к столбу, стоявшему у устья шахты.

Пятая машина: изображенная на рис. 133 подъемная машина с конным приводом, горизонтальным барабанным валом с конической зубчатой передачей и тормозным приспособлением, которое было необходимо для перепряжки лошадей. Как видно на рисунке, привод находится на поверхности земли, горизонтальный барабанный вал с тормозным приспособлением — в помещении, находящемся в верхней части шахты, а рабочий, обслуживающий тормоз — в помещении, расположенном ниже.

Сделанное Агриколой описание тормозных приспособлений гласит:

«Другой [именно тормозной диск], который находится около барабана, состоящего из цевок [т. е. около шестерни], делается во все стороны вокруг оси [т. е. считая от поверхности вала до края диска] 60 см высоты и 30 см толщины. На него действует тормоз, который в случае

¹ В труде Джеронимо Кардано «De subtilitate», появившемся впервые в 1550 г. в Нюрнберге, в семнадцатой книге, в которой говорится «о легком поднятии тяжестей», приведены

снабжены несколькими отверстиями для пропуска в них цепей, для того чтобы можно было поднимать колодку на желаемую высоту. Над тормозным диском устраивается досчатая переборка, для того чтобы капающая сверху вода не мочила его, так как при этом уменьшилась бы сила торможения»...

Рассмотрев в дальнейшем вопросы, касающиеся перевозки руды на поверхность земли и спуска в шахты различных предметов, Агрикола переходит к описанию водоподъемных машин и говорит:

«Воду из шахт либо поднимают кверху, либо вычерпывают. Подъем производится при помощи ковшей или мешков, в которые наливается вода. Последние преимущественно поднимают машиной с двойным лопастным колесом [оборотное колесо], а первые — пятью уже описанными мной машинами, из которых четвертой в некоторых местах поднимают также кожаные мешки среднего размера. Вычерпывается же вода либо ковшами, либо кружками с отверстиями (поршни насоса), либо шарами (нориями). Если воды немного, то ее поднимают в ведрах или вычерпывают ковшами или кружками; если же, наоборот, ее много, то ее поднимают в кожаных мешках или при помощи шаров (норий)».

Из этого следует, что насосы в то время при вычерпывании воды играли лишь второстепенную роль и были меньшей мощности, чем нории, не только благодаря несовершенству поршней, но и благодаря тому, что не существовало деревянных насосов с пробуровленными отверстиями больше 130 мм.

Сначала Агрикола описывает устройство изображенного на рис. 134 элеватора с двойной цилиндрической зубчатой передачей, маховиком и рукояткой для приведения машины в действие руками. Замечательно, что в каждой машине встречается железная рама, железные (и как можно судить по рисунку, вероятно, даже чугунные) зубчатые колеса с ввинченными в них стальными зубьями, а также и стальные подшипники. В описании говорится:

«Четырехугольная рама (системы колес) состоит из сплошь железных решеток (Gittern) 75 см высоты, 80 см ширины и 85 см толщины, в которых установлены три железные оси, которые вращаются в гнездах или в широких железных, твердых, как сталь, кольцах, а также четыре железных колеса, из которых два состоят из цевок (шестерни), а два представляют собой зубчатые колеса. На нижней оси, вне рамы, для большей легкости вращения насажено деревянное колесо (маховик). Внутри рамы на этой оси сидит меньшее колесо первого вида, которое состоит из 8 цевок 6 см длины. На второй оси, которая не выступает из рамы и которая

следующие слова: «Мунстерус (Munsterus) сообщает, что в Эльзасе при помощи колес, приводимых в движение парой лошадей, и при помощи подъемных сосудов из воловьих шкур поднимают воду из самых глубоких шахт с такой силой, что колеса, даже при условии, если они деревянные и мокрые, выделяют огонь. Повидимому, этот инструмент особенно ценится из-за трех преимуществ, а именно: высоты, производительности (capacitas) и быстроты».

Это место находит себе объяснение в приведенном выше описании Агриколы, потому что в нем, несомненно, речь идет об описанной выше машине.

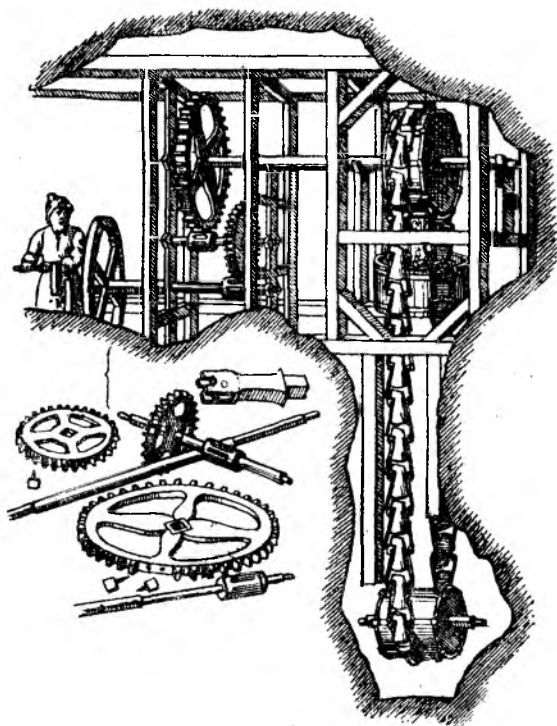


Рис. 134.

поэтому имеет только 77 см длины, с одной стороны насажено меньшее из зубчатых колес, снабженное 48 зубцами, а с другой—большее из колес первого вида, которое состоит из 12 цевок 75 мм длины. На третьей (четырёхгранной) оси 35 мм толщины насажено большее зубчатое колесо, которое во все стороны выступает на 30 см (т. е. $35 + 2 \cdot 300 = 635$ мм в диаметре) и снабжено 72 зубцами. На зубцах обоих колес имеются винтовые нарезки, при помощи которых они ввинчиваются в имеющиеся в колесах отверстия, так что на место сломанных зубцов всегда могут быть ввинчены новые. Как зубцы, так и цевки делаются из отпущенной стали. Другая часть верхней оси там, где она выступает из рамки, так искусно вставляется в матрицу



Рис. 135.



Рис. 136.



Рис. 137.

другой оси, что совершенно сливается с последней (т. е. обе оси соединены в одно целое). Последняя проходит через балочные подпорки, окружающие шахту, и вращается на стальных валиках в железных крюках (V-образные гнезда), которые вставлены в толстые дубовые брусья (см. детали к рис. 134)...»

делались показанной на рис. 135 формы из листового железа или бронзы и привязывались ремнями к цепочке, форма которой видна на рис. 134.

В т о р а я из описываемых Агриколой водоподъемных машин представляет собой обыкновенную водоподъемную машину с топчаком, описанного уже Витрувием типа (рис. 54, стр. 46). Интересна в ней одна лишь форма цепи, которая изображена на рис. 136.

Т р е т ь я машина этого рода — такая же водоподъемная машина с водяным колесом, деревянными ковшами и такой же цепью, как показано на рис. 134.

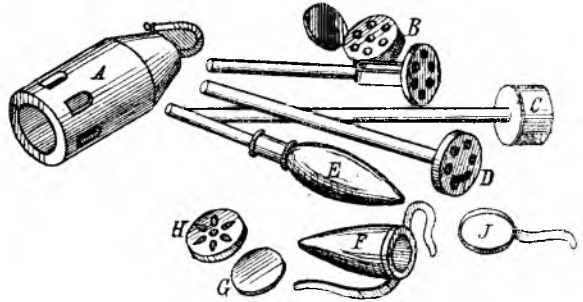


Рис. 138.

Затем Агрикола переходит к описанию насосов и сначала описывает простой деревянный насос с рукояткой, установленной непосредственно на штоке поршня, как показано на рис. 137. Труба насоса снабжена внизу деревянной всасывающей головкой (рис. 138 A), нижнее отверстие которой затыкалось деревянной пробкой. Далее в описании говорится:

«В ее верхней части (всасывающей головки), когда труба насоса состоит из одного куска, вставляется железная, медная или бронзовая втулка (Büchse), 75 мм высоты, без дна, которую круглый клапан закрывает так плотно, что вода, подаваемая воздухом сверху, не может вылиться обратно. Когда же труба насоса состоит из двух соединенных между собой частей, то втулка вставляется в нижнюю часть... Нижний конец поршневого шкива снабжен «башмаком», так называют почти круглый кусок кожи, который сшивается таким образом, что его нижний конец, там где он прикрепляется к поршневому штоку, узок, тогда как верхняя часть, которой он подает воду, расходится в разные стороны. Или же на нижний конец штока насаживается и закрепляется вставляемым в отверстие гвоздем железный кружок 18 мм толщины или деревянный кружок 11 см толщины, который кругом повсюду выступает за «башмак» [под «башмаком» в данном случае можно только разуметь обыкновенный кожаный кружок]; иногда концу штока придают форму винта и ввинчивают его в кружок. В кружке (поршне насоса), который сверху кругом покрыт кожей, имеется пять или шесть круглых или продолговатых отверстий, которые вместе образуют в некотором роде звезду (рис. 138 B, D и H)...»

Описанный выше поршень или «башмак», состоявший из воронкообразного кожаного колпака с обращенной книзу верхушкой, не изображен на рисунке, относящемся к этому описанию, но зато на этом рисунке имеется неупомянутая

в описании форма поршня, а именно фигура *E*. Является ли это следствием ошибки гравера, остается под сомнением. Также совершенно непонятны фигуры *F* и *J*.

Второй и третий из описанных Агриколой насосов отличаются от первого только способом приведения их в действие. При втором это происходит при помощи прямого двухплечного рычага, с поперечной рукояткой, как видно на рис. 139, а у третьего — при помощи изображенного на рис. 140 рычага (*Schwengel*) своеобразной, довольно практичной, но в настоящее время больше не употребляемой формы.

Четвертый — это изображенный на рис. 130 и 141 насос двойного действия с двумя цилиндрами и двумя всасывающими и одной нагнетательной деревянными трубами, которые соединялись при помощи футляра, в котором устанавливался двойной кривошип с передаточными рычагами. Этот футляр состоял из двух частей, между которыми вставлялась ось коленчатого вала, причем каждая часть состояла обыкновенно из соответствующим образом выдолбленной колодки из букowego дерева (рис. 141 *A* и *B*). Эти обе части, после того как были вставлены

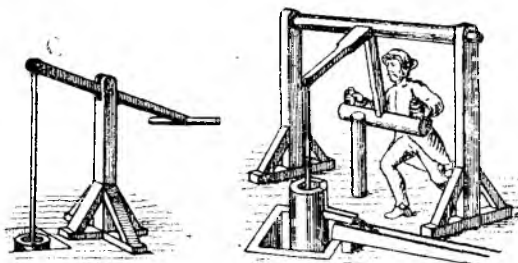


Рис. 139.

Рис. 140.

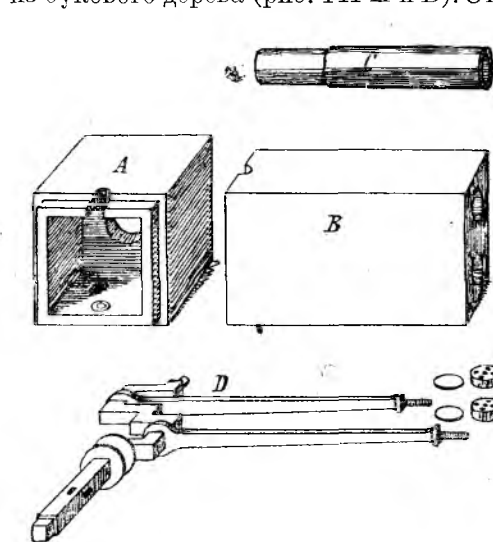


Рис. 141.

оси кривошипа с рычагами (рис. 141 *D*), закреплявшиеся прочными железными шинами, плотно пригонялись друг к другу при помощи широких железных клиньев, а затем соединялись железными полосами.

В конце описания говорится:

«Так как деревянные футляры при образовании трещин могут легко развалиться, то лучше делать их из расплавленного свинца, бронзы или латуни».

Из этого видно, как мало был в то время в употреблении чугун. — С одной стороны ось кривошипа упомянутого насоса проходила сквозь стенку футляра и здесь уплотнялась железными кружками, с которыми были соединены кусочки кожи одинаковой формы и величины, причем один из этих кружков обхватывал ось внутри, а другой — снаружи ящика. Часть оси, выступавшая из ящика, была четырехгранной с двумя проткнутыми насквозь железными стержнями, снабженными шариками для уравнивания действия кривошипа (*Schwungkugeln*) и с рукояткой на конце.

Пятый насос состоит из трех установленных один около другого деревянных насосов, поршневые штоки которых закреплены в трех деревянных перекладках, которые попеременно поднимаются при помощи горизонтального кулачного вала с рукояткой и крестовой рукояткой, необходимых для приведения в действие насоса вручную, и опускаются под действием собственной тяжести.

Шестой — такой же насос, но приводимый в действие водяным колесом.

Седьмой представляет собой систему насосов, изображенную на рис. 142, состоящую из нескольких установленных один над другим насосов. Агрикола говорит, что эта система была изобретена десять лет назад, следовательно, около 1540 г., и что она наиболее искусно сделана, более других прочна и полезна. Так как при описанных далее, установленных одна над другой норях, из которых каждая в отдельности приводилась в действие конной тягой, не говорится о том, что они были изобретены лишь недавно, то одновременную эксплуатацию этого насоса при помощи одного общего двигателя следует рассматривать как нечто новое.

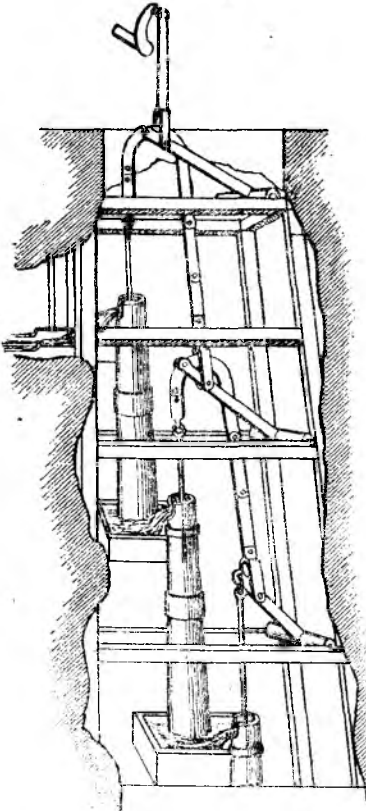


Рис. 142.

Такая система насосов, состоявшая из трех отдельных насосов с диаметром в свету в 130 мм и ходом поршня в 60 см, приводилась в действие водяным колесом 4,50 м в диаметре. Серповидная ручка вместе с одной из цапф вала водяного колеса была выкована из одного куска. Описание системы рычагов гласит:

«На передней части рукоятки (цапфе кривошипа) висит первая широкая штанга (Flügelstange); это достигается тем, что рукоятка пропускается через верхний конец этой штанги, тогда как железный стержень первой вилки (Scheere) (первой направляющей части) пропускается у нижнего ее конца. Для того чтобы штанга не могла выскочить, что легко могло бы случиться, и для того, чтобы в случае надобности ее можно было вынимать, в ней проделывается отверстие, которое шире упомянутого железного стержня [это также и для того, чтобы не произошло защемления при искривлении деревянных частей машины], и ее закрепляют с каждой стороны вставляемым в стержень штифтом. Но, для того чтобы эти штифты не стирали головку штанги, ее защищают от их вредного действия железными пластинками или кожаными прокладками. Эта первая штанга (Flügelstange) около 3,5 м длины, другие же две по 7,7 м длины. Все они 75 мм ширины и 55 мм толщины. Каждая часть их покрывается железными пластинками, которые закрепляются железными винтами [это значит, что части, из которых была составлена каждая штанга, соединялись между собой стыковыми накладками] для того, чтобы приходящая в негодность часть могла быть заменена новой. Вилки (или направляющая часть) закреплены в деревянной круглой оси 45 см длины

и 150 мм толщины. Эта ось на обоих концах перепоясана железными кольцами, для того чтобы железные цапфы, которые вращаются в балках в железных подшипниках, не могли выскочить из них. Обе деревянные части вилок выступают из этих осей на 60 см, причем они делаются 11 см ширины и толщины. Одна часть находится от другой на расстоянии 22 см, и обе они как снаружи, так и изнутри обиты железом. В вилках неподвижно закреплены два круглых обточенных железных болта 37 мм толщины. Задний из них проходит сквозь нижнюю просверленную неподвижную головку первой широкой штанги и через верхнюю просверленную неподвижную головку второй широкой штанги, а передний проходит сквозь железную неподвижную изогнутую головку первой круглой штанги (т. е. первого поршневого штока). Каждая такая штанга, 3,85 м длины и 55 мм толщины, настолько глубоко входит в первое колено трубы каждого насоса, что ее диск (поршень насоса) почти доходит до заслонки втулки (всасывающего клапана).

Напечатанное в разрядку место этого описания не соответствует рисунку. При описанной системе рычагов плоские штанги образовывали бы прямоидущую цепь, шарнирными болтами которой служили задние болты вилок, тогда как на каждом переднем болте вилок висело только по одному поршневому штоку, так что у всех

поршней получался одинаковый ход. На рис. 142, наоборот, показано такое устройство системы рычагов, при котором передние болты вилок образуют верхние точки вращения плоских штанг и точки привеса поршневых штоков; задние же болты образуют только нижние точки вращения плоских штанг. В результате такого устройства у нижнего насоса всегда получается больший ход поршня, чем у насоса, расположенного над ним. Но так как, при плохом устройстве поршней того времени и происшедших не только по этой причине значительных потерях воды в каждом насосе, это не было особенно важно, то нельзя предположить, что расхождение рисунка с описанием основано на ошибке гравера, а надо думать, что на рисунке изображена более поздняя конструкция, посредством которой пытались улучшить описанную машину.

По поводу соединения деревянных труб насоса Агрикола говорит:

«Трубы соединяются между собой посредством двух широких железных обручей; одного — внутреннего и одного — наружного. Внутренний оттачивается с обеих сторон для того, чтобы он мог проникнуть в оба колена и соединить их между собой. Теперь, однако, в трубы не вставляют колец, но сращивают их, причем в нижний конец верхней трубы входит верхний конец нижней, потому что оба колена вырезаны на высоту 130 мм — первое изнутри, а второе — снаружи».

Затем наш автор рассматривает тот случай, когда вода из шахты должна быть поднята при помощи насоса до штольни, через которую она стекает, и когда на поверхности земли над штольнею имеется в распоряжении ручей, сила которого, однако, при условии использования на поверхности земли водяного колеса для требуемой работы недостаточна. Он говорит, что в этом случае на поверхности земли должно быть установлено колесо, соответствующее количеству воды и естественному напору ручья (высоте падения), в штольне устанавливается другое колесо больших размеров, которое приводит в действие насос достаточной для требуемой работы мощности. Большое колесо получает необходимое количество воды не только благодаря тому, что вода, стекающая с верхнего колеса, отводится на нижнее колесо, но также и благодаря тому, что на нижнее колесо накачивается еще при помощи насоса, работающего от верхнего колеса, вода, подаваемая главной системой насосов до подошвы штольни; от колеса эта вода снова возвращается к подошве штольни, соединив, таким образом, рабочий напор на поверхности земли с рабочим напором в штольне. Для начала работы требуется, чтобы вода из ручья была направлена во всасывающий резервуар вспомогательного насоса в штольне.

В конце главы о насосах описывается еще один насос, при котором сила мощного водяного колеса передается при помощи цилиндрических зубчатых колес передаточному валу, на обоих концах снабженному кривошипами. Эти два кривошипа приводят в действие две системы насосов показанного на рис. 142 типа, так что одно водяное колесо служит для одновременного приведения в действие шести насосов.

Затем следует описание норий, которые, как мы уже видели, в то время играли очень важную роль, потому что поршневые насосы были значительно меньшей мощности. Агрикола различает шесть таких машин, которые, однако, отличаются друг от друга только способом приведения их в действие.

Первая машина — это изображенная на рис. 143 обыкновенная нория с верхнебойным водяным колесом. Это колесо устанавливалось несколько ниже поверхности земли в обшито досками помещении; большей частью оно делалось семи, а иногда и девяти метров высоты и несколько уже обыкновенного мельничного колеса. Выдолбленная поверхность деревянного цепного барабана была покрыта железными стержнями, которые захватывали цепь нории. Эта цепь поднимала воду по трубе и снова опускалась в выдолбленных балках (*tigna excavata*). В описании говорится также, что она в своей нижней части проходила через дру-

гой барабан, вращающийся на железной оси, цапфы которой вращались в толстых железных брусках, прикрепленных к балке. На детали трубы насоса (рис. 143) видно, что последняя внизу была снабжена направляющим роликом. Отдельные колена труб срачивались, причем с наружной стороны на стыках надевались железные обручи 75 мм ширины и 18 мм толщины; кроме того, каждое колено скреплялось еще тремя такими же обручами. Шары норрии, бывшие такой величины, что их едва можно было обхватить двумя руками, были расположены на расстоянии 1,80 м

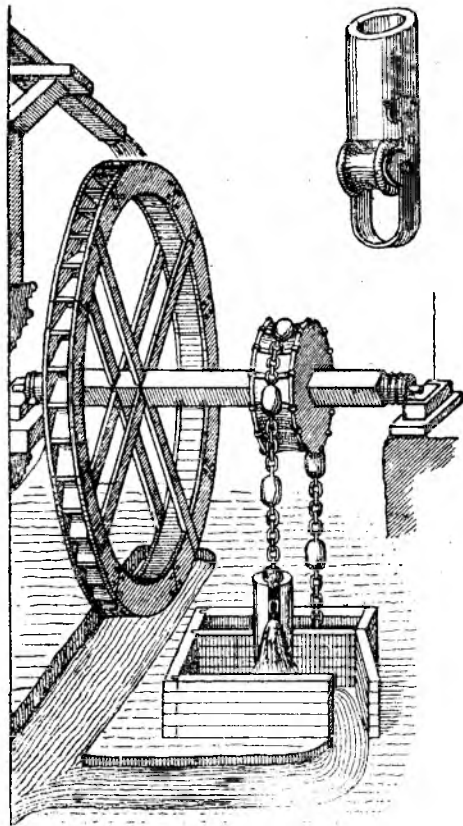


Рис. 143.

друг от друга и были сделаны из конского волоса и обтянуты кожей. Такая норрия с колесом 7 м высоты применялась при высоте подъема до 62 м, а при колесе в 9 м высоты — до 71 м.

Вторая машина состоит из двух норрий того же типа, установленных на одном общем валу водяного колеса.

Раньше чем перейти к третьей машине, Агрикола описывает поплавковое приспособление с противовесом, устанавливаемое в помещении надсмотрщика, которое показывало уровень воды в зумпфе, для того чтобы надсмотрщик мог пустить в ход и остановить машину на основании этих показателей. Кроме того, описывается также звонковый аппарат, который ударами колокола постоянно сообщал о правильности хода машины. Этот аппарат действовал при помощи пальца, находившегося на валу машины.

Третья машина представляет собой обыкновенную норрию, которая приводилась в движение конным приводом так же, как изображенный на рис. 133 подъемник, но без тормозного приспособления. При этом указано, что вертикальные деревянные зубцы колеса были 22 см высоты, 15 см ширины и 11 см толщины и что шестерня имела 12 цевок 90 см длины (вероятно, включая входившие в диски концы) и 11 см ширины и толщины. Поэтому шаг

зацепления был равен 22 см. Число зубцов, к сожалению, не указано, а диаметр (? *linia dimetiens*) указан равным 3,55 м, что, однако, не соответствует последующему указанию на то, что оси колеса (*radii*) были 4,44 м длины. Эта машина поднимала воду на высоту 71 м и приводилась в движение 8 лошадьми. Но так как лошади после 8-часовой работы должны были отдыхать в течение 8 часов, то для непрерывной эксплуатации этой машины нужно было содержать 32 лошади. Агрикола говорит далее:

«Когда этого требуют обстоятельства, то при разработке рудной жилы пользуются несколькими такими машинами, причем последующие должны всегда устанавливаться на большей глубине, как, например, в Карпатах около Хемница, где их три, из которых нижняя поднимает воду из самого глубокого зумпфа в первый канал, по которому вода течет во второй зумпф. Средняя машина поднимает воду из второго зумпфа во второй канал, по которому она течет в третий зумпф. Верхняя же машина поднимает воду в канал штольни, по которому она и вытекает. При таком способе три машины приводятся в действие 96 лошадьми, которые

через наклонную штольню по винтовой поверхности, как по винтовой лестнице, спускаются к машинам, нижняя из которых находится на глубине 195 м ».

Четвертая машина — нория с ручным приводом, т. е. с рукояткой и кривошипом на валу цепного барабана. Она применялась при высоте подъема до 14 м.

Пятая машина отличается от четвертой только цилиндрической зубчатой передачей.

Шестая машина представляет собой норию с топчаком, ускоряющей цилиндрической зубчатой передачей и маховиком на барабанном валу. Топчак был 7 м высоты и 1,2 м ширины, для того чтобы в нем могли ходить два человека. Этой машиной пользовались при высоте подъема до 20 м.

Описание большой водоподъемной машины с оборотным колесом (рис. 144) начинается словами:

«Но самая большая из машин, поднимающих воду, строится следующим образом. Сначала в обитом досками помещении шахты устанавливается бак для воды 5,30 м длины и 3,50 м ширины и высоты, в который по подземным каналам или через штольню отводится ручей».

Из дальнейшего видно, что оборотное колесо было 10,7 м в диаметре, вал был 60 см толщины и 10,4 м длины. Относительно тормоза, которым была снабжена машина, говорится:

«Около цепного барабана, недалеко от конца вала, помещается другой барабан (тормозной барабан) 60 см высоты от оси [следовательно, ввиду того, что вал был также 60 см толщины, диаметр барабана был $3 \cdot 60 = 180$ см]. Нажимающий на него тормоз останавливает, когда это нужно, машину, как это было мной описано выше».

Отсюда можно прийти к заключению, что тормоз был устроен так же, как показано на рис. 133, тогда как на рис. 144 он показан в виде тормозного барабана, сидящего между цепным барабаном и оборотным колесом и находящейся под ним в качестве тормозной колодки толстой доски. Описав, далее, досчатую переборку вокруг отверстия шахты, Агрикола говорит:

«Эта машина управляется пятью людьми. Один обслуживает подъемный затвор бака (через который вода подается в бак), закрывая или открывая заслонку... «Машинист» (Der Maschinenführer) стоит в подвешенной будке около резервуара. Когда один из мешков (Bulgen) с водой доходит приблизительно до высоты досчатой переборки, машинист опускает заслонку для того, чтобы вода остановилась, а по опорожнении мешка поднимает другую заслонку, для того чтобы другие лопасти колеса под напором воды вращали колесо в обратном направлении. Когда же ему не удастся во-время закрыть отверстие бака и тем самым остановить воду, он велит своему помощнику прижать поднятую тормозную колодку ко второму барабану и таким образом

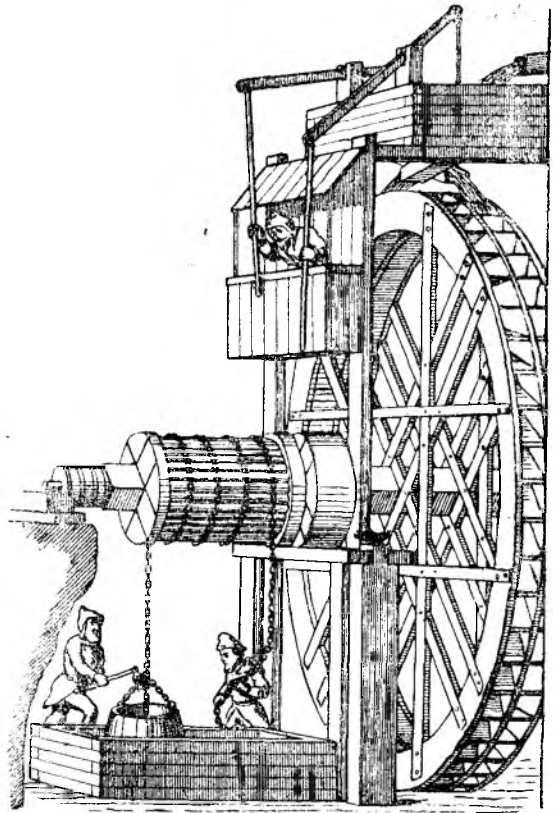


Рис. 144.

остановить колесо. Двое рабочих попеременно опоражнивают мешки, причем один из них стоит на той стороне досчатой переборки, которая находится на передней стороне шахты, а другой — на задней стороне. Когда мешок почти вытасчен, что узнается по определенному звену цепи, появляющемуся на другой стороне досчатой переборки (т. е. в опускающейся части цепи), то один из рабочих зацепляет багром, т. е. большим изогнутым железным стержнем, за одно из звеньев цепи и подтягивает ее к досчатой переборке, после чего мешок опоражнивается другим рабочим. Первый рабочий делает это для того, чтобы та часть цепи, которая под действием собственной тяжести опустилась вниз с другим мешком, не стянула бы с вала остальную часть цепи и чтобы, следовательно, вся цепь не упала бы в шахту. [Этот процесс неправильно изображен на рисунке. Из описания видно, что цепь не была приделана к барабану и что, следовательно, уже было известно, что достаточно одного трения обвитой несколько раз вокруг барабана цепи, для того чтобы она захватывалась, когда опускающийся ее конец загружен одним пустым мешком, в то время когда поднимают полный мешок]. Когда при этой работе помощник замечает, что наполненный водой мешок почти дошел доверху, он дает об этом знать машинисту, который опускает заслонку, для того чтобы можно было вылить воду из мешка. Когда мешок опорожнен, машинист только немного поднимает другую заслонку для того, чтобы часть цепи с пустым мешком могла быть снова опущена в шахту, и только после этого совсем поднимает заслонку. Когда та часть цепи, которая была подтянута к досчатой переборке, окажется снова намотанной [что могло происходить под действием тяжести свисавшей в шахту цепи] и затем барабаном опущена в шахту, один из рабочих вытаскивает крюк, которым он задел за одно из колец цепи. Пятый рабочий стоит около зумпфа в скрытом углублении, для того чтобы он не мог пострадать в случае падения части цепи или какого-либо другого предмета. Этот рабочий управляет мешком при помощи железной лопаты и наливает в него воду в случае, если мешок сам не зачерпнет ее. Но, так как теперь к верхней части мешка пришивают железное кольцо, благодаря которому мешок всегда остается открытым и при погружении в зумпф сам зачерпывает воду, то отпадает надобность в приеуствии пятого рабочего (такие мешки делались внизу в виде полушария). И так как, кроме того, в настоящее время один из тех рабочих, которые стоят у досчатой переборки, опоражнивает мешки, а другой при помощи подъемных шестов открывает и закрывает отверстия бака и вместе с тем крюком захватывает кольцо цепи, то машина управляется тремя человеками, а, так как иногда тот рабочий, который выливает воду, кроме того, останавливает еще и водяное колесо, нажимая тормозной колодкой на барабан, то в таком случае вся работа выполняется двумя человеками.

Агрикола насчитывает три вида машин для проветривания шахт: 1) аппараты, направляющие ветер внутрь шахты, 2) веерные приборы (вентиляторы?) и 3) мехи.

Из вентиляторов первой категории упомянем о вентиляторе, изображенном на рис. 145, описание которого гласит:

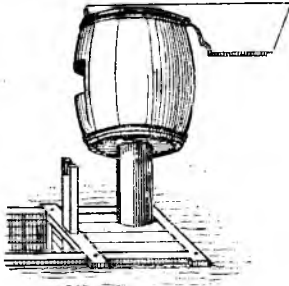


Рис. 145.

«Третья машина состоит из одной или нескольких труб (трубопровода) и сосуда. На верхней трубе устанавливается деревянная бочка 1,2 м вышины и 90 см ширины, всегда открытое четырехугольное отверстие которой вбирает ветер и направляет его либо по трубе в канал, либо по нескольким трубам (трубопроводу) в шахту. Верхний конец трубы вставлен в диск такой же толщины, как и дно бочки, но несколько меньшей ширины, для того чтобы бочка могла вращаться вокруг этого диска. Выступающая из последнего труба вставляется в имеющееся в дне бочки отверстие и к этой вставленной части приделывается небольшая вертикальная ось, которая проходит почти посередине бочки и входит в отверстие, сделанное в крышке последней. Ветер может легко поворачивать бочку вокруг этой неподвижной оси и диска, наса-

женного на трубу, благодаря тому, что бочка приводится в движение сделанным из тонких дощечек флюгером, установленным у верхней ее части, в направлении, противоположном отверстию бочки, поэтому ветер, откуда бы он ни дул, ставит флюгер в прямо противоположном ему направлении, причем бочка поворачивает к нему свое отверстие, вбирает струю воздуха и направляет ее по трубе в длинный канал или по нескольким трубам (трубопроводу) в шахту».

По поводу второй категории машин говорится:

«Веера (или крылья, flabella) вставляются либо в ворот (т. е. в горизонтальный вал с рукояткой), либо в вал (приводимый в движение другим способом). В первом случае ворот устанавливается в полом барабане, который состоит из двух деревянных дисков и пригнанных

друг к другу досок (клепок) (рис. 146), или же в четырехугольном футляре (рис. 147). В неподвижном барабане, закрытом с обеих сторон, имеются на боковых поверхностях круглые отверстия такой величины и в таком количестве, что ворот может в них вращаться; кроме того, в барабане имеются два четырехугольных воздушных отверстия, из которых верхнее вбирает, а нижнее выпускает воздух,

благодаря чему он направляется в шахту. Концы ворота, которые с обеих сторон выступают из барабана, подпираются столбами или балками с подшипниками, обитыми железом. Один из концов у ворота снабжен рукояткой, а на другом вставлены четыре стержня с толстыми, тяжелыми головками (маховыми шарами), которые служат для того, чтобы своей тяжестью облегчать вращение ворота. Поэтому, когда рабочий вращает ворот рукояткой, то крылья, о которых сейчас будет сказано, как они делаются, полученный через одно отверстие воздух направляют через другое отверстие; к последнему примыкает длинный канал, по которому воздух проникает в шахту».



Рис. 146.

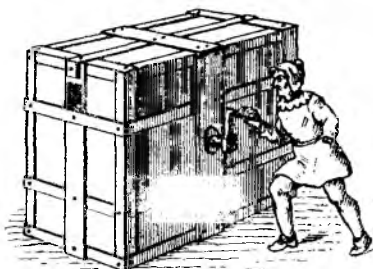


Рис. 147.

Если рисунок к этому описанию, на котором в обшивке цилиндра показаны только два отверстия, правилен, то машина должна была быть совершенно непригодной к употреблению, так как нет основания для того, чтобы воздух при ходе машины входил в одно отверстие и выходил в другое. Но, так как такие машины выполняли требуемую работу, потому что иначе Агрикола не видел бы их в употреблении и не описал бы их, то из этого следует, что либо он ошибся при этом описании, либо ошибся гравер при изготовлении рисунка. Всасывающее отверстие как в круглом, так и в четырехугольном футляре должно было быть ближе к оси, чем выпускное отверстие. Впоследствии машины, о которых здесь идет речь, получили название «вентиляторов».

В следующем абзаце Агрикола приводит причины, по которым при таких вентиляторах лучше пользоваться круглыми, чем четырехугольными, футлярами. Затем описывается такая же машина с крыльями ветряной мельницы, сидевшими непосредственно на оси вентилятора, однако при этом добавляется, что такие машины менее пригодны, чем машины, приводимые в действие руками, потому что в этом случае шахту часто нельзя проветривать за отсутствием ветра. Наоборот, нижеследующая машина, представляющая собой вентилятор с круглой коробкой,

водяным колесом и цилиндрической ускоряющей зубчатой передачей, рекомендуется для всех случаев, когда имеется достаточная гидравлическая сила. О крыльях вентилятора говорится:

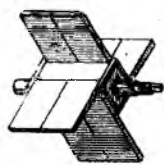


Рис. 148.



Рис. 149



Рис. 150.

«Эти крылья, которые закрепляются в гнездах ворота или вала, бывают трех видов. Первый вид состоит из тонких дощечек такой длины и ширины, какой этого требуют длина и ширина барабана или футляра (рис. 148). Второй состоит из дощечек такой же ширины, но менее длинных, к которым прикрепляются тонкие цепки из тополевого или другого дерева (рис. 149). Третий вид состоит из таких же дощечек, как предыдущие, но к которым прикрепляются двойные или тройные цепные крылья (рис. 150). Этот вид менее распространен, чем второй, а второй менее, чем первый».

При помощи мехов и, при этом, при помощи простых остроносых мехов, сделанных из дерева и кожи, либо вдували в шахты свежий воздух, либо высасывали из них плохой, причем канал или трубу, шедшую в шахту, соединяли или с насад-

кой или же снизу со всасывающим клапаном меха. Высасывание тяжелых, дурнопахнущих газов могло таким способом производиться на высоту до 35 м. Мехи приводились в действие человеческой, лошадиной и гидравлической силой, причем двигателем поднималась верхняя крышка мехов, а благодаря тому, что на ней помещался тяжелый камень, она опускалась под действием тяжести последнего. Когда дело шло о больших количествах воздуха, то устанавливались один около другого несколько таких мехов, которые приводились в действие одновременно. На рисунках Агриколы показаны:

1. Мех, приводимый в движение при помощи ручного рычага, для высасывания скверного воздуха из шахты.

2. Такой же мех для нагнетания хорошего воздуха в штольню.

3. Три лежащих один около другого меха без насадок, на которые поочередно, как на мехи церковного органа, наступал рабочий. Каждый из мехов соединен с сетью всасывающих труб, через которые снизу из шахты всасывается скверный воздух, который затем выталкивается через клапан с заслонкой, находящийся в верхней крышке меха. При таком способе можно было через штольни всасывать скверный воздух на расстоянии до 355 м.

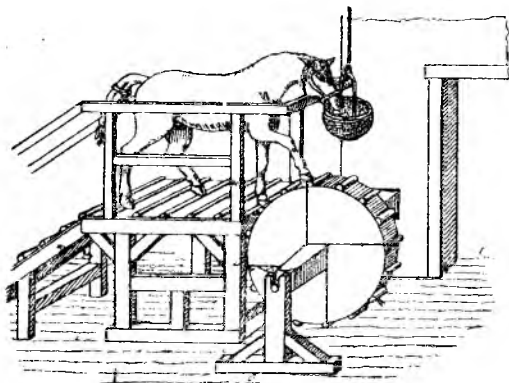


Рис. 151.

4. Два меха, приводимые в действие стоячим конным приводом при помощи конических колес, кулачкового вала и двух рычагов, предназначенных для накачивания свежего воздуха в шахту.

5. Толчак (рис. 151), на который передними ногами наступала лошадь и который употреблялся для приведения в действие двух мехов. Перед лошадью подвешивалась торба, для того чтобы она не пятилась назад.

Наконец, еще Агрикола упоминает описанный уже Плинием примитивный метод для вентилирования небольших шахт, который заключался в том, что двое рабочих брались руками за углы большого четырехугольного куска полотна и сильно встряхивали его для того, чтобы привести воздух в движение и частично удалить его.

Среди описываемых Агриколой приспособлений для спуска в шахты нет ни одного механического; относя к машинам подъемные и спусковые лестницы, спуски и т. д., он в отношении смысла, который придает этому слову, придерживается той же точки зрения, что и Витрувий.

В конце шестой главы Агрикола говорит о болезнях и опасностях, которым подвергаются благодаря своей профессии шахтеры, и при этом упоминает также и о злых духах (демонах), живущих в шахтах. Удивляются, что сам автор, обладавший таким свободным умом, мог верить в существование злых духов, но было бы еще более удивительно, если бы он в них не верил, потому что все его современники за редкими, почти недоказанными, исключениями верили в них. Бросил же Лютер в Вартбурге в чорта чернильницу, потому что не сомневался в его действительном существовании. Труд Агриколы, о котором здесь идет речь, именно потому представляет для нас исключительную ценность, что в нем он не стремится развивать новые идеи, а сообщает то, что он слышал и чему научился от шахтеров и металлургов, и точно и обоснованно описывает все им виденное.

Из восьмой книги труда Агриколы «De re metallica», в которой рассматривается обработка руд, мы приводим, прежде всего, описание т о л ч е и. Существовали толчеи как для сухого, так и для мокрого толчения. Последние были изобретены в 1512 г. в Саксонии. Толчеи для сухого толчения описаны следующим образом:

«На землю кладется деревянная колода [толчея] 1,8 м длины и 67 см ширины и высоты, в середине которой имеется пустое пространство (углубление) 70 см длины и 40 см высоты. Одна из лицевых сторон колоды открыта; ее можно было бы назвать дверью (ostium). Дно пустого пространства покрывается железной плитой 75 см толщины и 185 мм ширины; два конца этой плиты, заостренных в виде клина, загоняются в толчею. Передняя и задняя части плиты закрепляются железными гвоздями. На толчее, по бокам углубления, устанавливаются две балки, верхние слегка обтесанные концы которых вставляются в отверстия, находящиеся в перекладинах здания. На расстоянии 74 см от углубления по всей длине соединяются друг с другом две поперечины, концы которых, несколько вырезанные с внутренней стороны, вставляются в наружные вырезы вертикальных балок. Здесь они просверливаются вместе с последними и в образующееся отверстие вставляется железный болт, один конец которого снабжен двумя роговидными выступами, тогда как другой просверливается так, чтобы в него мог быть вставлен клин и чтобы тем самым деревянные части были плотно стянуты, потому что один из роговидных выступов направлен вверх, а другой — вниз. На расстоянии 1 м от этих поперечин таким же образом соединяются со стоячими балками еще две таких же поперечины. В поперечинах имеются четырехугольные отверстия, в которые вставляются песты, снабженные спереди железом. Эти песты находятся на недалеком друг от друга расстоянии; у каждого песта сзади имеется зуб (палец), который снизу должен смазываться мылом, для того чтобы его легко можно было поднять. Его попеременно поднимают два длинных, закругленных зуба (кулака) многогранного (деревянного) вала, для того чтобы падающий в углубление пест дробил и измельчал своей головкой брошенные туда камни. Вал снабжен лопастным колесом, приводимым в движение напором воды. В качестве дверей углубления служит доска, которая может подниматься и опускаться в пазах толчеи, для того чтобы рабочий мог через открытые двери выбирать лопатой гравий и песок, в который превращаются камни, после чего он снова опускает доску, для того чтобы при закрытых дверях продолжалось дробление других брошенных в толчею камней. — В случае, если бы не нашлось подходящей дубовой колоды (для толчеи), то на землю кладутся две балки, которые соединяются друг с другом железными полосами; каждая из этих балок 1,8 м длины, 30 см ширины и 45 см высоты, каковой высоты должно быть углубление. Углубление предварительно вырезается 22 см ширины и 70 см длины. В вырытой в земле яме под углубление помещают очень твердый камень 30 см толщины и 22 см высоты, и если при этом остается еще какое-либо пустое пространство, то его заполняют землей или песком и утрамбовывают. Дно углубления выкладывается досками. Когда камень сломается, его удаляют и заменяют другим. Можно углубление делать и меньших размеров, так чтобы в него входило только три песта».

Из рисунка, однако, видно, что эти и последующие данные относятся к толчеям с 4 пестами.

«Песты делаются из обтесанных головок 2,7 м длины и 15 см ширины с каждой стороны. Каждый из них снабжен железной головкой, которая устраивается следующим образом:

нижняя (находящаяся снаружи балки) часть делается 22 см длины и такой же длины делается и верхняя часть (рис. 152). Нижняя часть посередине на длине 15 см имеет 75 см ширины и толщины; книзу она утолщается, так что на длине 37 см она имеет 9 см ширины и толщины; кверху она также утолщается и на длине 37 мм она имеет 11 см ширины и толщины [на рисунке это не показано]. Верхняя часть, вставленная в пест, так же как и последний, просверлена, и через общее отверстие проходит широкий железный клин, который не дает возможности головке выпасть из песта. Когда же делают всего только три песта, как это обыкновенно бывает, то их делают значительно больших размеров. В таких случаях четырехгранные деревянные песты делаются 22 см толщины, их железная головка — всего 67 см длины, внизу шестиугольная, 13 см ширины и толщины. Эта нижняя часть, выступающая из (деревянного) песта делается 45 см длины, а верхняя, заключенная

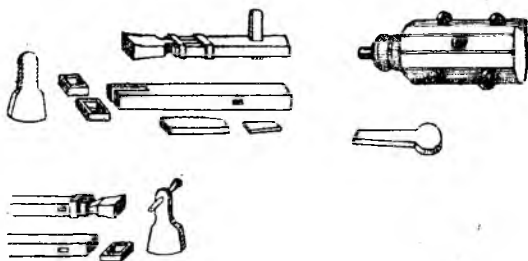


Рис. 152

Когда же делают всего только три песта, как это обыкновенно бывает, то их делают значительно больших размеров. В таких случаях четырехгранные деревянные песты делаются 22 см толщины, их железная головка — всего 67 см длины, внизу шестиугольная, 13 см ширины и толщины. Эта нижняя часть, выступающая из (деревянного) песта делается 45 см длины, а верхняя, заключенная

в песте, 22 см длины. Внизу она 75 мм ширины и толщины и постепенно утончается, так что наверху она достигает 65 мм ширины и 37 мм толщины. Здесь грани несколько искривляются и в этом месте ее просверливают. Отверстие клина 55 мм длины и 18 мм ширины находится на расстоянии 18 мм от верхнего конца головки. Эту верхнюю часть головки, которая вставлена в вырезанную нижнюю часть песта, снабжают зазубринами и пазами, для того чтобы она, благодаря входящим в песты зазубринам и входящим в пазы выпуклостям, оставалась совершенно неподвижной, для чего, кроме того, опоясывают пест двумя четырехугольными железными шинами. Округлость вала одни делят на 6 частей (делают ее шестигранной), а другие на 9, однако лучше делить ее на 12 частей, для того чтобы попеременно на одной части находился зуб, а на другой отсутствовал.

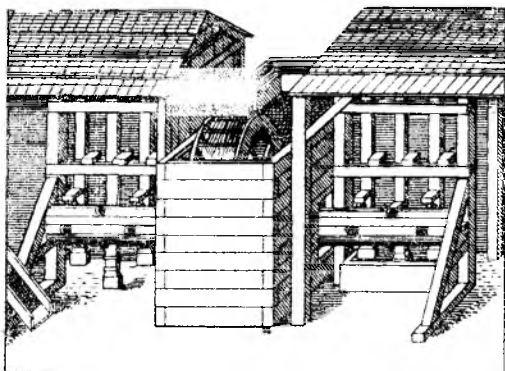


Рис. 153.

Для того чтобы зимой снег, лед или бури не влияли на ход и вращение колеса, его целиком заключают в четырехугольный деревянный футляр (рис. 153). Щели между балками этого футляра законопачиваются мхом. В одной из сторон имеется отверстие, через которое проходит лоток, по нему стекает вода, которая падает на колесо, вращает его, а затем вытекает через другой канал, устраиваемый внизу. Спицы колеса вставляются посредине длинного вала, кулаки которого с обеих сторон поднимают песты (рис. 153), которые толкут либо сухую, либо мокрую руду за исключением случаев, когда песты одной стороны поднимают и закрепляют гвоздями, которые вставляются в проделанные в них и в поперечных балках отверстия».

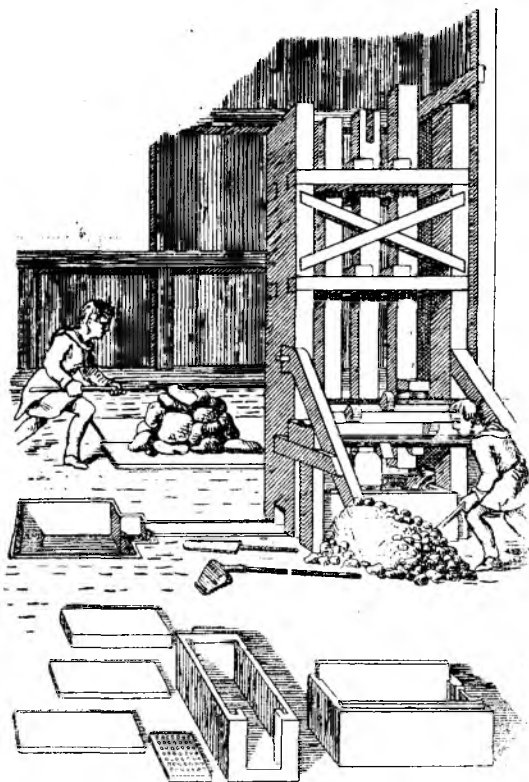


Рис. 154.

Мы приводим здесь описание толчей для мокрого толчения, помещенное у Агриколы несколько далее (рис. 154), в нем говорится:

«Когда в 1512 г. герцог Георг Саксонский предоставил в Мейсене благородному и мудрому господину Зигмунду Мальтиц (отцу Иоганна, епископа Мейсенского, и Генриха) право использования всех извлекавшихся из рудников масс земли, то последний в Дипольдсвальде и Альтенбурге, там, где выкапывались черные камешки, из которых получается олово, после того как он признал негодным применение сухих пестов, широких сит и мельницы, изобрел машину, которая толчет мокрую руду пестами, снабженными спереди железными стержнями. Эта машина похожа на ту, которая толчет пестами сухую руду, однако головки ее пестов наполовину тяжелее головок этой первой машины. Кроме того, толчийный жолоб, который делается из дубовой или буковой колоды и устанавливается в промежутке между стойками, открыт не спереди, а сбоку. Он делается 90 см длины, 22 см ширины и 40 см высоты (в свету). Если у него нет дна, то он помещается на твердом, гладком и несколько вкопанном в землю камне, причем остающиеся между ним и камнем пустые пространства заполняются мхом и тонкими льняными лоскутами. Когда же отверстие в колоде не сквозное, то в него

пещанном в землю камне, причем остающиеся между ним и камнем пустые пространства заполняются мхом и тонкими льняными лоскутами. Когда же отверстие в колоде не сквозное, то в него

вставляется железная плита 90 см длины, 22 см ширины и 75 мм толщины, и тогда на открытом конце вставляется другая железная плита с целым рядом просверленных отверстий и притом таким образом, что между ней и головной следующего песта остается промежуток в 37 мм и такой же промежуток остается между плитой и стойкой, в отверстие которой вставлен маленький длинный желоб, по которому мелкоизмельченная серебряная руда вместе с водой стекает в резервуар. То, что остается в толчее, выбрасывается деревянной лопатой на доски, укладываемые поблизости на земле; то же, что осаждается в резервуаре, кладется отдельно на указанный настил. Многие делают два канала, для того чтобы, пока рабочий удаляет содержимое одного из них, могло осесть содержимое другого. С другой стороны машины около водяного колеса, приводящего машину в действие, по небольшому лотку поступает вода; рабочий бросает в толчий желоб подлежащую дроблению руду с этой же стороны, для того чтобы отдельные куски не могли попасть между пестами и тем самым помешать их работе. Таким способом мелко измельчается серебряная и золотая руда».

Далее описывается распространенный в то время вид установки, при которой на горизонтальной плоскости одна за другой устанавливались четыре толчей. У двух задних были очень длинные и поэтому очень тяжелые песты с пальцами, помещавшимися у верхнего конца; у двух других были менее длинные песты с низкосидящими пальцами. Каждая толчая приводилась в действие собственным водяным колесом, причем вода с верхних колес стекала на нижние. В случае, если имевшаяся в распоряжении площадь была недостаточна для такого устройства — две пары толчей устанавливались на разной высоте, вода с верхней толчей подавалась к нижней и все вместе подводилось под общую крышу. При таком устройстве обслуживание машины было сложнее и поэтому обходилось дороже, чем при описанном выше устройстве. Далее говорится:

«Когда нельзя подвести ручья, который с более высокой точки падал бы на верхнюю часть водяного колеса, то подводится ручей, который поворачивает нижнюю часть колеса. Для этой цели накапливают в одном месте большое количество воды, откуда она при открытии шлюзов подается на колесо, которое благодаря этому вращается в канале. Лопасти такого колеса делаются выше, причем сзади лежащие направлены вверх; лопасти же других колес ниже, причем выступающие вперед лопасти наклонены книзу».

Отсюда следует, что в то время в Саксонии наиболее распространенными были верхнебойные колеса, что подливными пользовались только там, где нельзя было установить верхнебойного, и что было хорошо известно, что подливные колеса требуют большего количества воды, т. е. производят худшее действие, почему при пользовании ими большей частью устраивали специальные водохранилища, для того чтобы могла быть использована вся вода ручья. Этим также объясняется и то, что на рисунках труда Агриколы встречаются почти исключительно верхнебойные колеса. Из процитированного выше места видно также, что саксонские шахтеры и заводчики уже в то время для достижения лучшего результата устанавливали лопасти подливного колеса не радиально, а немного наклонно. В заключение о толчеях говорится еще:

«В юлийских и ретийских Альпах и в Карпатах в настоящее время производят дробление золотой и серебряной руды пестами, устанавливаемыми в один ряд в количестве и иногда более 20, причем мокрое толчение производится в длинных толчейных желобах, снабженных двумя сплошь просверленными плитками, сквозь которые измельченная руда одновременно с водой стекает в помещающийся под толчеей поперечный канал...».

Мы не будем останавливаться на многочисленных, рассматриваемых в этой главе, приспособлениях для промывания и сортировки руд, вроде сортировочных сит и т. д., и перейдем прямо к мельницам для размалывания золотой и оловянной руды.

Первая из таких мельниц (рис. 155) строится так же, как мукомольная мельница, именно из дерева, но только у вала водяного колеса имеются железные цапфы и подшипники, а у верхнего жернова порхлица и железный стержень. Для того, чтобы жернов мог устанавливаться выше или ниже, ту балку, в которой уста-

влен подпятник для цапфы его железного стержня, подпирают двумя балками, которые в случае надобности могут быть подняты и опущены при помощи подъемных брусьев и закреплены шпильками. Подача материала для размола производится

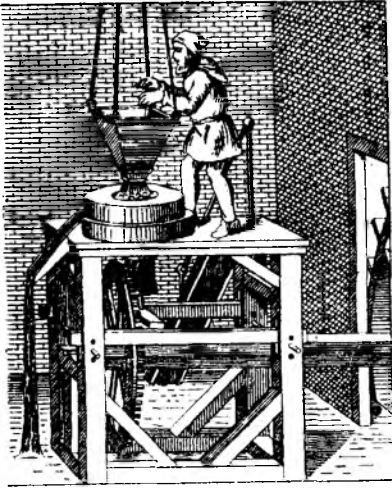


Рис. 155.

нижний жернов так выдолблен сверху, что он обхватывает верхний жернов, вращающийся на железной оси. Эта ось, которая вставляется в середине нижнего жернова, проходит сквозь верхний жернов. Рабочий руками вращает рукоятку, находящуюся на верхнем жернове. В середине верхнего жернова насверлено отверстие, в которое бросают руду, которая падает в нижний жернов и там размалывается в муку. Мука постепенно сыплется через отверстие в нижнем жернове; раньше чем смешать ее со ртутью [до амальгамирования], ее промывают различными способами, которые будут описаны мной ниже».

Жернова подобные описанным употребляются для некоторых целей еще и в настоящее время, например для размалывания столовой горчицы и т. д.



Рис. 156.

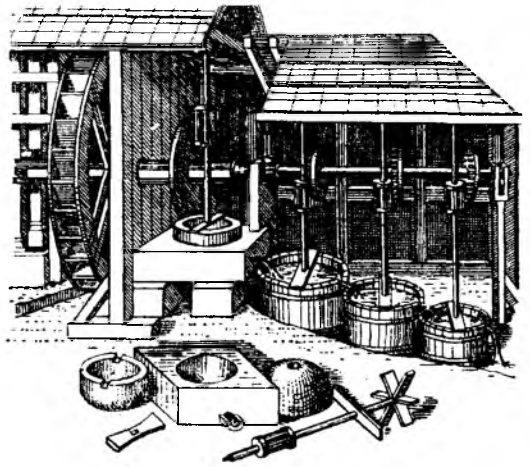


Рис. 157.

Затем следует описание мельницы, изображенной на рис. 157:

«Однако строится также и известная машина, которая одновременно дробит, размалывает и промывает золотую руду и смешивает золото со ртутью. У этой единственной в своем роде машины имеется колесо, которое приводится в движение водой. С одной стороны колеса

из оси выступают длинные зубья (кулаки), которые поднимают песты, дробящие руду. Эта руда бросается затем в круглое пустое пространство верхнего жернова и, постепенно проходя через его круглое отверстие, размалывается в муку. Нижний жернов четырехугольный, но имеет круглое углубление, в котором вращается круглый верхний жернов, а также и дыру, через которую мука падает в первый чан. Порхлица железного стержня жернова вставляется в верхний жернов, а верхняя цапфа вставляется в гнездо, находящееся в одной из балок. Сидящее на этой оси колесо, состоящее из цевок, приводится в движение зубчатым колесом, сидящим на валу гребного колеса, и вращает при этом мельницу. Вода вместе с мукой льется сначала в первый чан, из него в находящийся ниже второй чан, а из второго в третий, расположенный еще ниже. Из третьего чана она снова течет в маленький резервуар, который выдалбливается из древесного ствола какого-нибудь дерева. В каждый чан кладется ртуть и на каждом из них закрепляется доска, через отверстие которой проходит вертикальная ось. Эта ось проходит в чан до требуемой глубины и утолщается в том месте, где она соприкасается с доской [т. е. на валу имеется закрапка, которой вал упирается в доску]. На нижнем конце оси приделываются две скрещенные дощечки, которые пересекаются еще третьей. Цапфа верхнего конца вставляется в гнездо, находящееся в балке. На каждой оси посажено маленькое колесо, состоящее из цевок, причем каждое из них приводится в движение зубчатым колесом, сидящим на горизонтальном валу, один конец которого вставлен в большой вал (и соединен с ним наглухо). Другой его конец вставляется в находящееся в балке гнездо, которое выкладывается листовым железом. Таким образом дощечки, из которых три вращаются в каждом отдельном чане, размешивают смешанную с водой муку и отделяют от нее частицы золота, которые ртуть очищает и вбирает в себя; посторонние примеси при этом уносятся водой...».

В этой, — как говорит Агрикола, е д и н с т в е н н о й в своем роде машине замечательно то, что несколько различных исполнительных механизмов, а именно толчейная машина, мельница и три мешалки, приводятся в действие одним водяным колесом при помощи т р а н с м и с с и и. Идея трансмиссионной установки или эксплуатации различных машин при помощи одного мотора, которая, по всей видимости, во времена Бирингуччо и Агриколы только еще развилась, была одной из самых важных идей для развития механики.

В связи с этим мы должны указать на то, что в прежние время очень часто устраивали конические передачи с накрест лежащими друг над другом осями, как это видно здесь и на рис. 158, при всеупотребительном в то время цевочном зацеплении это не представляло особых трудностей, но только ввиду того, что при этом зубья еще больше, чем обыкновенно, скользили по цевкам, приходилось пользоваться несколько более длинными цевками.

В девятой книге Агрикола говорит об устройстве литейных и начинается с плавильной печи. Он говорит:

«Руду плавят (excoquantur) или в печах, или без оных; когда ее плавят в печах, то это делают либо в таких печах, в которых выпускное отверстие (os) на время закрывается, либо в таких, в которых оно постоянно открыто; когда же ее плавят без печей, то это делают либо в тиглях, либо в каналах».

Затем следует описание тех печей первого типа, которыми пользовались на заводах для обработки серебра. Это были небольшие шахтные печи, у которых внизу между боковыми стенками было 37 см и между передней и задней стенками 46 см в свету, а толщина стенок была равна 22 см. Кверху они несколько расширялись. Передняя стенка, через которую рабочий производит засыпку печи, была 1,5 м высоты, боковые стенки на 30 см выше, и задняя стенка еще раз на столько же выше, т. е. равна 2,1 м высоты. В задней стенке находилась железная или бронзовая форма, к которой примыкали насадки двух мехов, а в передней стенке находилось выпускное отверстие, через которое металл выливался в передний горн (песток). В одном ряду всегда стояло несколько, но редко более шести, таких печей, помещавшихся у стенки, через которую двери вели в помещение, в котором в один ряд на подмостках из балок лежали мехи. Это были обыкновенные остроносые мехи из дерева и кожи. Их наибольшая ширина равнялась 75 см, верхняя крышка была 1,7 м, а головка 45 см длины, так что общая длина без насадки и хвостовой части равнялась 2,15 м. Конструкция этих мехов описана Агриколой вплоть до мельчайших

деталей, на чем мы, однако, останавливаться не будем. Мехи приводились в движение водяным колесом, которое при помощи конической передачи вращало кулачный вал (рис. 158). Этот вал проходил за подмостками, к которым мехи были прикреплены своими нижними крышками. В средней (вертикальной) плоскости каждого меха на валу помещались два противостоящих кулака, при помощи которых последний нажимал на одноплечий рычаг, закрепленный в подмостках под мехом (рис. 159); от этого рычага посредством тяги и трехколенной цепи с соответствующими петлями движение передавалось на хвостовую часть верхней крышки меха и на расположенный над ней двухплечий рычаг с противовесом. Этот рычаг поднимал крышку меха всякий раз, как только прекращалось давление кулака на нижний рычаг. В верхней части тяги имелось несколько отверстий, в любое из

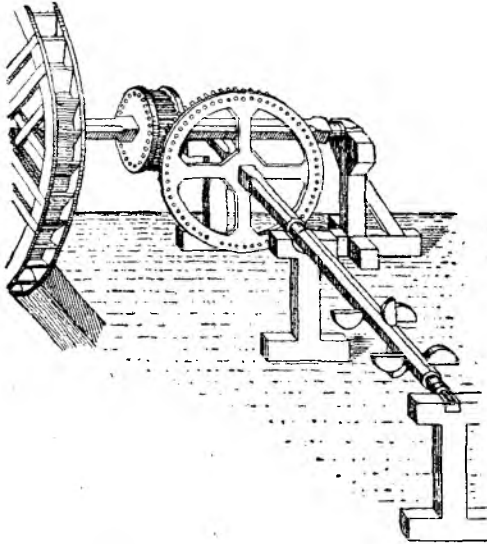


Рис. 158.

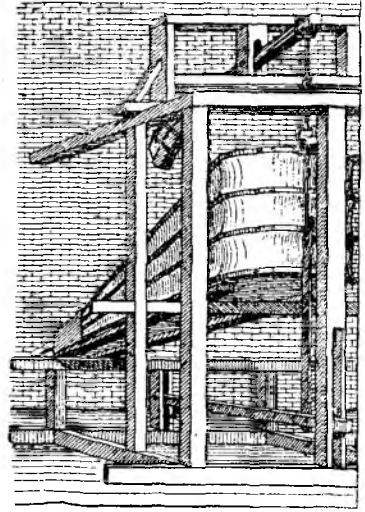


Рис. 159.

которых мог быть, по желанию, вставлен крючок, находившийся на нижнем конце трехколенной цепи. Если этот крючок вынимался совсем, то мех оставался неподвижным. Хотя конструкция этого движущего механизма, которую Агрикола описывает очень подробно, должна быть из сказанного выше и из рис. 158 и 159, достаточно ясна, тем не менее мы считаем нужным привести еще одно место, касающееся размеров его отдельных частей:

«Колесо, которое состоит из цевок, делается из двух двойных дисков, находящихся друг от друга на расстоянии 30 см; диски эти 9 см толщины и около 30 см высоты. Они состоят из двух кружков одинаковой толщины, которые сколачиваются деревянными гвоздями и обтягиваются кругом железной полосой. С обеих сторон в кружки врезаются 30 круглых цевок 48 см длины и 55 см толщины... На зубчатом колесе 60 зубцов... Эти зубцы в 30 см длины выступают, считая от внутренней поверхности колеса, на 75 мм, а от наружной — на 55 мм (двойной обод колеса был 17 см толщины и 30 см ширины). Они делаются 75 мм ширины и 45 мм толщины... Толщина оси должна соответствовать размерам спиц и отдельным частям обода; а, так как каждые два пальца опускают по одному рычагу, то на оси должно быть 24 пальца (при 6 печах), из которых каждый выступает из оси на 37 см. Они имеют приблизительно круглую форму при 24 см ширины и 75 мм толщины».

На нашем рис. 158 мы старались, по возможности, придерживаться этих данных, тогда как в труде Агриколы гравер в некоторых частях значительно уклоняется от приведенных размеров. В заключение этого описания говорится,

что часто употребляется только один вал, на котором вместе с колесом сидят также и пальцы.

Далее описывается размалывание и просеивание угля и земли, которые, будучи смешаны вместе, служили для устройства горнов и шестков плавильных печей. Размалывание производилось при помощи толчей с четырьмя деревянными пестами, у которых не было железных головок, но на нижний конец которых надевалось железное кольцо.

Из последующих описаний различных других плавильных печей мы видим, что для обработки тугоплавких руд и, в особенности, железной руды пользовались также печами и мехами больших размеров, чем вышеописанные, но, к сожалению, точные их размеры не приводятся. Нижеследующее место из конца соответствующей главы интересно для нас из-за своеобразной формы описанных в ней мехов:

«Лузитанцы¹ [на западе Пиренейского полуострова] обыкновенно выплавляют олово из маленьких черных камешков в небольших печах. Они пользуются круглыми кожаными мехами (рис. 160 и 161), передняя часть которых состоит из железного диска, а задняя—из деревянного. В отверстие первого диска вставлена насадка, в середине второго помещается всасывающее отверстие, в середине третьего находится всасывающее отверстие, а над ним ручка или скоба. Когда мех растягивают при помощи этой ручки, то он вбирает в себя воздух, а когда его сжимают, то он его выталкивает. Между кружками на мехе находится несколько железных колец, к которым кожа прикрепляется таким образом, что она образует складки, как у складных бумажных фонарей. Но, так как такие мехи дают слабую струю воздуха и так как они растягиваются и сжимаются очень медленно, то плавильщик в течение целого дня может выплавить немного более полцентнера олова».



Рис. 160.

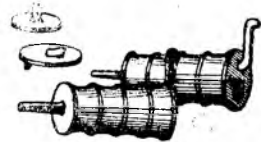


Рис. 161.

В добывании железа, о котором далее говорит Агрикола, в то время исключительно важную роль играли кузнецы, потому что добыча производилась так называемым прямым способом, т. е. из руды непосредственно добывалось ковкое железо в виде массы (massa), которая в зависимости от качества данных кусков руды, от действия различных температур, которым они подвергались при их опускании в печи и т. д., состояла из конгломерата весьма различных сортов железа и стали. Лишь после повторного дробления, сортировки, сварки и выковки из него удавалось получить годные для употребления сорта железа. Для этой цели приблизительно с середины XIII в. пользовались молотами, приводимыми в движение гидравлической силой (см. L. Beck, «Geschichte des Eisens», S. 752 и 754), тогда как гидравлической силой начали пользоваться для раздувания мехов лишь в начале XV в. (см. там же, стр. 781). Этим можно объяснить, почему Агрикола, говоря о железоделательных и сталелитейных заводах, ограничивается тем, что только упоминает и приводит изображение железных молотов, воспроизведенных нами на рис. 162 и 163, а не описывает их подробно. В то время железные молоты были, вероятно, настолько хорошо известны, что наш автор считал лишним описывать их более подробно. Изображенные молоты представляют собой так называемые среднебойные молоты, при которых вал водяного колеса расположен параллельно рукоятке молота, причем его кулаки захватывают снизу и поднимают вверх рукоятку молота около головки.

¹ Португалцы.

В десятой книге труда Агриколы нас интересуют поворотные краны, которые описываются там в качестве кранов для подъема подвижных колпаков с трейбофена. Описание гласит:

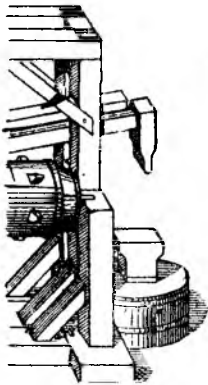


Рис. 162.

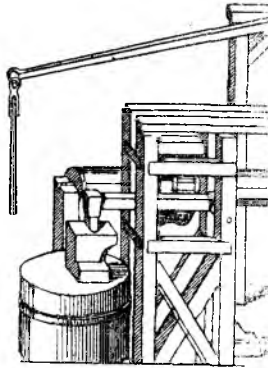


Рис. 163.

К этому валу приделана рама; на высоте одного локтя ($= 1\frac{1}{2}^f = 44\text{ см}$) в гнездо оси вставлен брус, который, исключая головку, имеет 50 см длины и 15 см ширины и толщины. На высоте 1,5 м над ним таким же образом вставлен в ось второй брус одинаковой с ним длины, ширины и толщины. Другие концы этих брусьев вставлены в гнездо другого неболь-

«Кран (рис. 165), при помощи которого поднимают колпак, устраивается следующим образом: сначала устраивается (деревянный) четырехгранный вал, с каждой стороны 30 см ширины и 3,5 м длины. Его нижняя цапфа вращается в бронзовом подпятнике, который вставлен в другой дубовый брус. Два таких бруса укладываются крест-накрест один над другим таким образом, чтобы углубление, находящееся в середине одного из них, входило в углубление, находящееся в середине другого. Каждый брус 90 см длины и 30 см ширины и толщины. Верхний конец вала закруглен и притом так вырезан, что он имеет 22 см толщины [т. е. на верхнем его конце была вырезана цапфа указанной толщины]; он вращается в разделенном на две части железном кольце, которое с обеих сторон приделано к балке, опирающейся на бо-

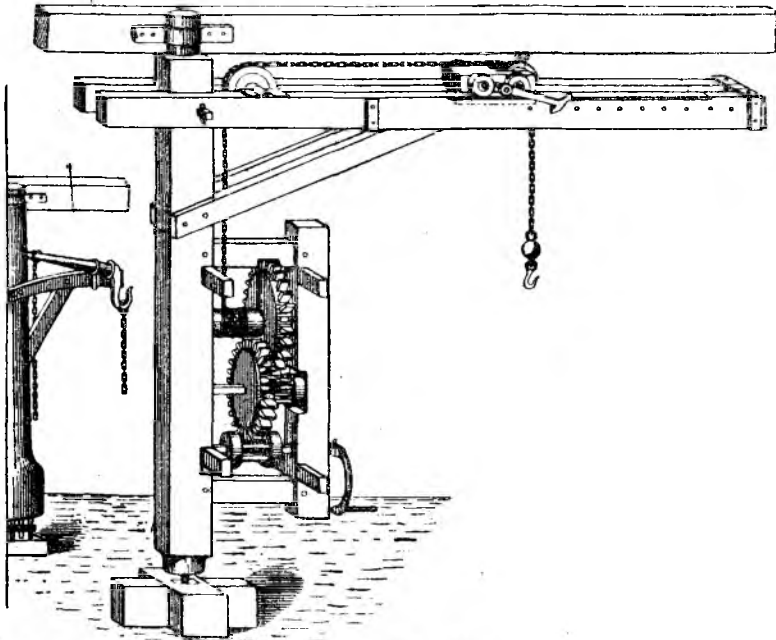


Рис. 164.

Рис. 165.

шого вертикального бруса 2 м высоты и 22 см ширины и толщины, причем оба конца закреплены в нем деревянными гвоздями (нагельми). Затем на высоте 22 см от нижнего бруса в боковые гнезда вышеупомянутого бруса вставлены еще два бруска 37 см длины, не считая головки, 13 см ширины и 75 мм толщины, и два таких же бруска вставлены в нем под верхним брусом. В гнезда вертикального бруса (вала) также вставлено одинаковое количество брусков такой же

длины, но 55 мм толщины и 11 см ширины, причем нижние из них помещаются поперек непосредственно над нижним брусом, а верхние на одинаковой высоте с двумя верхними брусками, вставленными по бокам вала. Кроме того, к брускам пришиты еще доски [эти доски образовывали ящикообразный футляр для системы зубчатых колес крана, но не помещены на рисунке, чтобы не скрывать колес]. В передней и задней частях футляра имеются дверцы, петли которых приделаны к тем доскам, которые прибиты к брускам, вставленным по бокам вала. Над нижними брусками поперек прибиты доски, над которыми на расстоянии 15 см установлена четырехгранная железная ось, боковые поверхности которой имеют 37 мм ширины. Концы ее круглые и вращаются они в бронзовых или железных кольцах, из которых одно вставлено в вал, а другое в вертикальный брус. На каждой стороне этой оси насажен деревянный, обитый сверху железом, кружок 24 см высоты и 75 мм толщины. Эти два кружка находятся на расстоянии 17 см друг от друга и снабжены пятью цевками 45 мм толщины, которые отстоят друг от друга на расстоянии 55 мм. Таким образом образуется колесо, которое от вертикального бруса отстоит на 9 см, а от вала на 13 см. Над этой осью на высоте 37 мм находится вторая четырехгранная железная ось, каждая сторона которой имеет 55 мм ширины. Она, так же как и первая, вращается в бронзовых или железных кольцах. На ней сидит зубчатое колесо, составленное из двух круглых дисков 52 см ширины и 11 см толщины, на котором имеется 23 зубца 75 мм ширины, 37 мм толщины, выступающих из колеса на 75 мм. Они отстоят друг от друга на 55 мм. На этой же оси в направлении к вертикальному брусу на расстоянии 18 см находится другой диск одинакового диаметра с диском шестерни и 75 мм толщины. Этот диск вращается в вертикальном брусе, который в этом месте соответствующим образом вырезан. Из этого диска и диска колеса образуется другое колесо с пятью цевками. Над этой второй осью, на расстоянии одного локтя (около 45 см), находится деревянная ось с железными цапфами, концы которой обхватываются железными кольцами, для того чтобы цапфы были неподвижны. Последние, так же как и железные оси, вращаются в бронзовых или железных кольцах. Эта ось находится от верхнего поперечного бруса на расстоянии 45 см, причем на ней, около вертикального бруса, насажено зубчатое колесо 74 см в диаметре, которое на лобовой поверхности снабжено 27 зубцами. Другая часть оси (которая образует ценной барабан) со стороны вала обита листовым железом, для того чтобы она не стиралась навитой на нее цепью. Первое кольцо этой цепи вставлено в скобу и прикреплено к оси. Эта цепь выходит из футляра и проходит через ролик, установленный между балками стрелы крана. Эта стрела, находящаяся над футляром на расстоянии $1\frac{1}{4}'$ (должно быть — $2\frac{1}{4}' = 67$ см), состоит из двух врезанных в вал балок 4,50 м длины, 22 см ширины и 15 см толщины, которые выступают за заднюю часть вала на 45 см. Там они скрепляются железными полосами и, кроме того, деревянным гвоздем, проходящим сквозь них и сквозь вал. Этот гвоздь на одном конце снабжен широкой шляпкой, а на другом — дырой, в которую забивается железный клин, для того чтобы гвоздь плотно прижимал балки к валу. Балки стрелы подпираются двумя брусками 1,90 м длины и 15 см ширины и толщины. Эти бруски внизу вделаны в вал, а наверху — в балки стрелы, где они отходят от вала на расстояние около 1,20 м и прибиты железными гвоздями. За верхним концом этих брусков в направлении вала балки стрелы захватываются снизу железной полосой, которая их стягивает и закрепляет. Передний конец этих балок входит в согнутые в виде четырехугольников железные полосы, между которыми вставлена третья таким же образом изогнутая полоса, так что балки стрелы не могут ни разойтись, ни приблизиться друг к другу. Эти балки на протяжении 1,80 м обиты сверху листовым железом, для того чтобы «язык» [это остов маленькой тележки, на которой установлен передний ролик цепи] мог двигаться по ним. Этот брусок делается из бука или другого твердого дерева 45 см длины, 30 см ширины и 22 см толщины, причем с обеих сторон нижняя его часть вырезается на 75 мм высоты и ширины, для того чтобы остающаяся часть могла двигаться туда и обратно между балками верхнего бруса крана. Передняя часть (язычка) посередине вырезывается на 18 см длины таким образом, чтобы бронзовый ролик, сидящий на железной оси, мог вращаться в образовавшемся отверстии. Кроме того, в язычке около каждого угла имеются четыре отверстия, в которых закреплены четыре ролика, которые при вращении катятся по балкам верхнего бруса крана. Благодаря тому, что

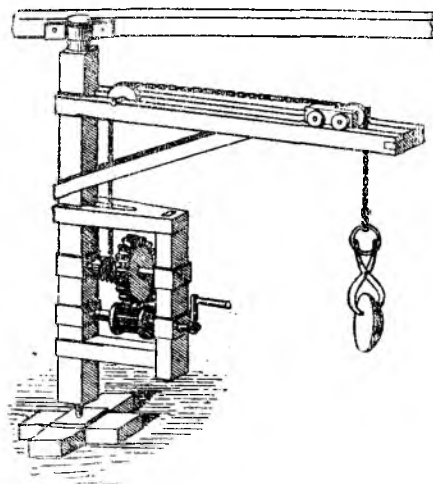


Рис. 166.

язычок во время движения издает звук, несколько похожий на собачий лай, отсюда происходит и его название [т. е. маленькую тележку крана называли «собакой»]. При помощи стержня [vestis— собственно, рычаг] язык двигают вперед, а цепочка оттягивает его назад. К нему приделан крючок, ушко которого вращается на железном болту, который забит на правой стороне языка. Этот крючок зацепляется за один из нескольких гвоздей (in unum aliquem ferreum clavum), забитых в правую балку верхнего бруса крана.—Впереди (вертикального) вала помещается бронзовый ролик, по которому проходит выходящая из футляра цепь; пройдя по выдолбленной верхней части языка, она затем проходит по его бронзовому ролику...».

Затем описывается, как к цепи крана подвешивался подвижной колпак трейбофена и как была устроена рукоятка, при помощи которой приводилась в движение система зубчатых колес, на чем мы останавливаться не будем.

Мы постарались на рис. 165 изобразить этот поворотный кран согласно описанию и дословно привели эту часть последнего для того, чтобы нас не могли заподозрить в произвольном изображении, так как гравюра, помещенная в труде Агриколы, не имеет никакого сходства с нашим рисунком и представляет собой лишь карикатуру описанного крана. Гвозди упомянутые в конце выдержки, находившиеся на верхнем бруске поворотного крана, и крючок на «собаке» на гравюре совсем не показаны. Интересно отметить, что в этом описании, а также и во многих других помещенных в труде Агриколы изображениях кранов видно, что саксонские заводчики уже в начале XVI в. устанавливали зубчатые колеса в футлярах, которые не могли служить ни для чего другого, как только для того, чтобы оградить рабочих от возможных несчастных случаев, тогда как в настоящее время фабричным инспекторам часто стоит большого труда добиться устройства таких защитных приспособлений.

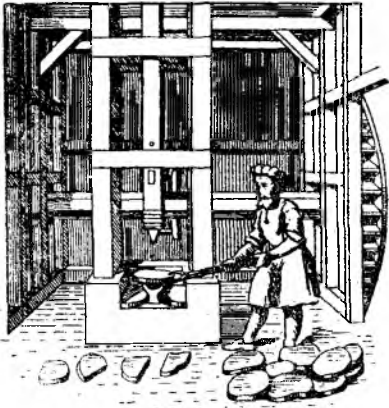


Рис. 167.

Очень простой, в то время весьма распространенный поворотный кран для поднятия подвижного колпака трейбофена показан также на рис. 164. Его описание гласит:

«Цапфы вертикального вала вращаются таким же образом (как при только что описанном кране) — одна из них в железном подпятнике, а другая в кольце. Из этой балки выступает поперечный брус, который подпирается косым брусом. На конце поперечного бруса закреплено прочное железное кольцо, из которого выступает другое вставленное в него кольцо, в которое, в свою очередь, вставлен прочный деревянный рычаг, конец которого обхватывает третье кольцо, с которого свисает железный крюк, которым зацепляют за верхнее кольцо цепи колпака. На другом конце рычага имеется цепь, которая, когда ее тянут вниз, поднимает противоположный конец рычага, а вместе с ним и колпак...».

В одиннадцатой книге Агрикола описывает еще один поворотный кран с простой колесной передачей и с автоматически закрывающимися кольцами, находящимися на конце цепи крана, изображение которого мы приводим на рис. 166, причем мы позволили себе изобразить зубчатую передачу, которая здесь подробно не описана, соответственно относящемуся к рис. 165 описанию, тогда как на гравюре как колесо, так и шестерня нарисованы одинакового размера, что не имеет никакого смысла. Описание этого крана мы можем, однако, обойти, потому что его конструкция аналогична с конструкцией крана, показанного на рис. 165.

Наконец, мы должны еще рассмотреть изображенный на рис. 167 молот

с падающей бабой, который употреблялся для измельчения необработанной меди, чтобы приготовить ее для зейгерования. Описание гласит:

«Куски меди бросаются в тележку, привозятся в третье отделение завода и здесь кладутся поодиночке на «стул», на котором они измельчаются под действием повторных ударов снабженного железным стержнем песта. Эту машину устраивают следующим образом. На землю кладется дубовая колода 1,5 м длины и 90 см ширины и высоты. В середине этой колоды имеется открытое спереди углубление 75 см длины, 60 см ширины и 26 см высоты. Возвышающаяся часть выступает вперед, тогда как ширина углубления уменьшается к середине колоды. В середине углубления ставится «стул». Его несколько врубленная часть 11 см ширины устанавливается между двумя крицами свинца. Более высокая его часть с обеих сторон находится на расстоянии 75 мм, так что весь стул имеет 26 см ширины, 30 см длины и 15 см толщины. С обеих сторон углубления на колоде устанавливаются две балки 45 см ширины...».

Дальнейшее описание машинной рамы немногим отличается от описания, относящегося к толчеям. О песте говорится:

«Он четырехгранный, 3,25 м длины, 22 см ширины и толщины 37 см. Головка 37-см железного стержня имеет 15 см длины и ширины, причем в верхней своей части она 11 см, а в нижней 37 мм толщины, следовательно, она постепенно утончается книзу. Хвостовая часть стержня 22 см длины, причем в том месте, где она идет кверху от головки, она имеет 15 см ширины и толщины; чем больше она удаляется от головки, тем он становится тоньше...».

Способ закрепления в песте этого стержня и пальца был тот же, что и у толчевых пестов. Для того чтобы можно было остановить пест, в нем и здесь было проделано отверстие, находившееся на такой высоте, что он в своем самом высоком положении находился над нижней поперечной балкой и удерживался в этом положении при помощи вставленного в отверстие болта. Относительно кулаков вала водяного колеса говорится:

«На валу, поднимающем пест, с каждой стороны имеются два зуба (рис. 168), которые находятся на расстоянии 20 см друг от друга и выступают из вала на 40 см. Их пропускают сквозь ось и закрепляют клиньями. Они 11 см ширины и толщины, концы их закруглены и обиты железными полосами одинаковой с ними ширины, которые с обеих сторон спускаются на 30 см и прибиваются железными гвоздями. В этих головках имеются круглые отверстия, в которые вставляется небольшая железная ось, проходящая сквозь бронзовый валик. На одном конце этой оси имеется широкая шляпка, а на другом — отверстие, в которое вставляется железный гвоздь для того, чтобы ось не могла выпасть из зубов. Бронзовая трубка 15 см (?) длины и 75 мм толщины. Через ее круглое отверстие в 37 мм проходит упомянутая железная ось. Но не только бронзовый валик вращается вокруг железной оси, но и она вращается, и когда вращается вал, то бронзовые валики поочередно поднимают зуб (палец) песта...».

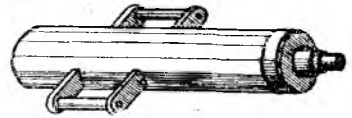


Рис. 168.

Следовательно, кулаки в данном случае были снабжены антифрикционными роликами. Мы и этот молот постарались изобразить на рис. 167 насколько возможно точно, соответственно его описанию, тогда как на гравюре, сюда относящейся, головка песта и так называемый «стул», на который клали розетную медь для ее измельчения, изображены несоразмерно большими. Мы заканчиваем этот обзор пожеланием, чтобы читатель извинил нас, если ему покажется, что нами было приведено из труда Агриколы слишком много данных, касающихся деталей и размеров; но мы считаем, что у всех других авторов, писавших о машинах в XVI и XVII вв., при отсутствии гарантии в том, что многое из описанного им применялось на практике, настолько нехватает именно таких сведений, что составить себе приблизительную картину о тогдашнем состоянии машиностроения можно только тщательно изучив труды Агриколы.

ДЖЕРОНИМО КАРДАНО (ИЕРОНИМ КАРДАН)

(1501 — 1576 гг.)

Рело на стр. 11 своей «Кинематики» говорит: «Раньше каждую машину рассматривали, как одно целое, состоящее из специальных частей; ту группу частей, которая называется механизмом, или совершенно не замечали, или замечали лишь в исключительных случаях. Понятие «водяного колеса» встречается довольно часто, а понятие «насос», и даже самое слово это, совершенно отсутствовало... Только в 1724 г. у Леупольда мы находим отделение отдельных механизмов от машин, которые рассматриваются сами по себе лишь ввиду их разнообразного и широкого применения».

Уже в очерке, посвященном Леонардо да Винчи, мы воспроизвели ряд его рисунков, которые изображают отдельные механизмы, а в очерке о Георгии Агриколе сообщалось, что этот последний рассматривал насосы, которые он называл в латинском тексте «сифонами», а на приложенных к сочинению рисунках по немецки «помпой», в качестве нижней части водоподъемной машины; поэтому в связи с вышеизложенным небезынтересно остановиться на том, что писал Кардан об отдельных механизмах, хотя его толкование этих в то время еще немногочисленных предметов едва ли имеет сходство с тем, что в настоящее время называется кинематикой. Им применяется также и понятие «насос», хотя он и называет их «*tubae*» вместо «*siphones*», и рассматривает их совершенно самостоятельно, отдельно от механизмов, служащих для приведения в движение поршней. Кроме того, в сочинениях этого современника Агриколы встречаются еще другие сообщения о машинах, которые с тех пор, повидимому, оставались без внимания.

Джеронимо Кардано (по-латински, Иеронимус Карданус) родился в 1501 г. в Милане. В 1521 г. он поступил в Павийский университет, где изучал математику, философию и медицину, занимался почти два года толкованием Евклида, в Падуе получил звание доктора медицины, занял в 1534 г. профессорскую кафедру по математике в Милане, одновременно читал лекции по медицине и практиковал в качестве врача, затем отправился в Шотландию, где лечил архиепископа Гамильтона, страдавшего астмой; на возвратном пути посетил Нидерланды и Германию, в 1559 г. пребывал в Милане, в том же году сделался профессором медицины в Павии, а в 1562 г. в Болонье; был посажен в тюрьму за попытку астрологического объяснения жизни Христа, был освобожден лишь в 1571 г., отправился в Рим, где получал пенсию от папы, и умер в 1576 г.

Кардан был человек большого ума и знаний, но очень склонный ко всему сверхъестественному. В математике его имя известно открытием так называемого кардановского правила для решения уравнений третьей степени, хотя весьма вероятно, что оно (правило) идет от Тартальи, который его держал в секрете. Сочинения Кардана относятся к значительнейшим памятникам его века, хотя они часто и бессвязны и противоречивы. Свои естественно-научные и метафизические знания

он изложил в двух объемистых сочинениях: «De subtilitate libri XXI» и «De rerum varietate libri XVII». Первое появилось в 1550 г. в Нюрнберге и в дополненном издании там же в 1554 г., затем в Базеле в 1583 и 1664 гг. Второе сочинение «De rerum varietate» появилось в Базеле в 1557 г., в Авиньоне в 1558 и 1581 гг. и в немецком переводе в Базеле в 1559 и 1591 гг. Собрание сочинений Кардана в 10 томах in folio вышло в 1663 г. в Париже.

Сначала мы приводим отрывок из сочинения «De subtilitate», помещенный в базельском издании 1664 г. на стр. 20 и озаглавленный «О движении взад и вперед (de motu alternante)».

«Обратное движение материального тела используется для переменного движения взад и вперед мехов и других машин, как, например, в ктесибиевой машине, где поршень в цилиндре попеременно поднимается и опускается. Это достигается таким образом. Колесо с лопастями устанавливается в русле стекающей вниз воды так, что оно вращается непрерывным течением воды по лопастям. В нем помещается ось *A* (рис. 169)¹, которая, повидимому, вращается вместе с ним. Свойства водяного колеса я считаю, как нечто известное, хотя бы по применению их на каждой мельнице. Вал *B* помещен на стойках (деревянных и очень толстых) таким образом, что он может вращаться на цапфах. Вблизи его крайнего конца устроена петля *E*, к которой прикреплена петля железной штанги *F*, оканчивающаяся в свою очередь петлей. Она захватывает петлю *G*, образованную на штанге *H*. С концом *A* соединена петля, которая с помощью крючка [uncos, под которым следует понимать согнутый кусок железа, здесь же ручку] так соединена со штифтом вверху в высшем положении вала *A*, что движется вместе с ним. Но, когда ось идет назад (т. е. возвращается в свое исходное положение), то и петля тоже возвращается на свое прежнее место. В другом месте вала *B* пристроены одна против другой две петли *C* и *D*. Можно установить таким же образом две или три пары петель. Если теперь повесить насосные поршни или воздухоудувные мехи на канате, один в точке *C*, другой в *D*, и при повороте вала водяного колеса вал *B* натянуть со стороны *D*, то мех, подвешенный в *C*, поднимается, а подвешенный в *D* опускается...; таким образом путем переменного движения мехи будут двигаться, ибо вал *B* склоняется попеременно вправо и влево, но не поворачивается. Можно таким способом приводить в движение несколько воздухоудувных мехов с помощью многих петель, установленных на валу друг против друга, но для этого требуется мощная водяная сила. Можно еще с левой стороны той же оси водяного колеса подвесить второй вал, что обычно и делают кузнецы, и таким образом удваивают число воздухоудувных мехов. Для этого не требуется никакого дорогого вспомогательного средства, кроме того, что необходимо при единичном (одном единственном) приводе, а именно—большой силы».

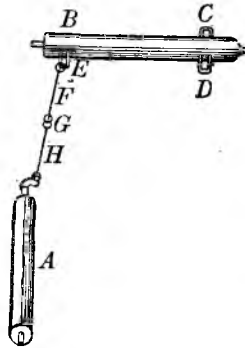


Рис. 169.

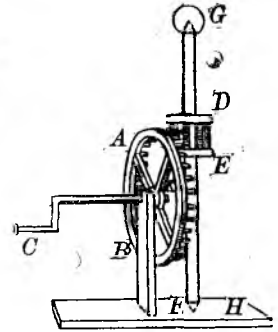


Рис. 170.

Описанный здесь механизм является упрощением того, который применял Бирингуччо для одновременного приведения в движение большого числа воздухоудувных мехов и который мы воспроизвели на рис. 121 стр. 109 очерка о Бирингуччо.

Следующий отрывок, которого в первом издании 1550 г. еще не было, озаглавлен «Передача движения (motuum translatio)» и гласит:

«Передача движения, которая применяется как у мельниц, так и на часах, хотя и очень проста, однако тонкого устройства. *AB* (рис. 170)—колесо, которое вращается либо колесом с лопастями, как на мельницах, или рукояткой *C*. На плоскостях колеса, которые обращены к валу *FG*, стоящему вертикально на плоскости *FH*, нарезаны зубья. На той же плоскости *FH* прикреплена выступающая чека для колеса, на которую опирается его ось. На верти-

¹ Рисунки в сочинениях Кардана настолько неудачны, что в них приходится слишком многое отгадывать; с другой стороны, и описания не всегда достаточно подробны для того, чтобы внести необходимые коррективы. Поэтому мы приводим их почти без изменений.

кальном валу FG помещается зубчатая шестерня DE . Когда колесо AB вращается на оси CK , то благодаря движению A вал FG вращается в направлении от DE к K или же справа налево, вследствие чего достигается передача движения, которое тем быстрее, чем больше число зубьев на AB по сравнению с числом зубьев шестерни DE . Это мы ввели в употребление при объяснении «аугсбургской машины...».

На стр. 613 указанного издания описывается канатная передача (рис. 171) следующими словами:

«Мы возвращаемся к описанию колесной передачи. Геммы расщепляются и нарезаются с необычайным искусством; оно состоит в следующем: на большое деревянное колесо наматывается тонкий канат и он же наматывается на меньшее колесо, находящееся над большим, способом, изображенным на прилагаемом рисунке. Когда большое колесо ABC поворачивается на часть AB , равную всей окружности малого колеса DEF , то малое колесо G делает один оборот. Столько раз, сколько AB содержится в ABC , столько раз при одном обороте большого колеса H будет вращаться малое колесо DEF . Отношение величины окружности H к величине окружности G

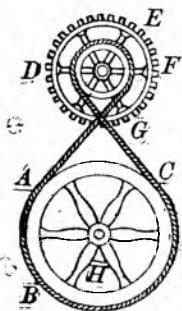


Рис. 171.

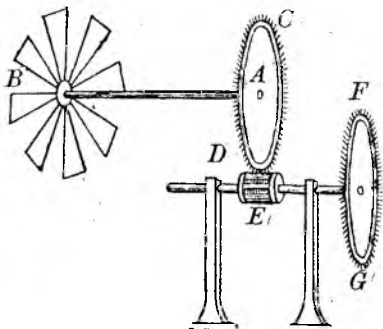


Рис. 172.

равно отношению числа оборотов G к числу оборотов H . Поэтому G вращается с максимальной стремительностью (*maximo impetu*), ибо это происходит в кратчайший срок, вследствие чего ось сверлит и оттачивает (*comminuet*) геммы.

Когда на G насажены зубья, которые вращают ось другого колеса, захватывая их зубья, то оно будет вращаться во столько же раз быстрее, во сколько первое колесо больше второго. Когда же большое колесо во много раз больше малого, то движение оси становится очень быстрым и сильным, если, конечно, сила, приводящая первое колесо, очень велика, а колеса легки...»

Здесь надо помнить, что зубья в то время были относительно слабыми и менее совершенной формы, так что при сильном и быстром движении легко ломались.

В сочинении «*De rerum varietate*», кн. IX, гл. 47, стр. 185 парижского издания имеется следующее место:

«...То, что движет движимое, должно непременно его касаться [Рело называет это опорой]. Тяга (или давление) осуществляется зубчатыми колесами или канатом. О канате уже говорилось выше. Зубчатые колеса же преобразуют с одной стороны движение сверху вниз (т. е. вращение вокруг горизонтальной оси) в движение справа налево (т. е. во вращение вокруг вертикальной оси), и этот способ уже описан где-то в другом месте, с другой стороны они движутся в том же направлении (т. е. оба на параллельных осях), о чем теперь и будет идти речь.

AB (рис. 172) — ось, вращающаяся водяной силой помощью колеса с лопастями. На ней насажено колесо CD , снабженное зубьями. Если они направлены к центру A и их оси лежат на крайней окружности (т. е. в плоскости окружности), то они вызывают движение в том же направлении (т. е. вращение вокруг параллельной оси); когда же они расположены вертикально на боковой поверхности CD и параллельно оси, то они вызывают преобразование движения. Однако движение каждого из обоих колес стоит в зависимости от числа зубьев...».

Затем доказывается, что когда колесо CD имеет 84 зуба, а шестерня E — 7 зубьев, то она, в то время как CD делает один оборот, обращается 12 раз и что при однократном повторении этой передачи третья ось делает в то же время 144 оборота, а при вторичном повторении четвертая ось делает 1728 оборотов. Затем говорится, что, когда применяют еще четвертую и пятую пару колес этого рода, то первая ось делает 259 оборотов в час и на последней оси приводит колесо диаметром в 5 шагов так, что скорость по окружности этого колеса будет

так же велика, как скорость луны на своем пути вокруг земли. Затем Кардан продолжает:

«Однако обратимся теперь к полезным вещам; это движение не может быть выполнено, если—и это необходимо—колеса не соединены друг с другом шестерней или канатом; однако канат при столь быстрой работе не выносит такого сильного движения и рвется на месте; с другой же стороны, при соединении колес и шестерен зубьями колесо, само имеющее очень замедленное движение, не успеет притти в столь быстрое движение, как зубья сломаются. Ибо то, что продумано умом и кажется сознанию вероятным, очень часто обманчиво, как то, что мы только что изложили... Для замедления движения применяется способ, обратный тому, которым пользуются для развития скорости. Как колеса двигают шестерни для достижения скорости, так шестерни в целях замедления приводят колеса. Поэтому, если, например, мы хотим, чтобы какое-то колесо делало один оборот в 60 дней¹, а червяк или колесо с грузом обращается в один день, то надо, чтобы второе колесо делало один оборот в такое же время, в которое первое делает 60 оборотов. Поэтому число зубьев второго колеса должно быть в 60 раз больше, чем число зубьев первой шестерни, но ввиду того, что это невозможно или чрезвычайно трудно по причинам, которые будут указаны ниже, то надо найти два числа, которые, будучи умножены друг на друга, дадут цифру 60. Это будет, скажем, 6 и 10. Тогда мы насадим на первую ось шестерню с любым числом зубьев, на вторую ось колесо с шестикратным числом зубьев и шестерню с любым числом зубьев, а на третью ось—колесо с числом зубьев в десять раз большим, чем у шестерни на второй оси. Пример: на первой оси шестерня с 7 зубьями, на второй оси шестерня с 8 зубьями, колесо на второй оси насаживается с 42 зубьями, а на третьей оси с 80 зубьями. Затем колесо на третьей оси делает в 60 дней один оборот, и по общему правилу: помножь число зубьев шестерни, т. е. $7 \cdot 8 = 56$, затем помножь на передаточное число, которое в нашем примере равно 60, что дает 3360. Это произведение равно произведению числа зубьев колес, 42 и 80, ибо умножение этих чисел дает также 3360.

Из этого, далее, следует, что когда передаточное число является простым числом, например 73, и на первой оси насажена шестерня с любым числом зубьев, скажем, 15, а на второй оси установлено колесо с определенным кратным числом зубьев, например, в 6 раз большим, т. е. 90 зубьями, то на вторую ось надо насадить шестерню с 6 зубьями и колесо с 73 зубьями».

Затем следует доказательство того, что, когда последняя ось в 73 дня сделает один оборот, то четвертая ось с колесом *P* (рис. 173) с 35 зубьями, которое захватывает шестерня *N* с 7 зубьями, сделает один оборот в 365 дней, благодаря чему можно определить движение солнца (по системе Птолемея, которая в то время имела еще гораздо больше приверженцев). Далее говорится так:

«Пусть передаточное число, с одной стороны, будет настолько велико, что такого числа зубьев на колесе нарезать невозможно, с другой стороны, его нельзя разложить на множители, каковым является, например, 229 — число дней прохождения Марса по одной трети неба, так что мы, умножив это число на три, можем определить без большой ошибки среднее движение Марса. Ввиду того что его нельзя разложить на меньшие числа и нельзя устроить такого числа зубьев на колесе, то мы берем $12 \cdot 19$, что дает 228 и близко подходит к требуемому числу; строим колесо по указанному правилу и даем колесу *F*, если оно служит только для этого одного движения, отдых в течение одного дня, но если оно одновременно служит для нескольких движений, то мы вводим для того дня еще одно колесо, которое называется присоединительным колесом или уменьшительным колесом. Оно насаживается на собственной оси между *F* и *L*. Если же число дней требуемого движения на один или два дня меньше делимого числа (например 187, которое меньше 189, делитель которого 21 соответствует пере-

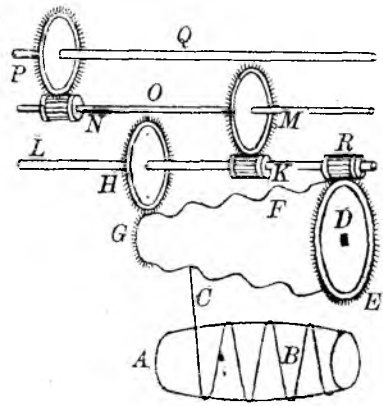


Рис. 173.

¹ При изображении этих и следующих часовых механизмов Кардан имел в виду изобразить не только часы, но и другие астрономические отрезки времени, как, например, время вращения луны и планет.

даточному числу 9), то штифтом включенного колеса у D (помощью часового ключа) колесо H продвигается на два дня. (Далее объясняется, как оба промежуточных колеса должны быть соединены между собой на специальной оси между F и L , для того чтобы движение L могло осуществляться как от червяка, так и помощью часового ключа.) Или для этого мы пользуемся неравномерностью движения (помощью спирального колеса, рис. 174), о чем речь ниже.

Но если число дней не целое, как, например, для луны, которая делает свой круг в течение 27 дней и 8 часов, то надо принять во внимание, что 8 часов составляют одну треть 24 часов или суток. Поэтому множат: $27\frac{1}{3} \cdot 3 = 82$. Если F обращается в одни сутки, то насаживают колесо E (рис. 173) с 42 зубьями; оно захватывает шестерню R с 14 зубьями так что ось L делает в сутки три оборота. Это число оборотов L (во время одного оборота последней оси) должно быть равным 82. Поэтому шестерня K делается с пятью зубьями, она движет колесо M с 41 зубом, на ось O насаживается шестерня N с 4 зубьями, которая приводит колесо P с 40 зубьями, и оно осуществляет движение луны (т. е. круг в 27 дней и 8 часов)...

Продолжая кинематическое исследование Кардана, пропускаем пока следующее по порядку «правило изготовления часов». Далее сказано так:

«Если хотят сделать диск, который должен вращаться с двойным или тройным движением [или же который должен приводиться с двух или трех пунктов захвата или источников силы, ибо дело идет о зубчатом останове, который в принципе соответствует так называемому улхорновскому соединению двигателей, как оно изображено в «Конструкторе» Рело, стр. 404],

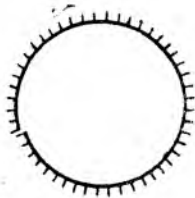


Рис. 174.

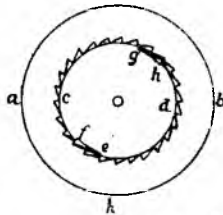


Рис. 175.

то необходимо будет установить один диск в другой и оба на общую ось или на самостоятельные оси, что безразлично, и чтобы диски вращались лишь в одном направлении, а не могли бы двигаться назад. Так, допустим, что диск cd (рис. 175) вставлен в диск ab и допустим, что cd приводится в движение двумя аналогичными (в одном направлении) движениями, т. е. диском ab от a к k и от k к b (это левое вращение) и собственным движением (т. е. прямым

передаваемым ему движением) от c к m и от m к d (это тоже левое вращение), тогда несомненно, что при собственном движении от c к m и от m к d и при захватывании диском ab первый при движении от a к k и от k к b остается соединенным с диском ab (т. е. их относительное положение не меняется). Поэтому диск cd должен быть подвижен в диске ab в направлении движения от c к m и от m к d , но не наоборот. Это осуществляется следующим образом. Выгнутая поверхность выреза в диске ab , в котором помещен диск cd , соприкасается с выпуклой поверхностью окружности диска cd и имеет малые косые вырезы (выемки), постепенно поднимающиеся от стороны c по направлению к m и d . Та часть этих вырезов, которая наиболее удалена от точки c , касается cd ; та же, которая ближе к c и ниже на половину толщины пшеничного зерна. Вырез имеет форму L . На выгнутой стороне диска c установлены друг против друга два зубчика (малые собачки) cf и gh , которые прикреплены к диску концами e и g и выдаются в точках f и h , образуя почти касательные к кругу cd , как видно на первой фигуре. Они, однако, гибки и соответствующие выемки устроены на внешней окружности cd так, что, когда они сгибаются, то точно замыкают круг. При такой установке, когда c движется по направлению к m , то концы ef и gh становятся подвижны и сгибаются и разгибаются постепенно L -образными вырезами. Они не встречают препятствий и движутся вперед. Если же желают диск вращать в обратном направлении или если c остается неподвижным, то надо двигать ab так, чтобы a продвигалась по направлению к k , тогда f и h постепенно входят в вырезы диска ab с той стороны, где они все глубже, и вследствие этого диск ab при вращении непременно захватит диск cd , кроме того диск cd может во время вращение (в первом направлении) захватить диск ab , ибо он от него отделен и плавно продвигается и потому, что диск ab задерживается колесами, которые соединены с ним и которые его двигают.

Остается преодолеть еще две трудности: во-первых, если желают, чтобы диск ab также вращался в обратном направлении и захватывал соединенный с ним диск, то это должно произойти без зубьев и углублений, установив диск cd неподвижным в диске ab (inserendo firmiter, вследствие чего получается то, что мы называем фрикционным соединением).

Вторая трудность встречается при обоих движениях — как в прямом, так и в обратном. Ибо по той же причине, по которой диск cd не может захватить диск ab при движении в одном направлении, ибо он задерживается зубьями других колес, которые его захватывают, — диск ab не может вести кругом диск cd без того, чтобы все не сломалось, когда последний при

движении в том же направлении с приводящей его зубчатой шестерней соединен неподвижно, в то время как первый вообще не захватывает при движении в обратном направлении. То обстоятельство, что зубчатая передача захватывает диск cd , происходит в том случае, когда происхождение движения (или, вернее, обоих движений) исходит от одного главного колеса или червяка (такой случай подробно рассматривается ниже). Поэтому я говорю, что в этом случае и по указанным причинам с зацеплением делается лишь внешний диск, который захватывает движущие колеса и может быть неподвижно с ними соединен, а не внутренний, который может быть лишь свободно (т. е. трением) соединен с зубчатыми колесами, чтобы они могли приводиться им или противоположным нажимом большего диска; для движения же в о д н о м н а п р а в л е н и и они снабжены двумя зубчиками (собачками), которые захватываются в выемки.

Но при п р о т и в о п о л о ж н о м движении невозможно, чтобы оба диска, как они были описаны для часового механизма, двигались на одной оси и один бы захватывался (как сказано выше, трением). Ибо, когда диск ab захватывает диск cd , так что a движется в направлении m , то cd должен крепче (благодаря трению) соединиться с ab , чем с собственным колесом, которое он двигает, и тогда колесо диска cd не сможет двигаться в противоположном направлении. Это происходит путем смены (*fit tamen alternando* — что, конечно, нельзя понимать иначе, как включение или выключение фрикционного соединения) от руки или зубьями.

Пусть теперь на ось a насаживаются два диска d (один диск в качестве основной части кожуха предполагается неподвижным) (рис. 176), c насаживается на b и ось диска c , а не сам диск c , прикрепляется к диску d , затем оборот d может продвинуть ось b вокруг a и вследствие этого и точку c ; c же может своими колесами двигаться вокруг собственной оси в обратном направлении, ибо он не связан с d .

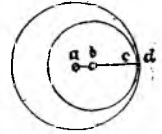


Рис. 176.

После этого переходим к движению восьмого диска в 36 000 лет (который, невидимому, предназначен для предварительного определения равноденствия). Этот период содержит 13 149 000 дней. Надо применить 4 колеса (с соответствующими шестернями), из которых одно обращается в 44 дня, второе же имеет 48 зубьев, причем каждый требует полного оборота первого колеса (шестерней второго рода может быть лишь так называемое о д н о з у б о е колесо). Третье колесо имеет 75 зубьев, из которых каждое продвигается при полном обороте второго колеса, и когда, наконец, четвертое, связанное с указателем, имеет 83 зуба, которое продвигается на один зуб при полном обороте третьего колеса, то из этого следует, что это четвертое колесо обращается один раз в течение 13 147 200 дней (что составляет 35 995,3 года, считая год равным $365\frac{1}{4}$ дням); следовательно, недостает лишь 5 лет для требуемого числа, каковое время или промежуток при таком длительном периоде не имеет значения.

Для того же случая, когда желают сделать оборот неделимого числа совершенно точно, — возьмем для примера движение Марса, совершающего в 229 дней одну треть своего пути, — то приводят его к делимым числам и, взяв 228 дней, можно этот движущийся диск соединить с другим, который обращается один раз в 51 984 дня (т. е. $228 \cdot 228$) и поэтому в 228 дней продвигается назад на одну часть (представляющую один день), благодаря чему оборот первого диска заканчивается в течение 229 дней».

Здесь пришлось еще раз прибегнуть к той же колесной передаче и так присоединить ее к первой, чтобы последнее колесо осуществляло медленный обратный ход второго диска, заключающего первый. Здесь уже наступает случай, когда оба движения исходят от одного главного колеса или червяка. В дальнейшем будет сказано, как должен быть устроен весь часовой механизм. Кардан продолжает:

«Можно, однако, другим способом поступить с последним колесом (первого диска) и облегчить все дело. На нем нарезается 114 зубьев, на втором 72, на шестернях 6 зубьев. Тогда каждый зуб второго (вернее, последнего) колеса потребует двух дней ($\frac{114 \cdot 72}{6 \cdot 6} = 228$). Мы делаем тогда колесо с 115 зубьями; оно делается спиральной формы, примерно так, что 115-й зуб приходится на половине первого (т. е. перемещается в радиальном направлении примерно на половину высоты зуба), как видно на рис. 174, и таким способом получается, что на один день приходится одно деление.

После этого, предположим, что желательно вызвать движение звезды, соединив три движения, как, например, то, которым движется диск A (рис. 177), движется B и движется в свою очередь, C . Если требуется обратное движение, то надо насадить их, как было сказано выше, на различные оси... И поскольку надо привести эти три диска в движение, надо устроить еще другой неподвижный диск, который их охватывает (т. е. образующий кожух или станину машины). Это будет E . Сравнивая с ним, мы определяем движение остальных с помощью указателя и положение звезды D , которое вытекает из всех движений. Мы сначала делаем колеса, движущие C , затем те, которые движут C с зубчатой передачей. Также и колеса диска A должны двигать колеса диска B , а не только самый диск, а также и шестерню диска C ,

и тем самым воспроизводится движение и расположение неба. Но строители обычно не придавали планетам дневного движения *A*, а производят дневное движение отдельно от движения с неподвижными звездами. Поэтому при всех этих часовых механизмах надо соблюдать не только время отдельных движений, но также и размер частей и различия, с которыми они движутся».

В этом описании производства тройного движения как будто установлено, что диск *A* должен приводиться от часового механизма, установленного в станине *E*, что на *A* установлен второй часовой механизм, осуществляющий относительное движение между *A* и *B*, и что на *B* помещается третий часовой механизм, вызывающий относительное движение между *B* и *C*. Первый часовой механизм также может быть объединен со вторым, если неподвижно соединить ось диска *A* со станиной *E* и диск *A* вращался бы вокруг этой неподвижной оси. Тогда часовой механизм, установленный на диске *A*, мог бы вызывать относительное движение *A* и *B*, а также и вращение *A* вокруг неподвижной оси. Этот случай подобен тому, когда устанавливают карманные часы неподвижно на оси большого указателя. Затем часовой корпус¹ делает в один час левый оборот, малый указатель

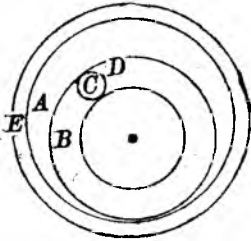


Рис. 177.

часового механизма в течение 12 часов делает один оборот вправо по отношению к корпусу часов, и отсюда абсолютное движение часов получается комбинированным из обоих указанных движений. Вследствие этого малая стрелка делает в течение одного часа $11/12$ левого оборота или в течение $11/11$ часа полный оборот влево. В этом случае основание обоих движений, из которых получается одно третье — комбинированное, исходит из одного главного колеса или пружинной коробки. Следующий отрывок озаглавлен: «Н е с к о л ь к о п р о т и в о п о л о ж н ы х д в и ж е н и й и з о д н о г о» и гласит:

«Переходим к рассмотрению того, каким образом из одного основного движения могут получиться несколько движений в противоположные стороны. Уже указывалось, что существует три положения осей и в каждом два движения — либо по направлению к одному месту, либо от него (правое и левое вращения), причем нельзя одновременно устанавливать колесо и оси в противоположное направление, а таковое можно установить лишь к одинаковым частям. Так, допустим, что *AB* (рис. 178) — шестерня, с зубьями двумя круговыми рядами. Если они направлены во-вне (как на цилиндрических зубчатых колесах), то оба расположения шестерен вызывают противоположное движение (т. е. когда колесо вращается вправо, то все захватываемые шестерни вращаются влево). Когда же зубья расположены на внешней поверхности (т. е. на боковых поверхностях, вследствие чего получается старая форма конического зубчатого колеса с зубьями вправо и влево) и вращаются в одном направлении, то захватываемые шестерни движутся в различных направлениях при первом различии (т. е. когда каждая из обеих шестерен захватывает другой зубчатый обод при симметричном положении). Это происходит и тогда, когда вертикальная шестерня, как указывалось в «De subtilitate» (рис. 170), принимает другое положение на той же стороне. Во всяком случае зубья на внешней поверхности (боковых поверхностях главного колеса) движутся (рис. 178) в противоположных положениях, если их рассматривать независимо или же лишь в отношении к собственному кругу, ибо они двигались так же, если бы были связаны друг с другом (т. е. как два расположенные на одной прямой, параллельной оси), ничего не изменится (если они вследствие удлинения назад), они будут связаны друг с другом так, что перейдут в один зуб, который будет выступать по сторонам.

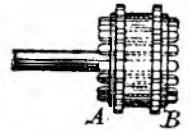


Рис. 178

Когда же они двигают вертикально стоящие шестерни, то они вращают их вследствие противоположного расположения в противоположных направлениях, хотя они сами вращаются в том же направлении».

Далее следует более точное описание рис. 179, а также движения в одном направлении боковых поверхностей *AD* и *BF* главного колеса обеих захватываю-

Далее следует более точное описание рис. 179, а также движения в одном направлении боковых поверхностей *AD* и *BF* главного колеса обеих захватываю-

¹ При условии, что пружина и колесная передача достаточно прочны для преодоления увеличившегося сопротивления трения.

щих угловых шестерен ACD и BEF в противоположных направлениях, из которых одна вращается вправо, а другая влево. Далее говорится:

«Таким путем получается противоположное движение по способу передаточных осей. Ибо когда в одну и ту же шестерню (угловую шестерню, которая с обеих сторон имеет зубья) захватываются две (т. е. с обеих сторон), то они движутся в различных направлениях. Удобнее, однако, когда две шестерни на одной оси захватывают два колеса, одно с левой, другое с правой стороны; они устанавливаются плотно у той же оси. Сама ось идет справа налево. Те колеса же движутся в противоположных направлениях.

Колеса и шестерни, сидящие косо на оси (быть может, предполагаются те, у которых зубья скошены к оси), приводят захватывающие оси другими колесами или шестернями в косом направлении и со средним движением. То же происходит и в том случае, когда промежуточные колеса или шестерни (т. е. такие, у которых зубья не скошены по отношению к оси) соединяют оси, стоящие косо по отношению друг к другу, с помощью других колес или шестерен, как видно на рис. 180...».

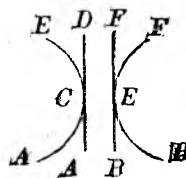


Рис. 179.

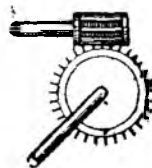


Рис. 180.

Последнее при тогдашнем цевочном зацеплении могло просто осуществляться, тем более, если, как это часто бывало, в колесо вставляли цилиндрические, сверху закругленные, шарообразные зубья и делали междузубья шире обыкновенного.

Вышеупомянутый отрывок о «правилах производства часов» гласит:

«После рассмотрения этих правил переходим к тем, которые в часовом деле основаны на принципах природы. Ибо те, которые мы до сих пор рассматривали, были основаны на математических принципах. Они сами по себе необманчивы, но, во-первых, трудно, если не совсем невозможно, устроить движение червяка так, чтобы он точно в течение 24 часов равномерно осуществлял бы один ход, ибо пружина натягивается сильнее вначале, чем под конец, когда она более стянута, и еще потому, что естественное движение к концу всегда быстрее при прочих неизменных условиях (т. е. потому, что постоянная сила стремится придать определенному телу ускоряющееся движение), и, в-третьих, вследствие неравной твердости каната (который в то время служил для передачи движения пружинной коробки на червяк). К этому надо еще добавить неравность зубьев колес E и G ,¹ а также шестерен, которые их захватывают. Грязь, ржавчина и пыль все больше и больше ослабляют пружину, так как это безжизненная вещь, которая сильно напрягается, живые же существа поправляются питанием. Поэтому все часовые механизмы со временем идут медленнее и ни один не движется быстрее. Также существует естественное неравенство дней, хотя бы и незначительное. Но, так как все зависит от того, что то первое колесо в естественные сутки делает один оборот или определенное число оборотов, то часовые механизмы нашего века проводят больше времени у часовщиков, чем у владельцев».

Это заявление Кардана надо помнить для понимания того, почему тогда даже в специальных работах о часах, как, например, в сочинении Оронтия Финея «Protomathesis», Paris 1532 г., и Себастиана Мюнстера «Rudimenta mathematica», Basel, 1551 г., ничего не говорится о колесных часах или же упоминается лишь мимоходом, вследствие чего мы не имеем никаких обстоятельных сведений о конструкции колесных часов того времени. Кардан продолжает:

«И это тем более правильно, чем больше колес соединено друг с другом и чем различнее их движение, причем, если в е р в о е движение равно одному дню, то ошибка, получающаяся от других колес, лишь незначительна и легко поправима, если недостает зуба. Но и п е р в о е колесо E не может в один день сделать одного обхода, скорее несколько кругов совершается в это время, ибо почти весь канат C (рис. 173) наматывается на пружинную коробку и F вращается столько же раз, сколько он оборачивается вокруг нее. Вследствие этого пружинная коробка и червяк F обращаются шесть или больше раз в день, в зависимости от часового механизма, и это является причиной того, что в часовых механизмах требуется по крайней мере три колеса (с шестернями), которые при многократных обходах настолько замедляют последнее колесо, что оно совершает свое движение в один день и возвращается в исходное положение. Для регулировки равномерности и для того, чтобы сила натяжения пружины не ослаблялась больше допустимого, нашли остроумный выход, сделав пружину

¹ Рис. 173.

значительно крепче (толще), чем требуется, и насадив на колеса часовой баланс, замедляющий их движение. Признаком этого является то, что когда этот часовой баланс снимают (он делается из тонкого железа, формы, изображенной на рис. 181), то все колеса движутся торопливо и быстро убегают. Когда же колесо стрелки вращается слишком быстро, то увеличивают вес баланса, а когда оно движется слишком медленно, то этот вес сокращают, при условии, что в другом месте нет погрешности. В этом же случае надо колеса и пружинную корбку смазать или сменить».

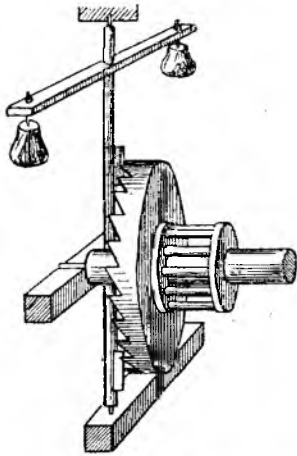


Рис. 182.



Рис. 181.

Данный Карданом рисунок часового баланса (рис. 181) так мало понятен, что на рис. 182 приводится в дополнение рисунок такого баланса, взятый из сочинения Якоба де Страда «Künstlichen Abriss von allerhand Wasser-, Wind-, Ross- und Handmühlen», Frankfurt a. M. 1618 и 1629 гг., откуда воспроизведен и в «Theatrum machinarum» Беклера, Nürnberg 1661 и 1673 гг. Он представляет порию, которая должна приводиться в движение, подобно колесным часам, поднимающимся грузом. Гири, подвешенные на рисунке к балансиру часового баланса, были сначала пристроены на концах балансира. Такие часовые балансы поэтому назывались «ковшевыми балансами».

Позднее изобрели круглые балансы, и лишь в 1657 г. Гюйгенс придал большим часам маятник для регулировки и впервые дал сделать в 1674 г. в Париже часовщику Тюре карманные часы со спиральной пружиной на балансе (ср. Dr. J. H. M. Poppe, «Geschichte der Technologie», Göttingen 1810, В. II, § 243, 250, 251). Кардан продолжает:

«Что касается колес и шестерен, то, кроме выделки их определенных размеров, необходимо еще, чтобы они были из лучшей стали, чтобы не гнуться, и чтобы они были не слишком толсты и не слишком тонки, чтобы не портиться от всяких причин. По этой причине они должны быть большие; малые, правда, очень приятны, но непрактичны».

Из этого вытекает довольно ясно, что малые карманные часы, так называемые «Нюрнбергские яйца», были в то время скорее забавой, чем действительно полезным предметом. Остальные правила Кардана об изготовлении часов мы опускаем и переходим к отрывку «De subtilitate», кн. XVII, озаглавленному «Учение о легком подъеме грузов». Речь идет о сложном блоке, винте и кабестане. Некоторый интерес для нас представляет лишь воспроизведенная на рис. 183 подъемная машина, в описании которой сказано, что она построена по принципу винта для подъема очень больших грузов. Ее конструкция видна на рисунке, и легко можно понять, что она основана на разновидности древнеримского винного пресса, как его описывал Плиний.

Из водоподъемных машин Кардан, во-первых, описывает насос Ктезибия по воспроизведенной на рис. 184 схеме. В очерке, посвященном Герону Александрийскому, мы приводили (стр. 22) его пожарные насосы, построенные по модели насоса

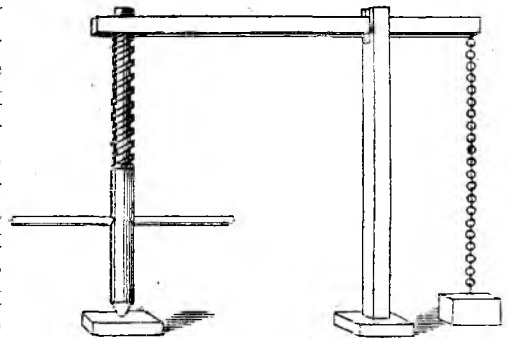


Рис. 183.

Ктезибия, с указанием на то, что из главы IX, описывающей камеру для сжатого воздуха, можно заключить, что у героиевского пожарного насоса была такая камера для сжатого воздуха. Если же это так, то из описания Кардана явствует, что понимание этого приспособления позднейшими преемниками Ктезибия и Герона было совершенно утрачено, так что позднее эту камеру пришлось изобретать сызнова, что произошло лишь к концу XVII в. Уже котел (catinus), описываемый Витрувием, вряд ли был в действительном смысле слова камерой, хотя он говорит, что вода вытесняется вверх по подъемной трубе давлением воздуха; Кардан же рассматривает котел *A* (рис. 184) на своей ктезибиевой машине лишь в качестве кожуха вентиля, ибо он говорит: «...И когда она (вода) поднимается через трубы, то, пока вентиль открыт, она поступает через отверстие *C* в котел, до тех пор, пока он не будет полон. После прекращения давления из *E* вентиль с кожаной прокладкой опускается на *C*, и сосуд *A* остается наполненным...».

Далее следует описание насоса с полым поршнем, который имеет посредине вентиль. Это описание сводится к следующему:

«На том же принципе основан судовой насос, которым откачивают воду с судов, залитых водой; по примеру его была построена машина Бартоломео Брамбиллы, которую мы видели в Милане и которая по искусству ни в какой мере не уступает старейшим конструкциям.

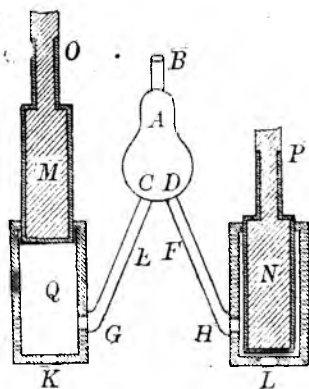


Рис. 184.

BD (рис. 185) изображает деревянную, круглую, внутри полую трубу, прикрепленную к стойкам или доскам. Верхняя часть ее шире, нижняя уже, а нижний конец присоединяется к сосуду *C* (сетчатая коробка), который погружается в воду и со всех сторон перфорирован, чтобы вода могла проникнуть, а песок и камень не могли попасть. Таким образом труба может получать из сосуда чистую воду, как требуется, без камешков и песка, которые портят машину. В точке *M*, где узкая часть присоединяется к широкой, к стороне *M* приделывается кожа, на которой выступает тонкая оловянная пластинка так, чтобы она могла быть поднята

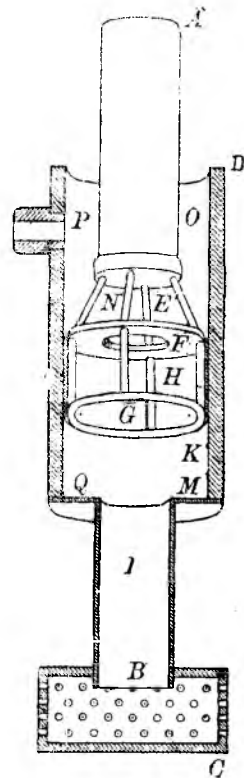


Рис. 185.

со стороны *Q*, снова опустилась бы собственным весом и совершенно закрыла бы канал *L*. Поршневой шток *AE* уже, чем ширина трубы, но как раз заполняет у *D* отверстие в трубе (этого на рисунке не видно). Пространство *OP* пусто. От нижнего конца поршневого штока идут три массивные железные бруска и достигают стенок трубы. Они обшиты кожей во избежание повреждения при соприкосновении с трубой. Они образуют треножник, который внизу у *F* шире и более раздвинут, чем сверху у *E*. Из этого явствует, что все пространство в *N* свободно, ибо кроме брусков и поршневого штока там ничего нет. На нижнем конце брусков прикрепляется обод *F*, но не сплошной, а в середине (т. е. это был, скорее, не обод, а плитка с отверстием посредине), где отверстие, положен сверху кусок кожи и сверху еще тонкая свинцовая пластинка (подобная упомянутой выше); она проложена в *M* так, чтобы воздух не проникал, когда отверстие закрыто; однако кожу можно поднять к *N* и открыть отверстие. Это достигается тем, что кожа почти наполовину прикрепляется к кольцу, через которое проходят концы брусков, в остальном незакреплена и прикрывает дно. От этого дна выходят еще три бруска, прилегающие к внутренним стенкам труб. Их охватывает со всех сторон кожа от верхней части *F* до *G*, прилегая плотно к внутренней стенке трубок, так что воздух из *K* не может проникнуть в *N*. Вследствие этого в *F* образуется как бы ковш (modiolus), но перевернутый, причем *F* является основанием, обшитым кругом кожей круглой формы, а в *G* — отверстие. После этого

поршень устраивается так, чтобы он мог двигаться взад и вперед; нижним концом перевернутого цилиндра он опускается почти до *M* и снова поднимается вверх до указанного места...»¹

Далее следует описание способа действия этого насоса и затем приведенный ниже отрывок, которого в издании 1550 г. еще не было.

«Насосы, которыми откачиваются суда и выступающая из источников вода, обычно делаются простой конструкции. При одинаковой установке *B* и *C*, во избежание препятствий от камней, поршень (или поршневые штоки) заделан внизу 4 кусками кожи и столькими же по бокам, но с промежутками около 2 локтей (= 888 мм) или несколько больше; эти куски кожи укрепляются сверху. Длина их равна $\frac{1}{4}$ фута (= 70 мм) и, когда они поднимаются вверх, вода поступает в образовавшееся безвоздушное пространство снизу; когда же они опускаются, то давление воздуха растягивает их. Но вследствие быстроты некоторое давление воды оттягивает верхний кусок кожи назад, вследствие чего вода поднимается не только при натяжении, но и при давлении вверх».

Следовательно, это были нагнетательные насосы с длинными глухими поршнями, набитые внизу четырьмя кожаными дисками и сверху кожаными манжетами, прикрепленными верхними краями к поршню. Другую водоподъемную машину, описанную в сочинении «De subtilitate», Кардан называет «*cochlea Archimedis*», однако она отличается от архимедова винта, описанного Витрувием (рис. 57, стр. 48). Вейсбах на стр. 228, т. III, раздел II, своей инженерной (технической) и машинной механики называет их «спиральными насосами», а на стр. 811 цитированного сочинения все же архимедовым винтом. Соответствующее место Кардана гласит следующее:

«...И первое изобретение этого рода есть винт Архимеда, который Диодор Сицилийский дважды упоминает в древней истории, говоря, что Египет был осушен с помощью этого изобретенного Архимедом винта. Если бы это было так, то непонятно, как в древние времена жили в Египте, так как Архимед жил лишь в период второй Пунической войны. Как бы то ни было, это изобретение, несомненно, является чрезвычайно ценным и достойно такого мастера. Витрувий в конце своего сочинения сообщает то же самое. Однако Галеаццо де Рубес, один из наших сограждан, кузнец, обезумел от радости, полагая, что он явился первым изобретателем этого механизма, который был уже давно известен. Мы видели, как он (водой, поднятой его винтом) привел в движение мельницу и вскоре после этого потерял рассудок. Машина же имела следующую конструкцию:

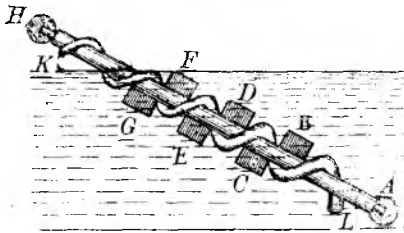


Рис. 186.

Брус *AH* (рис. 186) — крепкий, ровный, круглый и такой длины, что он наклонен по отношению к поверхности воды и, будучи прикреплен, как надо, к челну, выступает над водой. Он обвит винтообразно, как видно на рисунке, металлической трубкой. Применяется несколько труб, обычно по три, которые постепенно поднимаются и, повидимому, необходимы для заполнения всех промежутков. Труба имеет два отверстия, причем нижнее — широкое, а верхнее уже. Последнее обозначено *K*. Теперь надо показать, что, когда брус на концах *A* и *H* установлен так, что он может вращаться, то это происходит лишь под действием воды. Во-вторых, что, когда он поворачивается, вода поднимается вверх по трубам и выходит в *K*. Лопасты *BCDEFG*, которые укрепляются либо в промежутках либо в местах соединения труб с брусом, вращают прибор соответствующим образом под напором на них воды; эти лопасти могут быть по желанию увеличены в длину и в ширину, сопротивление же *AH* незначительно, тем более, что вследствие наклона оси и того, что цапфы в кольцах вращаются, оно уменьшается еще более. То же самое видно на мельницах, установленных на реках По и Тичино, где, хотя вода и течет очень медленно, однако жернова вращаются и раздробляют и размалывают зерно...»²

¹ Насос с полым поршнем, подобный изображенному на рис. 185, встречается уже в гравюрах времен гусситских войн, лист 63 *R*.

² Выгнутые металлические трубы (рис. 186), из которых делались архимедовы винты, встречаются уже в рисунках Леонардо да Винчи (простая в *E 13 v*, *13 h* и *14 v* и трехходовая в *Fol. 7 h*).

Несомненно, что в то время такие архимедовы винты с приводом от реки применялись широко. Но ввиду того, что, согласно рисунку, лопасти на валу винта целиком уходили под воду, вращение от течения воды может произойти лишь тогда, когда лопасти устанавливаются по винтовой линии, а ось винта уходит вдоль течения в воду, либо же, когда они так поставлены на шарнирах на оси поперек течения, что могут работать с одной стороны, так что лишь нижние лопасти воспринимают напор воды, верхние же его пропускают. Ветряные колеса, как будет показано ниже, в то время строились по обоим способам.

В сочинении Бессона «*Théâtre des instruments mathématiques et mécaniques*», вышедшем в 1578 г., т. е. на 24 года позднее, чем исследуемая работа Кардана, также указано, что водяные колеса строились как по одному, так и другому принципу. Бессон говорит, что водяное колесо, которое вода, как на турбине без направляющих лопаток, ударяет по поверхности винта, общепринято в Тулузе и других местах. Из этого можно вывести, что такие водяные колеса уже применялись в то время, когда Галеаццо де Рубес строил свои спиральные насосы. Мысль применить оба упомянутых метода для приведения их в движение в то время была уже близка. Обоснование Кардана — почему вода в таком спиральном насосе поднимается вверх — можно опустить. В заключение отметим еще следующее:

«Винт, который знал Витрувий, требует посторонней помощи, наш же вращается сам собою и тем легче, чем больше число витков и чем плавнее поднимается машина. Однако чем она легче вращается, тем медленнее она работает, ибо это общепризнано почти для всех машин».

Далее следует описание вышеупомянутой «аугсбургской машины».

В своем сочинении, составленном по документальным материалам («*Kunst-, Gewerbe- und Handwerks-geschichte der Reichsstadt Augsburg*», Augsburg 1779), Пауль фон-Штеттен говорит относительно водоснабжения этого города следующее:

«В 1412 г. Леопольд Карг дал этому первый толчок. Он хотел направить воду с башни на подпорной арке по семи трубам для распределения по городу, но его устройство действовало недолго. Через четыре года был приглашен Ганс Фельбер, ремесленник из Ульма, и он лучше выполнил задание. Он установил свою конструкцию у Красных ворот.—Долгое время пользовались этим механизмом.—В 1480 г. город соединил колодезные источники в Ау и Лехтефельде и с помощью канала (трубы), который назывался источниковый колодец, направил воду в город.—В 1538 г. построили нижнюю колодезную башню внизу у Мауерберга.—Наконец, после того как получилось много воды и она была закреплена договором с Баварией от 1558 г., ее направили не только в общественные фонтаны, из которых некоторые были замечательно отделаны, но и в большинство домов города...».

Данное Карданом описание «аугсбургской машины» относится к периоду между 1538 и 1558 гг., он видел ее, вероятно, в Германии, которую посетил, возвращаясь из Шотландии. После обсуждения спирального насоса Галеаццо де Рубес, он продолжает:

«Другого рода машина есть в Аугсбурге, где я ее хорошо рассмотрел, однако ее следует все же отнести к этой группе».

Вертикальный вал *AB* (рис. 187) вращается гребенчатым колесом, описанным выше (именно в работе «*De subtilitate*», когда мы говорили о передаче движения) образом. На этом валу насажены равное число шестерен и винтов, например *CDEFGHK* — винты, и их столько же, сколько ковшей, а число ковшей зависит от высоты. Ковши *LMNOPQR* прикреплены к стойке *ST*. Когда *AB* вращается, то шестерни вращают все винты, из которых нижний *C* поднимает воду из находящейся под ним реки и переливает ее в ковш *L*, из которого ее черпает винт *D* и переливает ее в ковш *M*; итак, вследствие движения одного вертикального вала *AB*, винт *C* переливает воду в *L*, *D* в *M*, *E* в *N*, *F* в *O*, *G* в *P*, *H* в *Q*, *K* в *R*, захватывая ее из нижестоящих сосудов; *R* же приводит воду через отверстие *V* на место назначения...».

Путем опытов и рассуждений Кардан пришел к тому выводу, что вода с определенным давлением выходит из спирального насоса, о чем говорит и Вейсбах на стр. 828, т. III, раздел II его цитированного сочинения.

Переходим теперь к рассмотрению машины для просеивания муки, описываемой Карданом в книге II «De subtilitate», которой до сих пор было уделено мало внимания. И. Бекманн в своем сочинении «Beiträge zur Geschichte der Erfindungen», Leipzig 1788, говорит об этом следующее:

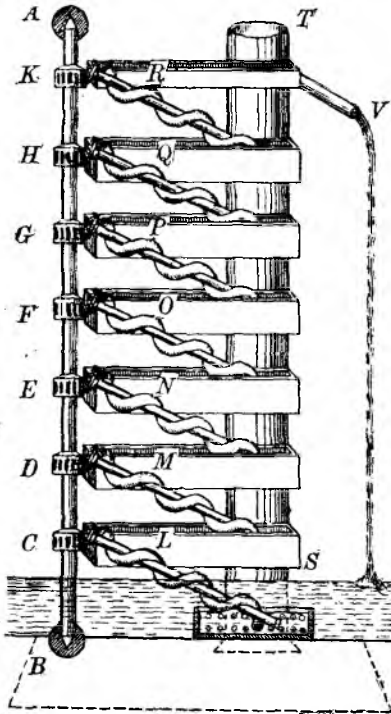


Рис. 187.

«Сначала это (отделение муки от отрубей) производилось ситами, которые двигали рукой, и до сих пор еще во Франции при так называемой *mouture en grosse* сохраняется особый мучной ящик, где сито вращается рукой с помощью рукоятки. Также и в некоторых районах Нижней Саксонии и Эльзаса сохранялся обычный просеивать муку, пользуясь различными ситами. Римляне преимущественно пользовались двумя видами (ручных сит): *cribra excussoria* и *pollinaria*, причем последние давали муку тончайшего помола, которую наши пекаря до сих пор называют «Рол». Сита из конского волоса первыми начали делать галлы, сита из льна—древние испанцы (Плиний, книга 18, глава II, стр. 113). Способ пристройки сита в форме вытянутого мешка к самой мельнице, в который попадает мука из жерновов и который вращался мельничным механизмом и затем сотрясался, стал известен лишь в начале XVI в., что ясно отмечается в ряде хроник того времени (*Chronica Sylvaniae oder Beschreibung der Stadt Zwickau durch M. Tobiam Schmidten, Zwickau 1656*: в 1502 г., в среду перед крещением, впервые здесь в Цвиккау был установлен и пущен в ход колесный механизм пеклевого мешка на мельницах»).

То же говорит и Поппе в своей «Истории технологии» (Гёттинген 1807). Видно, что оба автора считали наиболее распространенный в то время в Германии мучной ящик в соединении с мельничным поставом наиболее удачным устройством и делали из этого вывод, как это часто бывает, что оно и должно быть

более поздним изобретением. Если же сравнить вышеприведенную дату—1502 г. и год, когда Кардан писал о своей просеивательной машине как об изобретении, не имеющем еще и трехлетней давности, то, вероятно, сейчас, когда старые мельничные ящики исчезли с лучших мельниц и сортировка или отбор производится отдельно от мельничного постава, это мнение придется признать неправильным и отнестись с большим вниманием к сообщению Кардана, где сказано следующее:

«Хотя это и можно назвать до некоторой степени предметом роскоши, однако я все же хочу рассказать об одном остроумном изобретении, корни которого лежат в природе воздуха, поговорить об одном прекрасном приспособлении, которым можно просеивать муку и которое было изобретено в последние три года; я привожу его, чтобы показать, как с помощью маловажных предметов, если они только ценны, можно кое-чего достигнуть. Ибо теперь, когда почти все мельники применяют это полезное приспособление, изобретатель получил привилегию от императора, заключающуюся в том, что никто не может без его согласия пользоваться его изобретением; изобретатель сделал этот механизм источником своего существования и недавно купил дом. Ибо не только мельники, но и мужские и женские монастыри и дворяне, у которых большие хозяйства, приобретают это приспособление за его высокую полезность, чтобы не сказать—необходимость. Его заказали также и многие другие, которые собирают вещи не столько ради пользы, сколько из любопытства. Конструкция его сводится к следующему:

В есть малое колесо; с наружной стороны его пристроена рукоятка А (рис. 188), которой оно вращается. Оба выступают из машины. На колесе имеется ось С, которая вращается вместе с ним. На ней насажены друг против друга два деревянных зуба и два другие

вблизи, также друг против друга, но как будто в среднем положении первых, для того чтобы, когда колесо делает один оборот, они четыре раза касались бы широкого бруса или, скорее, дощечки *DE*, которая подвешена к обеим сторонам кожуха, так что колесо касанием этих зубьев приводит дощечку в постоянное вибрирующее движение. Ось *C* и небольшая часть доски помещаются в небольшом кожухе. На бруске или доске *DE* косо стоит мелничное сито *FG* и подвешивается концом *G* к точке *H*, чтобы не сползло. Оно состоит со всех сторон из тонких, а внизу очень тонких и легких дощечек, исключая середину, где мука просеивается через сито, ибо эта часть состоит, как обычно, из льняной ткани. Все эти части обшиваются со всех сторон кожухом, в верхней части которого входит ящик *K*, в нем помещается почти четырехугольная миска (башмак), в которую падает мука. Он подвешен так, что его легко трясти, и это осуществляется канатиком, который с одной стороны прикреплен к миске, с другой стороны в *B* к колесу (вернее, к одному изгибу оси колеса *B*).

Надо проследить за тем, чтобы сито *FG* с обоих концов было открыто, сверху — для поступления муки из миски, а внизу — для выбрасывания отрубей в *G*. Весь кожух разделен на три части вертикальными переборками из дощечек в пунктах *L*, *M* и *N*; можно сделать при желании и четыре отделения. После того как это устроено и колесо *B* приведено в движение, канатик трясет миску и зубья трясут дощечку *ED*, миска вытрясает муку на сито *FG*, а дощечка трясет сито. Вследствие этого сначала вытрясается лучшая часть муки и попадает в отделение *MN* кожуха, когда же она идет вверх, где сильнее протряхивается, то в отделение *LM* попадает незначительная доля менее чистой муки, пока, наконец, через нижнее отверстие сита в пункте *G* все отруби не вывалят в отделение *LO*. Таким образом получается три различных сорта: лучшая часть муки в *MN*, грубый помол в *LM* и отруби в *LO*. Вся же мука, смешанная с пылью, неизбежно возвращается снова обратно, так что ничего не пропадает, ибо кожух нигде ничего не пропускает. Однако, как легко можно видеть, надо, чтобы сито *FG* было не слишком наклонено, ибо в этом случае мука достигала бы до *G* и выходила бы вместе с отрубями, для чего, когда переборка *L* идет до выпуска сита или вставляется еще одна переборка *P*, так чтобы выброс *G* хотя бы немного сгибался вверх, чтобы ни одна горсть муки не пропала.

Ясно видны те преимущества, которые дает это приспособление. Во-первых, благодаря тому, что работает один единственный рабочий, который вращает колесо, трясет муку на миске и собирает отруби и отсев, когда отделения полны, т. е. заменяется работа трех отсеивальщиков. Во-вторых, ввиду того, что работа не так утомительна и не так вредна (как отсеивание от руки), достаточно любого рабочего, и можно пользоваться поденщиками, которые оплачиваются гораздо ниже, чем отсеивальщики. В-третьих, вся мука собирается и ничто не пропадает, в то время как при ручном отсеивании необходимо, чтобы в кожухе оставались такие большие отверстия, чтобы можно было вставить руки, благодаря чему пропадает немалая часть муки. К этому надо добавить, что льняные сита, которые только колеблются, не так сильно стираются, как при ручном отсеивании, при котором необходимо, чтобы сита толкали так сильно, как только можно. Одним словом, мука просеивается лучше и отруби получаются совершенно чистые. И все это без загрязнения дома и жертв или неудобств для рабочих. Это устройство имеет еще то свойство, что оно выделяет 2 или 3 сорта муки (кроме отрубей), что при ручном просеивании может быть сделано лишь ненадежно и с неопределенными результатами».

Последнее замечание может показаться странным, ибо обычно склонны думать, что не может быть затруднений при применении различных ручных сит, как например, *cribrum excussorium* и *cribrum pollinarium* древних римлян для получения различных сортов муки, если не знать, что продукт отсеивания при прочих равных условиях грубее, когда операция длится дольше или когда муки на сите меньше или когда сито трясут сильно. Сильное сотрясение, по указанию Кардана, является единственной причиной того, что ниже расположенные части сита дают более грубый продукт, чем верхние. Чрезвычайно замечательно, что Кардан в введении к своему описанию машины для просеивания муки говорит, что изобретение берет свое начало в природе воздуха. Повидимому, Кардан уже 350 лет назад думал о том, что вследствие вертикального к поверхности сита направления сотрясения сита воздух по обеим сторонам его попеременно сгу-

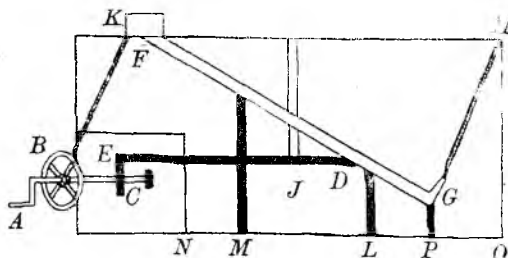


Рис. 188.

щается и разрезается и тем самым производится прохождение муки через ячейки сита, между тем как в настоящее время это отсеивательное действие воздушных волн считается новым изобретением Фр. Георга Винклера.

Иог. Бекман говорит: «Германские мельницы (так назыв. козловые) старше голландских (с вращающейся крышей). Кардан, во времена которого ветряные мельницы были давно известны в Италии и во Франции, думал лишь о первых». Это несомненно правильно, но у Ривия¹ наряду с прекрасным рисунком обыкновенной ветрянки (рис. 190) имеется также рисунок мельницы с горизонтальным ветровым колесом (рис. 191). Крылья ветрового колеса состоят из рам, разделенных на несколько полей, на полях устроены заслонки-клапаны,

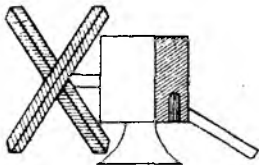


Рис. 189.

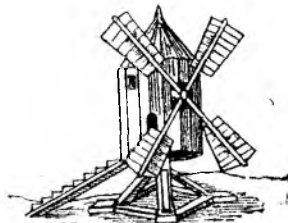


Рис. 190.

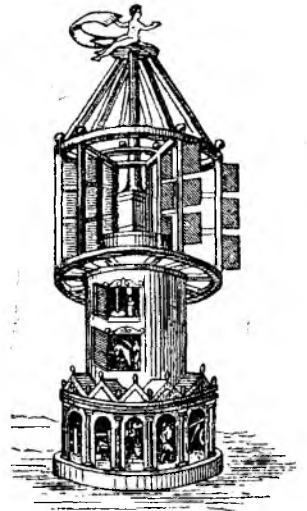


Рис. 191.

открывающиеся все на одну и ту же сторону. На одной стороне колеса они закрываются напором ветра и он действует на всю поверхность крыла, когда вследствие этого колесо вращается и крыло переходит на другую сторону колеса, то заслонки открываются и ветер действует лишь на очень малую часть поверхности крыла.

В заключение надо еще упомянуть о ветряных мельницах, которые Кардан приводит и описывает в кн. I «De rerum varietate», ибо часто этот плохой рисунок (рис. 189) считали стариннейшим имеющимся в научных сочинениях изображением ветряной мельницы.²

Он не решился бы на это из боязни быть непонятым, если бы в то время эти мельницы не были бы знакомы строителям. Поэтому, когда Рюльман в т. I своего «Общего учения о машиностроении» говорит: «В качестве предмета особого внимания уже в конце XVII в. можно указать на конструкцию горизонтальных, т. е. таких ветряных колес, у которых соответствующий вал стоит вертикально, а крылья движутся в горизонтальной плоскости», то это не следует понимать в том смысле, что такие колеса не были известны уже за полтора столетия до этого. Конструкцию горизонтального ветряного колеса рисовал в 1547 г. Ривий, а 30 годами позже Бессон изображал горизонтальное колесо, основанное на том же принципе.

¹ «Der fürnehmsten, nothwendigsten, der ganzen Architectur angehörigen, mathematischen und mechanischen Kunst eigentlicher Bericht», Nürnberg 1547, в кн. III, стр. 41.

² Рисунки ветряной козловой мельницы, которые встречаются в гравюрах времен гусситских войн (лист 47 V, 19 V и 19 R) (см. выше стр. 59, рис. 77, 78 и 79), примерно на 120 лет старше, чем кардановские, а среди рисунков Леонардо да Винчи (L 35 h, 36 V) встречается даже ветряная мельница с вращающейся крышей (так называемая голландская ветряная мельница).

ДЖУАНЕЛО ТУРРИАНО

(1500—1585 гг.)

На табл. 95 сочинения Рамелли «Le diverse et artificiose machine» имеется воспроизведенный нами на рис. 192, рисунок машины, которая помощью двух рядов (или одного ряда) качающихся желобов поднимает воду на гору; эти желоба в то же самое время двигаются взад и вперед помощью подливного колеса.

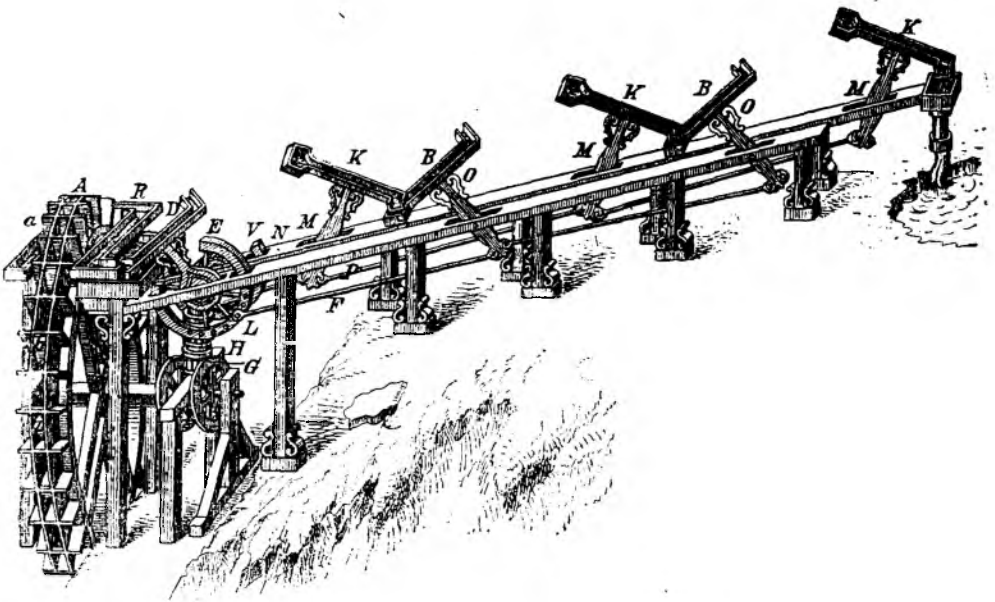


Рис. 192.

Во время написания нами очерка о Рамелли для журнала «Гражданский инженер» в 1890 г. форма этой машины показалась нам настолько необычайной, что мы сочли ее за продукт теоретических выкладок и не поверили, что она когда-либо применялась на практике, ввиду чего ей и было посвящено лишь немного внимания. С тех пор, однако, доктор Ник, библиотекарь придворной библиотеки великого герцога Гессенского, обратил наше внимание на статью горного инженера дон Луиса де ла Эскозура и Моррог, опубликованную в 1888 г. в «Memorias de la real Academia de Ciencias exactas etc.» в Мадриде, из нее явствует, что такая машина не только была выполнена в XVI в., но работала около 80 лет и приобрела такую известность, что умение и искусство ее строителей в Испании сделались притчей, а летописцы ее восхваляли и стихотворцы воспевали.

Эта статья озаглавлена «El Artificio de Juanelo y el Puente de Julio Cesar» («Искусство» Джуанело и мост Юлия Цезаря). В введении говорится следующее:

«Янело или Джуанело Турриано, часовщик и механик короля Карла V, сделался во время царствования Филиппа II знаменитым инженером тем, что он построил машину, носящую его имя, для подъема воды Тахо на Толедский Альказар. Водоподъемная машина, как сообщает летописец Амброзио Моралес, должна была преодолеть большое пространство, и Джуанело разрешил эту трудную задачу тем, что он установил трубу и сосуды своей машины на деревянные мостики, являвшиеся точно передачей тех мостов, которые Юлий Цезарь навел через Рейн...

Будет нелишне сообщить, что собрание ратуши в Толедо под председательством дон Родриго Алегре поручило мне в 1861 г. изучить вопрос о снабжении города водой и что при рассмотрении исчезнувших сейчас остатков каменной стены водоотливной «машины», которые стояли у моста Алькантара, во мне возникло желание познакомиться со знаменитой машиной Джуанело и я с тех пор использовал все средства для удовлетворения своей любознательности...».

После введения идет часть, озаглавленная: «Заметки о работе и проекте для снабжения Толедо водой в период, предшествовавший установке «машины» Джуанело.

Там сказано следующее:

«Во времена Рима воду из источников Del Roble и Del Castaño, которые лежат во впадинах горных кряжей, образующих ворота Иебенес и склоны Кастаньяра, направляли посредством акведука в город, который пересекала река Тахо. Фундаменты этих мостов, именно на левом берегу, доходят под мостом Алькантара очень близко к руинам «сооружения» Джуанело. Неизвестно, в какое время был построен акведук или когда он вышел из употребления, но по его длине, свыше 7 leguas (6 географических миль), можно составить представление о значении этого сооружения... Вода поступала через ворота De Doce Caños (двенадцать труб) или De Doce Sauses (двенадцать желобов) в город...

Со времени разрушения акведука Толедо долгие годы снабжалось водой для ежедневного потребления и наполнения резервуаров домов из Тахо; вода доставлялась вьючными животными. Парро сообщает («Toledo en la mano», т. II, стр. 659) о некоторых заметках

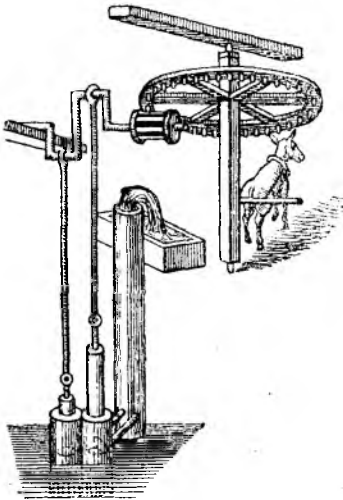


Рис. 193.

одной приходной книги францисканского монастыря, из которых видно, что вплоть до начала 1526 г. не думали об изменении этой примитивной системы снабжения. «В это время начали, — говорят заметки, — устраивать сооружение для подачи воды с мельниц Гази-Санхец у моста Алькантара и до площади Цокодовер. Для этой цели из Германии приехали инженеры, которых выписал граф Масцио, маркиз фон Ценете и Камареро, управляющий нашего государя. С самого начала строительства наложили большие налоги для покрытия расходов... Это изобретение состояло из больших пестов, которые яростно (furiosamente) толкали воду и с такой силой направляли ее через металлические трубы вверх, что все трубопроводы лопались, и не было достаточно прочного материала для отливки их. Поэтому этот механизм работал очень недолго.

Вероятно, немецкие инженеры применяли насосы с длинными глухими поршнями, подобно изображенному на рис. 193, ибо название «пест» подходит к таким поршням. Выражение «яростно толочь» указывает на сильные удары, которые необходимы при работе таких насосов без воздушного резервуара при большой высоте напора и длине трубопровода. Дон Луис де ла Эскозура продолжает:

«Из какого же металла делались трубы? Какие насосы применяли немцы? Из «Заметок» ничего не видно. Если «металл» понимать не в широком смысле этого слова, а лишь как бронзу или латунь, то такой быстрый неудачный результат несколько поражает. Длина трубопроводов между мельницей Гази-Санхец и Цокодовер не превышает 600 м, а разница в высоте — около 80 м, так что труба у реки должна выдерживать постоянное давление в 8 ат и случайное

давление привода от поршней насосов, даже и «яростное толчение», на которое указывают монастырские заметки, не может вызвать немедленного разрыва труб, отлитых из латуни».

Надо думать, что сила напора воды в том виде, как она должна была проявиться при таких особенных условиях, здесь была недооценена. При применении бронзовых или латунных труб, повидимому, в силу дороговизны материала и недостатка знаний, стенки делались недостаточной толщины, и поэтому весьма вероятно, что такие трубы при постоянном давлении в 8—9 ат (позднее давление указывается равным давлению водяного столба в 90 м) в связи с сильным напором воды очень скоро лопались. Наш автор продолжает:

«Нельзя предполагать, что трубы были чугунные, ибо кроме того, что их сопротивляемость предотвратила бы разрыв, считается установленным, что первые предметы из этого металла были отлиты в Англии в 1554 г. Ральфом Хэйдж и Петером Бауде (Baker Chronicles of the Kings of England, ed. 1665, pag. 317, цит. по Ewbank, «A description and historical account of hydraulic and other machines for raising water», London 1842, pag. 553).

Последнее утверждение неправильно потому, что чугунные ядра, орудия, печные плиты и колосники уже к концу XV и в начале XVI вв. отливались в Германии и Франции (ср. Dr. Ludwig Beck, «Geschichte des Eisens», Bd. I, S. 910, 912, 948 и Bd. II, S. 293, 318 и 319); однако мы согласны с нашим автором в том, что выделка чугунных труб в 1526 г. маловероятна. Автор продолжает:

«После всего мною сказанного и того немногого, что можно вывести из «Заметок», я склонен думать, что трубы были сделаны из свинца, или из плит этого металла, либо отлиты короткими кусками и спаяны свинцом или припоем...».

Указывают на то, что Витрувий говорит о свинцовых трубах для подачи воды, но при этом неправильно утверждают, что толщина стенок труб, по этим данным, была пропорциональна диаметру, в то время как Витрувий говорит, что вес труб при равной длине их пропорционален диаметру, что составляет для всех диаметров одну и ту же толщину труб, а именно около 8 мм. После установления давнишней известности свинцового литья говорится:

«В те времена, к которым относятся монастырские заметки, насосы, применяемые в горных работах в Германии, Венгрии и в Алмадене, а также и для откачки воды из судовых трюмов, были сделаны из дерева (ср. Agricola, «De re metallica» и Morales, «Las Antig. de España», t. IX, p. 167), в то время как металлические трубы, повидимому, мало применялись, ибо 9 ноября 1526 г., когда германцы приехали в Толедо, как сообщает дон Мартин Фернандец де Наварете¹, был издан королевский приказ Диего Рибера, космографа и мастеру морских приборов, в связи с изобретенным им новым металлическим насосом. Ясно, что этот насос дал отличные результаты. Этот королевский указ и старания Фернандец де Наварете использовать все случаи восхвалить гений наших соотечественников указывают на то, как трудно при многих промышленных изобретениях определить их принадлежность и оригинальность. Нагнетательный насос Ктезибия, который Витрувий описывает в своей «Architectura» под наименованием ктезибиевой машины, был сделан из металла. «Ea fit ex aere» — его слова. Так что выходит, что за триста лет до христианской эры в Александрии строили бронзовые насосы, а через 1800 лет после появления в Испании «Комментарий» Ктезибия был издан королевский указ относительно изобретения такого насоса...

Возможно, что немцы, приехавшие в 1526 г. в Толедо, и применяли бронзовые насосы, ибо таковые были известны; я же сам склонен думать, что они были из дерева; ибо в горном деле Германии, так же, как и Испании, обычно применяли деревянные насосы...

Сооружение немцев, о котором сообщает рукопись, было не последним планом для доставки воды из Тахо в Толедо до постройки «сооружения» Джуанело, ибо указом от 20 октября 1570 г., зарегистрированным на листе 241 книги «De Obras y Bosques»², король

¹ Coleccion de viajes y descubrimientos que hizieron por mar los Españoles, t. I, illust. IV, pag. 124, Madrid 1825.

² Noticias de los Arquitectos y de la Arquitectura de España, por el Exem. Sr. Don Eugenio Llaguno, ilustradas y acrecentadas por D. Juan Augustin Caen—Bermudez, t. II, pag. 246, Madrid 1829.

приказал счетоводам внести на счет казначей Толедо 117 640 мораведи (692 марки), которые были уплачены арендатору мельницы, находящейся под мостом Алькантара, «за 865 дней, которые в прошлом 1562 г. по нашему приказу Хуан Котен и мастер Йорге, фламандец, наши служащие, работали над созданием машины для подачи воды в Толедо, которая не имела того значения, как те, что построил с тех пор Джуанело Турриано, наш часовщик, с 1 января 1564 г. по 14 мая 1566 г.». Из этого документа, даже при отсутствии более детальных сведений, читателю видно, что Хуан де Котен и мастер Йорге в 1562 г. спроектировали какую-то машину для подъема воды в Толедо и пользовались или жили на мельнице у моста Алькантара. Неизвестно, пробовали ли они ее, или же машина была заброшена еще в стадии проектирования...

Под заглавием «Джуанело поступает на службу к королю» сообщается следующее ¹:

«Джуанело родился в Кремоне либо в последний год XV в., либо в первый год XVI в. Во время коронации императора Карла V в 1529 г. в Болонье Джуанело был призван вместе с другими мастерами для проверки подаренных императору часов сложной конструкции, которые, вследствие заржавевших частей и несовершенства их, не могли функционировать. Из всех собранных один Джуанело знал этот механизм, признанный чудесным; он предложил их исправить, но считал целесообразнее сделать новые такие же часы, как и старые. Это доказательство его ловкости в связи, повидимому, с протекцией, оказываемой ему дон Алонзо де Авалесом, маркизом де Васто, побудило императора взять его к себе на службу. Он должен был вместе с остальной свитой сопровождать императора в его походах и поездках в Испании.

Все писавшие о жизни императора или о работе Джуанело сообщают о старых часах, которые Джуанело починил или которые послужили ему моделью. Однако в сообщениях этих авторов встречается множество противоречий и в цитатах, по моему мнению, непонятные ошибки. Но ввиду того, что эти часы, вероятно, есть самая значительная работа Джуанело, поскольку она создала ему репутацию механика и математика и открыла ему дорогу к службе государя, благодаря чему ему удалось построить водный механизм в Испании, то я считаю, что все приведенные сведения об этой работе должны быть тщательно проверены. Я начинаю эту проверку с того, что списываю то, что Амброзио Моралес, восторженный почитатель и друг Джуанело, говорит по этому поводу в своей работе «Antigüedades de las ciudades de España», t. IX, de la Cronica general de España, pag. 337: «Так как я начал говорить о трудах этого исключительного и знаменитого инженера, то я хочу для тех, кто их не видел, оставить несколько заметок..., при этом мне вспоминается то, что Джуанело мне лично показывал и объяснял. Ибо когда я понимал и радовался, то ему было приятно меня поучать. Он задумал сделать часы со всеми движениями неба, чтобы они превосходили архимедовские, описанные Плутархом, и часы другого итальянца того времени, о которых сообщает Эрмолао Барбаро в письме к Анджело Поличиано. И он их настолько превзошел, что тот, кто видел часы Джуанело и читал о часах других мастеров, сразу замечал, что эти последние все были слишком незначительны, чтобы их можно было сравнивать с его часами. Ибо нет ни одного движения на небе, которое рассматривается астрономией [по птоломеевской системе], как бы оно ни было незначительно, разнообразно или противоречиво, которое не было бы здесь определено годами, месяцами, днями и часами. Я хочу только указать, что здесь имелось Primum mobile [т. е. в старой астрономии ежедневное кажущееся движение неба] с его противоположным движением, восемь сфер с их колебаниями, движение семи планет со всем их разнообразием, солнечные часы, лунные часы, появление знака зверя и многие другие большие звезды; кроме того, многие другие поразительные вещи, которые я забыл. Он потратил двадцать лет, — говорил он мне, — на то, чтобы мысленно представить себе их и выработать план их устройства, и, вследствие такого напряжения и углубления в свои исследования, он болел за то время два раза и вскоре умер... Однако ему потребовалось лишь три года для выполнения всего плана своими руками... А он был очень велик, ибо в часах было 1800 колес. Поэтому он должен был ежедневно (исключая праздничные дни) сделать по крайней мере 3 колеса, не считая остальной работы. Колеса различались не только по величине, но и по числу и форме зубьев. Но как ни изумительна эта быстрота (работы), однако еще более поразительно его изобретение остроумного токарного станка. Он делал железные колеса напильником и циркулем с абсолютно равными зубьями... Джуанело говорил, что наибольшие трудности представляли для него 3 вещи, а именно, движение primum mobile, движение Меркурия и неравные часы луны. Для преодоления этих трудностей и воспроизведения на часах этих движений с максимальной точностью и противоречивыми их различиями он довел искусство до того, куда числа уже не могли доходить, и доказал это со всей ясностью. Это — замечательное, неслыханное овладение и проникновение разума. И это тем замечательнее для Джуанело, ибо он знал арифметику и понимал, как много можно достигнуть при полном знании ее...».

«Я удивляюсь, что писатель такой учености и понимания, как Моралес, стремился известить Архимеда, первого геометра и остроумнейшего и глубочайшего мыслителя, который когда-либо существовал в мире, заявив, что его крупнейшие открытия и его замечательные труды незначительны по сравнению с часами Джуанело. Самомнение Джуанело, побудившее его заявить, что он довел искусство до тех пределов, где уже недостаточны цифры, со всех точек зрения темно и претенциозно и было следствием благосклонности к нему Моралеса, его решительного и восторженного поклонника...».

Повидимому, автор в своем поклонении Архимеду, которое мы всецело разделяем, приходит здесь к несправедливому суждению о Моралесе и Турриано, ибо в цитированных отрывках первого из поименованных писателей не сказано, что открытия и труды Архимеда в целом по сравнению с часами Джуанело незначительны, а лишь указано, что этот последний делал гораздо лучшие часы, чем Архимед, а это весьма вероятно. Что же касается заявления Джуанело, что он довел искусство за пределы цифр, то он, повидимому, подразумевал при этом получение механическими способами оборотов «неделимого числа», о чем пишет и Кардан в своей работе «De subtilitate» (ср. стр. 112—113). И в этом смысле мы считаем его заявление соответствующим вкусам и нравам того времени («созвучным эпохе»), несколько таинственным, однако не столь темным и претенциозным, как это изображает дон Луис де ла Эскозура, который дальше говорит:

«При всех условиях рассказ этого писателя (Моралеса) указывает, что, если он знал о болонских часах, то он не считал необходимым воспроизвести эти сведения в «Antigüedades de España», а если он их не знал, то Джуанело постарался не сообщить ему о причинах и мотивах, послуживших для его поступления на службу к императору».

И этот приговор нам кажется чересчур суровым. Моралес говорил, что Джуанело создал план построить часы более совершенные, чем созданные всеми его предшественниками, и надо считать, что в течение двадцати лет, которые он посвятил созданию их конструкции, его задача все больше и больше расширялась, так что в конце концов его часы превзошли болонские и он мог с полным правом считать свои часы своим собственным изобретением.

Мы не будем останавливаться на вопросе о том, происходят ли старые часы, подаренные императору в Болонье, от Вокция, жившего с 470—525 г. христианской эры, как утверждают одни писатели, или они, как говорят другие, привезены из Парижа. Все эти утверждения основаны на невнимательном чтении одного места сочинения Бернарда Сакко «De Italicarum Rerum Varietate» Papiæ 1565, где совершенно ясно сказано, что неизвестно, кто сделал эти часы («Cujus operis auctor ignoratur»). Наш автор сообщает следующие данные о часах Джуанело:

«Диаметр часов был почти в 2 фута, они были почти шарообразны, несколько больше в ширину, чем в высоту. Вверху они оканчивались куполом, под которым была устроена башенка с часовым звоночком и будильником. Внешний футляр был из позолоченной меди с несколькими отверстиями, через которые видно было большинство движений. Игра двух-трех пружин, — говорит Моралес, — приводила все в движение с различной скоростью: Сатурн в его 30-летнем движении, *primum mobile* — однодневном, солнце — годичном, луна — в месячном через эклиптику, а также и остальные планеты в своем особом движении».

На вопрос императора, какую надпись он предполагает сделать на часах, он ответил: «Juanelus Turrianus Cremonensis horologiorum architector», и так как он на этом настаивал, то его величество добавил: «Facile Princeps», и так и было написано. В другом месте, где приведен портрет Джуанело, он написал: «Qui sim scies, si par opus facere conaberis» («Ты поймешь, кто я, если попробуешь сделать то же самое, что и я»).

Если латунные пластинки оставляли движение планет и многие другие открытыми, то все же они закрывали все внутренние движения колес. Поэтому он сделал еще другие квадратные часы несколько меньшего размера с немногими движениями и покрыл их стеклянной крышкой, через которую были видны все движения колес. На этих часах он сделал следующую философскую надпись: «ut me fugientum agnoscam» (чтобы я знал убегающее).

Моралес также рассказывает, что Джуанело изобрел небольшую железную мельницу, которую можно носить в кармане плаща и которая перемалывала около двух целемине

(около 8 кг) хлеба в день. «Я полагаю. — говорит он, — что это весьма полезно для войска во время осады и в морском путешествии, ибо она сама движется без специального привода». Неизвестно, чему больше поражаться: ловкости ли, с которой Джуанело спрятал пружину, или наивности Моралеса при осмотре мельницы».

Однако приведенная выдержка из сочинения Моралеса не дает основания полагать, что он не считал приводную пружину необходимой или что Джуанело скрыл ее от него. Еще до настоящего времени принято говорить о часах с пружиной или гириями, так же как и о многих машинах и механизмах, что они движутся сами, автоматически, причем никому не придет в голову считать наивным или обманутым того, кто пользуется этим термином. Наш автор продолжает:

«Далее он рассказывает, что Джуанело восстанавливал старые подвижные статуи, которые греки называли автоматами, и сделал женщину размером свыше одной трети естественной величины, установив ее на столе, и она под звуки тамбурина, в который она сама била, танцевала и вращалась взад и вперед, возвращаясь затем на свое место. Хотя это и просто игрушка для забавы, однако она свидетельствует о его большом уме.

Эстрада¹ к чудесам, описанным Моралесом, добавляет еще другие, как-то: фигурки сражающихся солдат, вздымающихся на дыбы лошадей, воинов, играющих на трубах и бьющих в барабан, и птиц, которые, подобно живым, летают по дому.

Мне не удалось установить даты создания этих игрушек, которые вызвали такое восхищение современников. Известно, что он в течение 27 лет — между 1529 г., когда он проверял часы во время коронации в Болонье, и 1556 г., когда он с императором жил в уединении в Юсте, — работал над обоими часами, большими и малыми; однако не доказано, в это ли самое время он построил все или часть указанных машин.

Император прожил в Юсте ровно два года и в свободные от выполнения религиозных обрядов и от переписки и государственных дел часы отправлялся в мастерскую Джуанело, который должен был следить за часами — обоими большими и карманными, которые уже тогда были в употреблении, и помогать механику в ремонте и конструкции этого инструмента, колеса которого, как говорит Эстрада, держать в узде было легче для него, чем судьбу.

Один автор уверяет, что Джуанело был первым человеком, которого император принимал утром; однако данные Фр. Ж. Сигуенца, настоятеля Эскуриала и историка ордена Иеронима, заслуживают большего доверия; по его сведениям, первым входил папер Регла, чтобы осведомиться, как его величество провел ночь, и присутствовать при его частной молитве. Затем входил врач д-р Матис. Турриано—механика относили к первым посетителям, которых принимал его величество.

«Я не знаю, куда девались часы по смерти императора (1558 г.), а также неизвестно мне местонахождение игрушек. Единственный документ, где говорится об этих работах, — это указ от 26 мая 1566 г., которым король (Филипп II) повелевает уплатить Джуанело 2750 дукатов (6066 марок) за часы из хрусталя, которые он сделал, причем разницу между 2500 и 3000 дукатами — оценка различных экспертов — он разделил пополам. Что касается больших часов, то надо полагать, что за них заплатил император (Карл V)...».

Под названием: «Джуанело поступает на службу к королю Филиппу II. Описание водяной машины» дон Луис де ла Эскозура сообщает следующее:

«После смерти императора король Филипп II, который находился во Фландрии, предложил Джуанело остаться у него на службе, с обязательством жить в его землях. За это он ассигновал ему 200 дукатов в год, которые до 1561 г. вынуждены были ему генеральным назначением Доминго Орбеа. Затем Джуанело пошел к королю и попросил повысить ему содержание, говоря, что он не может жить на него и что оно меньше того, которое давалось ему его отцом, императором. И во внимание к заслугам, ловкости и прилежанию Джуанело король приказал увеличить ему оклад, начиная с 1 июля 1562 г., ...за что он обязан был жить при дворе и делать часы и другие вещицы по его специальности. Однако платили ему особо за все работы, которые он делал для короля.

В другом указе, датированном — en el Bosque de Segovia (Valsain) 26 мая 1563 г., король дает Джуанело Турриано разрешение пребывать в Мадриде или Толедо, чтобы делать «известные предметы» своей специальности по распоряжению короля на время отъезда этого последнего в Арагону для участия в работах кортеса. Из сравнения дат этого указа с вышеупомянутым от 20 октября 1570 г., согласно которому Джуанело с 1 января 1564 г.

¹ Famiani Stradae, Romani e Societate Jesu «De Bello Belgico», decas prima, pag. 8, An. 1708.

по 14 мая 1566 г. жил на мельнице у моста Алькантара, я заключаю, что «известные предметы» были насосы для подачи воды из Тахо в Альказар.

Надо еще добавить, что король другим указом от того же числа (20 октября 1570 г.) приказал купить выбранную и указанную Джуанело мельницу для проектирования и установки его насоса. Там было сказано: «И ввиду того, что поименованный инженер находится там и должен, как и прежде, оставаться в указанном месте, мы решили настоящую мельницу купить для использования поименованным инженером»¹.

Отсюда ясно, что Джуанело в середине 1563 г. получил от короля разрешение пребывать в Мадриде или Толедо, что он жил на мельнице с 1 января 1564 г. и что в 1570 г. водяное сооружение функционировало и, как пишет Джуанело в доверенности, выданной Хуану Антонио Фассоле, о котором мы будем говорить ниже, было закончено в 1568 г...

Джуанело рассказывал Моралесу, как, будучи однажды в Италии, он слышал, как маркиз дель Васто жаловался на недостаток воды, от которого страдает население Толедо, ввиду трудности поднять воду из Тахо на большую высоту, на которой расположен город. С этого дня он занялся созданием насоса, который был установлен лишь через 38 лет. Эстрада, говоря о жизни императора в Юсте, подтверждает это, предполагая, что император принимал участие в исследовании сооружения и высказал машине величайшую хвалу, о чем Турриано беспрестанно повторял.

Ломбардец сначала сделал модель машины, и Моралес, который имел возможность это видеть, описывая то, что он называет «величиной и исключительной глубиной изобретения», говорит следующее:

«Самое существенное состоит в искусстве соединить несколько перекрещивающихся балок посередине и на концах, наподобие того, как это было сделано в подъемной машине Роберта Вальтурия. Если все пространство соединено таким образом цепью, то, при передвижении первых двух находящихся у реки, находящиеся близ Альказара движутся очень ровно и плавно. Это уже, повидимому, было установлено Вальтурием, но лично Джуанело принадлежит то, что он этим двигательным механизмом из дерева сбалчивал или соединял цапфами латунные трубы определенной ширины и длиной почти в сажень (brazas)² с двумя сосудами из того же металла на концах, которые при движении деревянного механизма идут вверх и вниз. При опускании один наполняется, а другой опустошается, затем оба уравниваются рядом и стоят неподвижно все то время, которое необходимо, чтобы из полного сосуда вода вылилась в пустой. Как только это произошло, полный сосуд идет вверх, чтобы потом снова опуститься и установиться рядом с задним полным, который, в свою очередь, опускается, чтобы его наполнить...».

Я должен сознаться, что после многократного чтения описания Моралеса, я попытался воспроизвести на рисунке машину Джуанело, но мне это не удалось. Авторы, говорящие об этом сооружении, были не счастливей меня, ибо все они ограничиваются передачей рассказа Моралеса или выдержкой из него без всякого пояснения. Я напрасно искал в архивах и библиотеках рисунок насоса, и, потеряв надежду удовлетворить мою любознательность, я решил просмотреть работы по архитектуре, механике и фортификации, чтобы найти рисунки или описание чего-нибудь подобного этому сооружению. То, что мне не удалось путем труда и старания, досталось мне случайно в то время, когда я просматривал очень редкую книгу, которую привез из Италии мой друг Константин Арданац. Эта книга называется «Le diverse et artificiose machine del capitano Agostino Ramelli», 1588. Случаю было угодно, чтобы я открыл книгу как раз на гравюре, относящейся к главе 95, где я сразу узнал «насос» Джуанело, как его описывает Моралес..., что и читатель сразу поймет при простом рассмотрении рисунка (рис. 192) и, для того чтобы он мог определить истинное место качающихся желобов, я сделал рисунок (рис. 194), который показывает, как устанавливаются желоба в горизонтальной проекции над брусками *N* и *S*, которые, как говорит летописец, оба «устанавливаются рядом».

Если читатель мысленно заменит лотки и желоба (*K*, *B* рис. 192) сосудами и трубами из латуны на коромыслах (*MM... OO*), то заметит, что они вместе с изображенным механизмом выполняют те движения и паузы, которые Моралес описывает для «насоса» Джуанело.

У этого насоса было такое же водяное колесо, ибо, хотя историк в описании под заглавием «Искусство подачи воды» об этом и не упоминает, однако ниже идет отрывок, где сказано следующее: «В «насосе» много замечательных деталей, но из них особенно доражают две особенности. Первая — это гармония движений в размере и соотношении, так что они

¹ Noticias de los Arquitectos, t. II, pag. 246.

² Из одного более позднего отрывка выяснилось, что 1 braza = 1,5 м.

подходят друг к другу и все зависит от первых движений колеса, приводимого водой реки...». Однако, на водяном колесе этого «насоса» не были пристроены черпаки (ковши) (bb) рамельлиевой гравюры, ибо в другом параграфе под заглавием «Замечательные детали подачи воды» Моралес говорит, что форма цепи и медный ковш, которые захватывают воду из реки, являются тоже изобретением Джуанело, которые вносят много нового и облегчают движения, как это видно на подобных водоподъемных машинах, построенных позже Джуанело в Мадриде. Рис. 195 и 193, взятые из

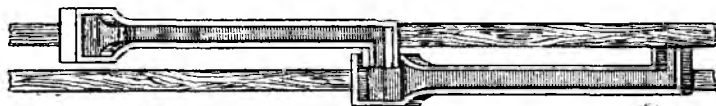


Рис. 194.

рукописи Джуанело, изображают одну из этих водоподъемных машин в Мадриде. В Национальной библиотеке существует рукопись, посвященная светлейшему дон Жуану австрийскому, сыну короля Филиппа II, озаглавленная «21 книга о машинах и аппаратах Джуанело», которые приказал описать и объяснить католический король Филипп II. Посвящение не принадлежит Джуанело, ибо он умер гораздо раньше рождения принца. Это обстоятельство, в связи с некоторыми непонятными местами в тексте, вызвало подозрение, что рукопись эта не оригинал, а лишь копия сочинения Джуанело. Llaguno и Caen Bermudez в своих «Noticias de los Arquitectos y de la Arquitectura de España», t. II, pag. 250 приводят справку Д. Бенито Байле, где каждый из пяти томов, из которых состоит сочинение Джуанело, рассмотрен отдельно. Первый состоит из трех книг, где трактуются

разведка, испытание и подача воды, а также нивелировка. Там собрано также свыше сорока рецептов замазок для соединения труб. Во втором томе, содержащем 5 книг, обсуждаются акведуки, подземные каналы для подъема воды на поверхность, оросительные каналы и рвы, судоходные каналы, устройство для превращения рек в судоходные, водопроводы, осушительные установки и дренаж, установки рыболовных мест, рыбные пруды, запруды, плотины, цистерны, холодные и горячие бани. Третий том содержит три книги, которые охватывают постройку зерновых и масляных мельниц, сукновален, производство крахмала, оборудование для производства сахара, инструменты для точки оружия, для мойки шерсти и цветных сукон, производство квасцов и соли и различные способы подъема воды на определенную высоту, однако там нет ни рисунков, ни описания «насоса», ни даже упоминаний о Толедо или Тахо. Четвертый том разделен на пять книг, в которых обсуждаются способы переправы через реку, как-то: лодки и поромы, деревянные, каменные и разводные мосты. При этом детально говорится о столярных и каменных работах, производстве цигельных кирпичей и черепиц, извести и глины, и в заключение автор описывает разводной мост своего изобретения для рек, по которым плавают суда с высокой мачтой. Три книги последнего, пятого тома содержат морские сооружения, водяные часы и оросительные установки. Байле отмечает, что этот том наиболее скуден сведениями. Он считает, что работа написана недостаточно методично, исключительное нагромождение и утомительные повторения делают ее стиль почти варварским».

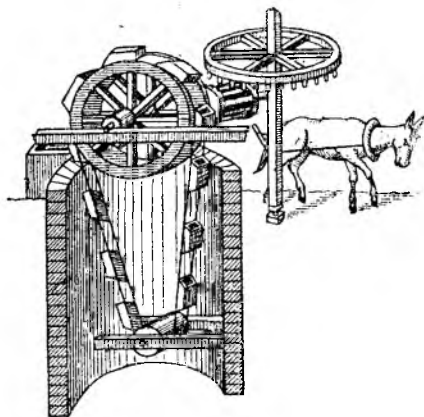


Рис. 195.

Для сравнения можно указать приведенную ниже характеристику работы Джуанело, принадлежащую Эстабану Гарибайя, где говорится, что он (Джуанело) никогда испанскому языку как следует не учился и его речь была очень примитивна. Дон Луис де ла Эскозура продолжает свое изложение следующим образом:

«Единственным новшеством (указанной водочерпальной машины, рис. 195) является вал на дне колодца для направления цепи; выходит так, как будто Джуанело стремился без нужды увеличить трение в аппарате. Медная цепь, конструкция которой на рисунке не видна, действительно есть важное усовершенствование по сравнению с пеньковым канатом, а форма ковша для бокового опрокидывания лучше, чем глиняные черпаки обыкновенных водочерпальных машин».

В противовес этому следует указать на водоотливную установку, описанную в сочинении Георга Агриколы в «*De re metallica*» и воспроизведенную нами на рис. 134 (стр. 87) где это так называемое новшество уже имеется в готовом виде. Наш автор продолжает:

«Однако нижний вал не мог быть применен в Толедо, ибо цепь была приспособлена к окружности водяного колеса».

Если бы это было так, то цепь должна была бы непрерывно двигаться вокруг обода водяного колеса и сверху лежащего вала. Наполненные ковши поднимались бы в таком случае слаботяжущей частью цепи, что дало бы сильное колебание и сотрясение. По нашему мнению, цитируемые места Моралеса не дают повода считать, что Джуанело так неудовлетворительно устроил свои ковшевые приспособления. Дон Луис де ла Эскозура продолжает:

«Но после замены желобов трубами и латунными сосудами, а черначных ящиков Рамелли цепью с медными ковшами, надо еще выяснять значение тех слов, которыми Моралес начинает описание насоса: «Сболтить или соединить цапфами несколько перекрещивающихся балок в середине и по концам, как на одной машине Роберта Вальтурия для подъема человека вверх».

Рис. 196, взятый из работы Вальтурия «*De re militari*, lib. X, pag. 259, Parisiis 1534 изображает лестницу из тонких крестообразных соединенных болтами в середине и по концам брусьев, изобретение которой не может быть приписано Вальтурию, ибо в сочинении Вегетия, также озаглавленном «*De re militari*» и вышедшем больше, чем за тысячу лет до работы Вальтурия, не только находится такая же лестница, но даже изображен поднимающийся по ней воин, как видно на рис. 197¹. Вегетий посвящает свою работу императору Валентиниану II в IV в. христианской эры».

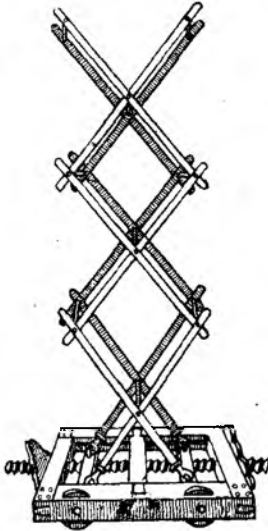


Рис. 196.



Рис. 197.

Здесь мы снова встречаемся со столь часто повторяющейся ошибкой, что рисунок в появившемся в XVI в. издании сочинений Вегетия приписывается ему, в то время как он лишь добавлен издателем для изображения аппаратов средних веков, как они ему были известны. Так, на воспроизведенном здесь рис. 197 ясно видно, что изображенные там воины не древние римляне, а ландкнехты (германские наемные солдаты); это тем более очевидно, так как некоторые из них заняты заряджением мушкета. Повидимому, рис. 197 изображает складную лестницу, по которой войска поднимаются вверх, в то время как рис. 196 изображает машину для подъема отряда на крепостные стены, как и указывает Моралес. Наш автор продолжает:

«Из описания Моралеса не видно, каким образом Джуанело использовал эту лестницу для своего насоса. Лишь обращаясь к предположениям и догадкам, можно себе представить

¹ Flavii Vegetii Renati «*De re militari*», lib. V. Apud Christianum Vechelum. Lutetiae 1532, pag. 161.

машину по описанию, определив цель и положение лестницы. К счастью, движущее колесо с его ковшами, зубчатые колеса и шестерни с цевками, движения и остановки труб и сосудов, которые являются основными, уже выяснены. Лестницы из тонких брусков служили, по моему мнению, в качестве шатуна или натяжной штанги, как говорят в настоящее время, для передачи движения латунным трубам и ковшам, заменяя железные штанги (*P* и *F*) гравюры Рамелли. Наиболее простое и потому наиболее вероятное предположение, что лестница из тонких брусков в положении, изображенном на рис. 198, служила штангой для придания латунным трубам движения вверх и вниз помощью колес, обозначенных *V* для показания, что они работают аналогично тем, которые так же обозначены на аппарате Рамелли и которые служат для того, чтобы двигать желоба (*KK*)... Само собой разумеется, что для второго ряда желобов нужно такое же параллельное колесо, только часть которого показана на рис. 198, ибо колесо (*V*) закрывает остальные. Верхний рис. 198 изображает одну и ту же систему рычагов в обоих крайних положениях движения, получающихся от колеса (*V*). В крайнем переднем положении штанга, труба и сосуды изображены пунктиром, и видны лишь колесо (*V*) и брус (*N*).

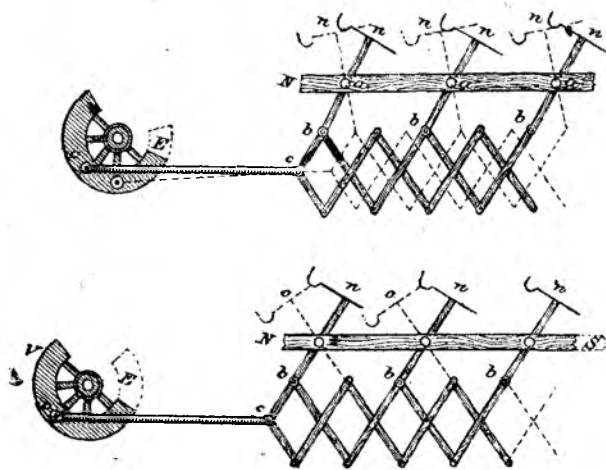


Рис. 198.

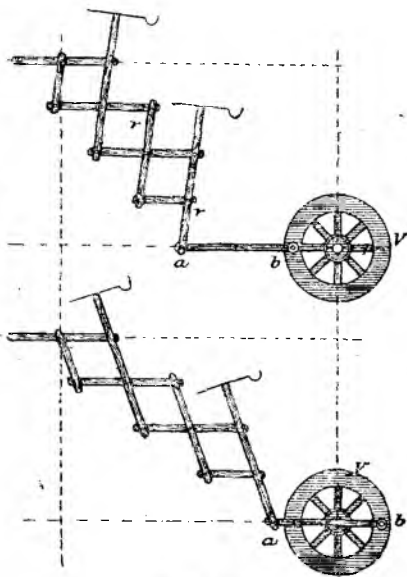


Рис. 199.

Это положение соответствует моменту, когда сосуды принимают воду из сосуда другого ряда. Крайнее заднее положение системы рычагов с трубами и ковшами изображено сплошными линиями. В обоих случаях коромысла, несущие трубы и ковш, движется вокруг цапф (*aaa*)..., которые не меняют своего положения, как это и видно в аппарате Рамелли (рис. 192). В точках соединения коромысел со штангами имеются шарниры, обозначенные буквами *bbb*...

На нижнем рисунке пунктирными линиями изображены: колесо *E*, брус *S* и трубы *ooo*..., которые принимают воду из труб *nnp*..., изображенных со штангами, колесом *V* и брусом *N* сплошными линиями. При движении взад и вперед длина диагоналей ромбов, образуемых штангами, остается неизменной.

Если допустить, что лестница Вальтурия действует не как жесткая штанга, а что она применялась в качестве штанги, состоящей из отдельных рычагов (так называемые «нюрнбергские ножницы»), то брусья *N* и *S* ненужны.

На рис. 199 изображены крайние положения, которые приняли бы штанги, составленные из отдельных рычагов. На верхнем рисунке предполагается, что сосуды забирают воду, на нижнем — что они отдают ее; однако трудно — если не совсем невозможно — одновременно изобразить ряды труб, принимающих и отдающих воду. Я считаю, что мне удалось скомбинировать это движение, ибо при движении колес *V* и *E* (рис. 198), коромысла, к которым прикреплены желоба, попеременно принимающие и отдающие воду, вращаются вокруг неподвижных осей или цапф; однако на рис. 199 эти оси или цапфы *rrr*... меняют свое положение, ибо они движутся взад и вперед в зависимости от открывания или закрывания системы сложных рычагов. Из этого следует, что расстояние между двумя последующими трубами при обратном движении больше (нижний рисунок), ибо ромбы, состоящие из таких брусков, расширяются по направлению всей штанги. При движении вперед (верхний рисунок) это расстояние сокращается, ибо ромбы расширяются в вертикальном направлении по

отношению к оси системы рычагов. Если бы лестница функционировала в качестве штанги, состоящей из отдельных рычагов, что невероятно, то брусья *N* и *S* не встречались бы на машине и штанга была бы соединена с большой толстой стеной, которая простирается от реки к Альказару и развалины которой сохранились до последних лет (рис. 200).

Ввиду трудностей, на которые я наткнулся, и неясности описания сооружения, даного Моралесом, я принужден признать, что единственно возможное изменение лестницы Вальтурия на машине Джуанело, по моему мнению то, которое изображено на рис. 198, где коромысла, поддерживающие трубы и сосуды, вращаются на неподвижных опорах *aaa...*, помещенных на балках *N* и *S*, как на машине Рамелли.

Составленная из тонких брусков штанга «насоса» есть усовершенствование, значительно превосходящее штанги и кольца Рамелли, которые при частой смене движения машины вызывали неизбежные, влиявшие на прочность, толчки и сотрясения».

Однако надо учитывать, что при пружинящей штанге, как это полагает наш автор, движение каждого следующего желоба было бы меньше, чем предыдущего, и что, вследствие этого, при передаче движения на такое большое расстояние, как от Тахо до Альказара, получаются значительные различия движения и не поддающиеся учету трудности. Мысль избежать толчков при помощи пружинящей штанги привела бы в XVI в. инженеров гораздо дальше, чем это имело место в данном случае. Нам кажется, что дон Луис де ла Эскура слишком придерживался той мысли, что рисунок Вальтурия изображает лестницу, в то время как слова Моралеса «таким же образом, как на машине Роберта Вальтурия для подъема человека вверх» указывают на то, что он рассматривал рисунок как двигательный механизм, с которым схожа машина Джуанело. Это есть тот самый механизм, который мы называем «нюрнбергскими ножницами». Это сходство может, однако, оказаться лишь внешним, ибо Моралес, историк короля, является диллетантом в вопросах механики, судящим скорее по внешности, чем по существу дела. Если же в результате объективного и тщательного обсуждения настоящей задачи получился бы механизм, имевший большое, хотя и внешнее, сходство с «нюрнбергскими ножницами», то, по нашему мнению, его придется признать за машину Джуанело, ибо его ясное понимание и основательность, по словам современников, не оставляют сомнений.

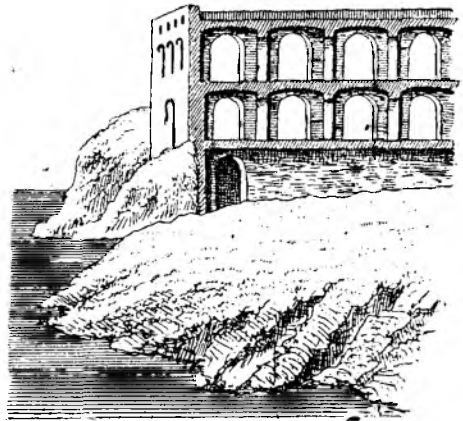


Рис. 200.

При рассмотрении рисунка Рамелли возникает вопрос, почему Рамелли устроил два ряда качающихся труб и приводил их двумя параллельными штангами. Разве не проще сделать лишь один ряд желобов и передавать движение от первого ко второму, от второго к третьему и т. д. таким образом, чтобы при каждой этой передаче направление движения изменялось на обратное. Для достижения этого надо нижнюю точку каждого коромысла, стоящего в среднем положении перпендикулярно к земле, соединить штангой с точкой следующего коромысла, лежащей на таком же расстоянии над осью, вращающейся в подшипнике помощью штанги, что дало бы механизм рис. 201. При этом, однако, бросается в глаза ошибка, заключающаяся в том, что штанга в среднем положении не стоит к коромыслам под прямым углом, согласно требованию правил конструкции насосных стержней. Это правило можно осуществить лишь путем установки штанги в среднем положении под углом в 45° к основанию. Если же хотят соединить желоба коромыслом так, чтобы при среднем положении центральная точка остава-

лась перпендикулярно над точкой вращения, то надо пристроить еще вторую опору, что придает механизму форму, изображенную на рис. 202. С чисто кинематической точки зрения этого достаточно. Но ввиду того, что шарнирные болты, вследствие износа, образуют некоторый зазор, и ввиду того, что штанги попеременно натягивают и нажимают, то при каждом изменении направления движения получается в каждом шарнире небольшой толчок и некий мертвый ход, при большом же числе штанг эти небольшие погрешности составят довольно значительную неточность.

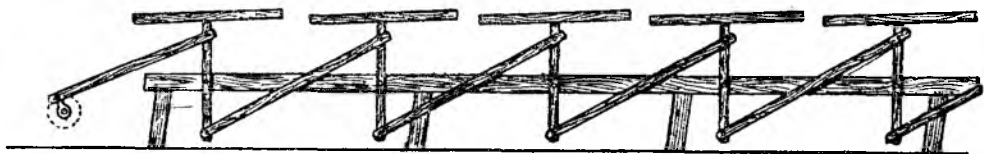


Рис. 201.

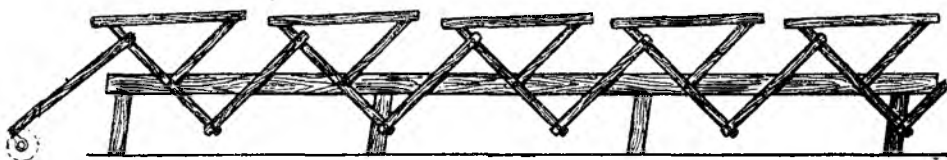


Рис. 202.

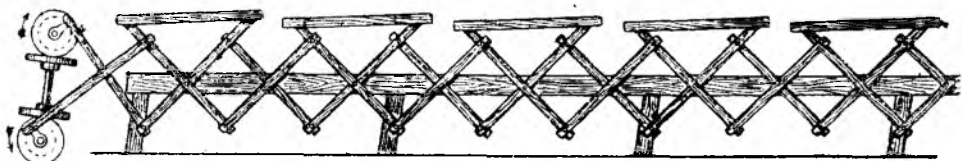


Рис. 203.

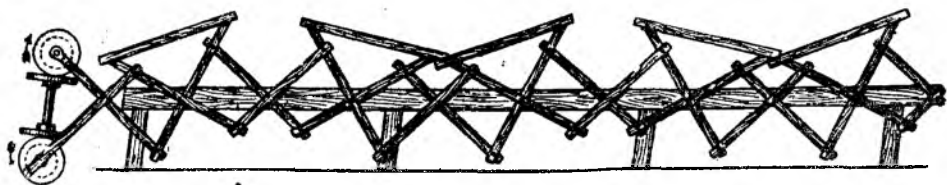


Рис. 204.

Если механизм должен работать спокойно, чем отличается машина Джуанело, то надо принять надлежащие меры, чтобы каждая штанга нагружалась лишь при тяге. Это значит, что существующая система рычагов должна тянуть коромысло лишь в одном направлении, кроме того, должна быть вторая система, включенная симметрично, которая осуществляет тягу коромысел в обратном направлении. Этим объясняются слова Моралеса, что крестообразно соединенные брусья движут те первые два, которые находятся непосредственно у реки. На этом основан изображенный на рис. 203 механизм. Если обеспечена прокладка вкладыша на концах штанг так, чтобы их можно было сближать, то длину штанг можно так отрегулировать, что всякий мертвый ход будет исключен. Этот механизм в своем

среднем положении чрезвычайно напоминает «нюрнбергские ножницы». Хотя по мере удаления от центрального положения сходство уменьшается и в крайнем положении оно очень незначительно (рис. 204), однако по рассмотрении всех обстоятельств мы все же полагаем, что механизм «насоса» принадлежал Джуанело. Его укрепление на боковой поверхности толстой стены было очень практично, а мысль установить на другой боковой поверхности той же стены вторую машину тем же способом оказалась очень близкой к первому изобретению. Дон Луис де ла Эскуэра продолжает следующим образом:

«Я должен признать, что я не понимаю необходимости двух ковшей на каждой трубе, о которых говорит Моралес. Если считать, что все, как одного, так и другого ряда, концы, обращенные к реке, наполняются водой, то одного ковша (на каждой трубе) было бы достаточно, ибо труба противоположным концом могла бы вылить воду непосредственно в ковш следующего ряда, как в аппарате Рамелли.

Моралес не указывает формы сосуда, который в народе называется «ковшом» (cazoes) и «черпаком» (cucharas), и не дает представления об этом, но, говоря о необычайных деталях водопровода, он сообщает, что одной из них является форма ковшей, которая совершенно оригинальна и предназначена специально для приема и отдачи воды, не проливая ни одной капли...».

Если учесть, что приемочные сосуды должны быть очень емки для обеспечения подъема значительного объема воды, и что при подъеме этих ковшей увеличивается необходимая амплитуда колебания, а равно и потери работы при стекании воды из одного желоба в приемочный сосуд следующего желоба, то логически следует придать сосудам меньшую высоту и большие горизонтальные размеры, т. е. сделать их ковше- или черпакообразной формы. Вероятно, они по большей части были прикрыты крепкой крышкой с отверстием размера, необходимого для вливания воды. В целях обеспечения определенного уровня воды в приемочных сосудах и максимального сокращения возникающих при этом потерь работы, надо было принять меры, чтобы вода из восходящего сосуда могла бы возможно скорее стекать в нижний спускающийся конец трубы; а во избежание сотрясения и ненужного высокого падения при стекании из одного сосуда в другой вытекание в приемочный сосуд следующего ряда осуществляется лишь тогда, когда спускающийся конец подходит к своему крайнему (низшему) положению. Надо особенно следить за тем, чтобы вода при горизонтальном положении труб могла делиться симметрически по обе стороны вертикали поворотной осью так, чтобы она при дальнейшем движении в том же направлении больше не поднималась. Поэтому инженер, заботящийся о хорошей работе машины, должен пристроить у выпускного (сливного) конца труб ковшеобразный сосуд, где собирается вода, и дальнейшее движение поддерживается до тех пор, пока этот конец не достигнет своего глубочайшего положения непосредственно над следующим выпускным сосудом; вода начнет в него стекать, вероятно, лишь после открытия вентиля под напором. Затем наш автор снова продолжает:

«Джуанело доказал силу своего гения, пустив в ход такую сложную машину, как «насосная установка», на которую пошло 200 подвод «тонких брусьев» и 500 центнеров (квинталов) латуни. Длина каждой трубы не превышала 1 браца, а расстояние между Альназаром и рекой составляло 600 м, следовательно, сразу в движении находилось не менее 400 труб (отсюда 1 браца = 1,5 м). К этому надо добавить, что трубы нельзя было проложить по прямой линии, что вызывало большие трудности. Поэтому Моралес говорит: «Они двигались, образуя кривизны, закругления и углы, и требовалось большое искусство для продолжения движения в таких местах».

Поэтому неудивительно, что машина вызвала такое восхищение современников. Однако оно было вызвано не столько изобретением самой машины, сколько установкой ее, благодаря чему Джуанело удалось поднять воду из реки на высоту в 90 м... Экономический эффект этой насосной установки не соответствовал похвалам писателей, ибо она поднимала не более 400 каргасов (ласт) воды в день или 162 гектолитра в 24 часа, что составляет довольно незначительный дебет, которого достигает летом каждый сельский источник.

Джуанело договором от 1565 г. обязался снабжать город определенным количеством воды¹; вода должна была поступать близ Альказара и отсюда распределяться по всему городу. Последний обязан был уплатить Джуанело через две недели после начала поступления воды в Альказар 8000 дукатов (17 647 марок) и, кроме того, ежегодно 1900 дукатов за наблюдение и ремонт машины, которые также возлагались на Джуанело. Ввиду того, что город считал этот договор для себя чрезвычайно тягостным и отказывался от выполнения его, король указом от 12 декабря 1570 г., через 5 лет после пуска в работу насосной установки, повелел Толедо уполномочить кого-нибудь для переговоров с Джуанело и ликвидировать этот спор. 29 октября 1574 г. город назначил своего шеффера Луис Гайтана де Айла, а Джуанело, который лежал больным, 24 декабря того же года — своего друга Хуана Антонио Фассоле. Король был также заинтересован в этом и потому, что он выдал Джуанело аванс в 8 400 769 мараведис (49 416 марок) и потому, что Альказар использовал большую часть воды. Поэтому представителем и уполномоченным короля был назначен лицензиат Хуан Диаз де Фуентемайор, член королевского совета и палаты. Затем он повелел слушать дело в комиссии по зданиям и садам, и там 20 мая 1575 г. было вынесено следующее решение:

1. Джуанело отказывается от договора, заключенного с городом, а ввиду того, что вода, подаваемая установкой и служащая для Альказара, была использована королем, этот последний освобождает Джуанело от долга в 8 400 769 мараведис, которые ему были выданы королевским казначейством в качестве аванса для изготовления машины.

2. Его величество использует воду, подаваемую установкой, каковая подача должна составлять 1600 кувшинов по 4 меры в сутки, а Джуанело обязуется это количество доставлять.

3. Принимая во внимание, что прошло шесть лет со времени окончания Джуанело первой машины для снабжения Альказара и что Джуанело было для этого предоставлено все необходимое, в настоящее время он будет снабжен всем необходимым для постройки в т о р о й м а ш и н ы, к конструкции которой он уже приступил и которую должен закончить в течение 5 лет.

4. За счет его величества Джуанело делает ее так, чтобы вода поднималась на 6—8 футов выше мостовой двора, чтобы ее можно было распределять в Альказаре.

5. Джуанело обязуется построить вторую машину в течение 5 лет, для чего его величество дает необходимые средства, общая сумма которых впредь до окончания работ исчисляется в 8000—10 000 дукатов (20 000 марок). Вода, которая будет подаваться, поступает в пользу Джуанело (это надо понимать так, что Джуанело получает право продавать ее жителям города или же сдать ее в аренду городу).

6. Территория, на которой была установлена первая машина и будет установлена вторая, отходит под установку безвозмездно.

7. Город уплачивает Джуанело 6000 дукатов (13 235 марок) сразу или проценты с этой суммы в отношении 14 000 : 1000 (т. е. 7%) и будет использовать установку лишь для королевских нужд, ибо вся вода поступает в собственность Джуанело.

Король утвердил этот договор указом 21 марта 1575 г. (Reg. 4° de Obras y Bosques, fol. 168, цитировано Llaguno y Caen Bermudez в *Noticias de los Arquitectos*, т. II, pag. 248)...

При этих условиях некоторые счастливые соседи брали, несомненно, воду из Альказара для своих нужд, но в городе не обнаружено никаких остатков трубопроводов или колодцев, которые бы указывали на распределение воды из Тахо.

Несмотря на это, машина приводила в восторг всех тех, кто ее видел, так что решили поставить статую изобретателю насосной установки, и для нее Джуанело составил надпись «*Virtus nunquam quiescat*», которую Моралес перевел так: «Сила крупного ума никогда не может бездействовать». Моралес, полный восхищения моделью, выполнением насосной установки, статуей и прекрасной надписью, послал Джуанело эпиграмму с посвящением на латинском языке, в которой он превозносил его до небес и говорил, что Джуанело господствует над природой, подчинил себе Тахо и поднял его до звезд. Эту эпиграмму и посвящение можно найти в девятом томе «*Cronica general de España*».

Статуи не могли разыскать, но в провинциальном музее Толедо выставлен бюст Джуанело из белого мрамора, которым мы обязаны резцу Беррукете, с надписью «*Juanelus Turrianus Cremon. Horolog. Architect.*»... и в Мадридском музее имеется бронзовая медаль, на одной стороне которой портрет Джуанело, с той же надписью, как на бюсте Беррукете, а на обратной стороне известная аллегория источника мудрости и надпись: «*Virtus nunquam deficit*».

В монастыре Эскуриала над дверью одной кельи написан масляными красками поясной портрет Джуанело с надписью «*Nunquam deficit virtus*». В Мадриде также в память строителя «насоса» назвали одну из улиц его именем. В Толедо улица, где он умер, до сих пор называется «*De la estatua*» или «*Hombrе de Palo*» (т. е. улица Статуи или Деревянного человека), ибо он вошел по ней деревянный автомат.

¹ *Noticias de los Arquitectos*, т. II, pag. 103.

Жители Толедо во время действия насоса снабжались речной водой, как обычно, доставляя ее при помощи вьючных животных.

В подтверждение изложенного автор приводит отрывок из новеллы Сервантеса «La illustre Fregona» и затем продолжает:

«Когда я в 1861 г. был в Толедо, число жителей его было гораздо меньше, чем во времена Сервантеса (население Толедо составляло во времена мавров 200 000 чел., а в 1860 г. 17 633 чел.), и, несмотря на это, для подачи воды населению пользовались 230 вьючными животными, не считая тех, которые работали за счет благотворительности и войска, и все они, по моим расчетам, подавали в 7—8 раз больше воды, чем насосная установка.

В другой книге того же времени, которую «Sociedad de Bibliófilos» (о-во библиофилов) издало под заглавием: «El pelegrino curioso y Grandezas de España» Bartholomé de Villalba y Estana, насосная установка описывается почти в тех же выражениях, что и у Моралеса: «Она заслуживает места среди мировых чудес. Проходят много миль, дабы посмотреть на нее, а для обозначения чего-нибудь невозможного в Кастилье принято говорить: «это так же, как поднять воду на Цокодовер...».

Также и другие авторы с похвалой высказываются о насосной установке и называют ее замечательной, лишь Квеведо в своем сочинении: «Itinerario de Madrid a su Torre de Juan Abad» (Poesias, Romance 75) говорит о Джуанело плохо. Проезжая через Толедо, он писал: «Я видел насос из котелков, где Джуанело пропускает воду через столько ковшей, как в настоящих качелях. Он был по происхождению фламандец, пьяница, обожающий всякую жидкость, кроме воды, поэтому он ее так и мучил».

Он почему-то произвел Джуанело в фламандцы, чтобы назвать его пьяницей без всякого к тому основания¹.

Мастер Valdivieso² посвящает «насосу» стихи следующего содержания:

«Я почтительно осматривал замечательное сооружение Джуанело, которое, как часы, работает само, натягивает колесами цепи, поднимает воду, стоящую к нашему изумлению на балансирах, и доводит ее до Альказара, достигая почти небесного царства, где она приносит пользу устам».

Ни стихи, ни то, что он говорит о насосной установке, не заслуживают особого упоминания, они показывают лишь, каким почетом пользовался Джуанело даже после своей смерти у всех писавших о Толедо.

Луис Кинонес де Бенаvente, уроженец Толедо, в своем интермеццо «El Mago» (Coleccion de entremeses, Madrid 1645) вывел эту насосную установку даже на сцену. Все участники выстраиваются в ряд и поют, причем каждый поднимает и опускает руки с деревянным листообразным ковшем, как будто они поднимают воду:

«Вода подходит с силой, вращает водяное колесо для привода машины из насосов и ковшей. Когда одни поднимаются, другие опускаются, так что с низшей точки до высшего положения одни воспринимают ту воду, которая вытекает из других, пока вода не попадет в Альказар».

Это описание яснее и точнее, чем «Pelegrino», хотя автор называет водяное колесо «todezno», каковое название обычно давали горизонтальным водяным колесам или турбинам. «Насос» — название, принадлежащее исключительно Кинонесу.

Другой автор — Эстабан Вильегас (D. Estaban Manuel Villegas «Las Eroticas». Madrid, Sancha, 1774, t. I, pag. 328) из-за рифм превращает ковш (cazos) в большие бадьи (gamellas) и говорит:

«Завязку делают по желанию, превращают девушек в воинов, когда идешь в испанский театр; ты увидишь, что артисты — мимы искуснее Джуанело, когда он поднимает воду в больших бадьях».

В заключение стихотворных посвящений толедской машине следует упомянуть еще о стихах Лопе де Вега, где он говорит о подаче воды, не называя ее:

«Если ты, гордый, король потоков, могучий Тахо, коронуешь голову великих людей, то ты можешь сейчас по справедливости короноваться за небесноподобную красу; в то время как раньше у подножия Альказара скользили волны, теперь они поднимаются как по лестнице из глубин ввысь. Пожирая себя, ты даришь чудеснейший кристалл этим замкам, и птицы купают свои темные крылья в серебрянобелых волнах».

В 1573 г. король приказал выдать Джуанело за его хорошую службу и ввиду его нужды 4000 дукатов (882 марки) в дополнение к расходам. Ясно указано, что вторая машина была

¹ Вспоминаем Хуан Котена и мастера Йорге, фламандца, которые занимались в 1562 г. проектом снабжения Толедо водой; быть может, Квеведо перепутал мастера Йорге с Джуанело.

² Sagrario de Toledo, Poema heroico por el maestro Joseph de Valdivieso, Capellán del Imo. de Toledo. Madrid 1616.

готова в 1581 г. и что первая в следующем году (т. е. на четырнадцатом году установки) находилась в плохом состоянии и начала ломаться, вследствие чего король приказал ее отремонтировать. С этого времени до 1585 г., когда Джуанело умер, в документах нет больше никаких сведений о насосной установке.

Эстабан Гарибай описывает похороны Джуанело следующим образом: «Единственный, кто, по моему мнению, был создателем судоходства по Тахо, это Джуанело Турриано, уроженец Ломбардии, который построил необычайное приспособление для подъема воды из Тахо в Альказар. Однако этот чудесный человек умер до осуществления этого судоходства в том же городе 13 июня 1585 г. на восемьдесят пятом году жизни (может быть, немного больше или меньше) и был похоронен в церкви del Carmen, в часовне de nuestra Señora de Soteraño, где я присутствовал) без соответствующей торжественности, которую заслужил этот выдающийся показавший свой ясный ум на всем, к чему он приложил руку, человек.

Он был велик ростом и силой, скуп на слова и богат знанием, прямолинеен во всем; с несколько грубыми чертами лица, несколько суровый в разговоре, он плохо говорил по-испански. Католический король дон Филипп II очень ценил его, всегда ласково обращался с ним и уважал его, зная ему цену. Он делал то же, что его отец, император дон Карлос.

У Джуанело осталась единственная дочь и наследница — Барбара Медея Турриано, которой король через шесть месяцев после смерти отца 20 декабря 1585 г. повелел выплатить 200 дукатов в возмещение стоимости инструментов и других вещей Джуанело. Позднее, 23 декабря 1586 г., она получила, также по распоряжению короля, 2000 дукатов в погашение суммы в 6000 дукатов, которые он приказал уплатить ей, как следуемые ее отцу за работу одной из машин.

У Джуанело остался еще внук, по имени Джуанело Турриано, которому поручили надзор за «насосами» за плату в 4 реала в день, каковое вознаграждение 6 ноября 1593 г. король увеличил до 100 дукатов в год. Он, однако, этим благодеянием мало воспользовался, ибо умер в 1597 г., оставив жену и сына в большой нужде...

Кроме сына Джуанело, у донны Барбары был еще второй сын Габриель, который после работы в той же должности, что и его брат, отправился во Фландрию для службы в армии. Оттуда он направился в Сицилию, где был убит в 1616 г. в бою...

В 1598 г. Хуан Фернандез де Кастильо, слуга его величества, был назначен для надзора и содержания машин. Через несколько лет он подал заявление, что старая машина для дальнейшей работы требует ремонта. Однако можно избежать расходов по этому ремонту, если ему позволят из развалин машины по чертежу и плану, которые он представляет, построить новый аппарат, которым можно будет поднять больше воды с большей легкостью и меньшими расходами, чем при аппарате Джуанело...».

Король одобрил это предложение, хотя против него были возражения. Последний документ по этому вопросу — королевский указ от 1606 г. После этого о новом сооружении вопрос больше не возникает, и, весьма вероятно, что оно никогда не было закончено. Наш автор говорит:

«В 1626 г. Кастильо умер. Его сын Хуан де Кастильо Риваденеира перенял надзор за машинами, за ним в 1639 г. последовал Луис Маестре, когда, повидимому, пришлось отказаться от дальнейшего пользования насосами».

Дон Луис де ла Эскозура обсуждает вопрос о том, мог ли инженер в середине XVI в. избрать другую лучшую машину для подъема воды на такую высоту, чем «сооружение» Джуанело, и говорит:

«Во времена Джуанело, как видно, наибольшее применение имели деревянные насосы... В шахтах, ввиду постоянной сырости, они выдерживали хорошо, но воздух их высушивал и вода уходила из насосов и труб. Поэтому, учитывая недостаточную прочность материала, невозможно при деревянных насосах и трубах поднимать воду одной насосной установкой на 90 м...».

На рис. 193 изображен нагнетательный насос, приведенный в т. III, кн. 13, стр. 354 рукописи Джуанело «Los Ingenios y Maquinas».

Джуанело, несомненно, предвидел трудности и расходы, связанные с отливкой из бронзы насосов и труб для подъема воды на Альказар, и его решение было принято не под влиянием неудачи немцев в 1526 г., как сообщают «Apuntes del Monasterio», а главным образом, потому, что насос и трубопровод, как бы смела ни была их конструкция, не представляют возможности показать его умение и знание, как в случае применения сосудов и труб; причем он, как говорит «El Pelegrino», показывал движущееся водяное колесо и зубчатые колеса, которые создавали размеренное движение и паузы, вызвавшие такое восхищение современников, лишь немногим...

Во время установки «насоса» Джуанело в Париже, Лондоне и других крупных европейских городах еще не было машин для подъема воды, а знаменитые насосные станции Аугсбурга и Бремена, которые поднимали воду на высоту не более как на 40 м, относятся к более позднему периоду, чем толедская машина.

В отношении же «аугсбургской машины» напоминаем сказанное по этому вопросу в очерке, посвященном Кардану (стр. 119). В Аугсбурге уже с 1412 г. была машина для снабжения водой, а знаменитая «аугсбургская машина», состоящая из друг над другом расположенных архимедовых червяков и резервуаров, которые воспроизведены в рукописи Джуанело, была построена около 1540 г., т. е. до «насоса» Джуанело, но ясно, что эта машина не годилась бы для толедских условий. Наш автор продолжает:

«... Уже одним тем, что ему удалось поднять воду до Альказара, Джуанело достойно похвалы современников... Он умел, кроме того, придавать своему механизму оттенок чудесного и до некоторой степени сверхъестественного, благодаря чему ему удалось захватить общество, тяготеющее к такого рода зрелищам, не заботясь о том, много или мало воды поднимается этим способом, раз это совершалось столь чудесным скрытым насосом; этот механизм выходил за пределы их понимания, но вызывал их энтузиазм и восхищение... Переносясь мысленно в ту эпоху, я не взялся бы утверждать, что этот знаменитый инженер применял наиболее пригодную и подходящую машину для разрешения сложной проблемы подъема воды Тахо до Альказара».

Это суждение, несомненно, правильно, но указание на то, что Джуанело старался придать своей машине оттенок волшебства, несправедливо. Дон Луис де ла Эскозура сам в одном месте, которое нами не было цитировано, говорит, что Джуанело и Рамелли, оба происходят из окрестностей Милана, где учился Леонардо да Винчи; там они, несомненно, видели рисунки или какую-нибудь сделанную в Италии машину и там же оба заимствовали идею насосной установки, причем каждый проработал ее по-своему. И мы думаем, что из предыдущего изложения ясно, что при соответствующей проработке вопроса получился аппарат, который соответствует машине Джуанело. Что он не мог показывать каждому ее конструкции, это ясно по практическим соображениям. Предположение же, что он стремился лишь поразить своих современников, нам кажется произвольным. Под заглавием «Об остальных сооружениях и работах, выполненных Джуанело» наш автор сообщает следующее:

«Традиция рассказывает, что Джуанело носился с мыслью построить в Аранхуэце над Тахо чудесный замок для короля и решил поставить его на громадных гранитных сваях, которые население и до настоящего времени называет «сваи Джуанело». Четыре сваи установили в каменоломнях Сонсека, а остальные три оставили на дороге. Они еще видны близ Намброка, на расстоянии примерно 11 км от Толедо. Один из видевших их уверял меня, что они были в 41 м [это маловероятно, ибо самый большой древнеегипетский обелиск без постамента был высотой лишь 32 м]; при указанных же размерах эти сваи даже при максимальном подъеме воды в Тахо должны были оставаться частично непокрытыми.

В 1571 г. приказом короля Джуанело было поручено выверить направление канала Колемара, прокладкой которого руководил Хуан Франциско Ситон. Джуанело и Моралес полагали, что там имеется неправильность...

20 января 1580 г. аббат Бисеньо письмом уведомил короля, что его святейшество желает реформировать календарь с минимальными изменениями, как только придут приборы и таблицы, выработанные по этому поводу Джуанело (см. Архив Симанкас, Рим, книга актов 934 и 938)...

Яйцо Джуанело. По какому-то поводу Джуанело установил яйцо на столе, разбив лишь острый конец его, причем образовалась достаточная поверхность для поддержания равновесия. Так говорит Кальдерон (род. в 1600 г., ум. в 1681 г.) во «втором дне» своей комедии «La Dama Duende»: Анджеда: «Ты знаешь о яйце Джуанело, которое многие крупные мыслители до него напрасно старались установить? Затем появляется Джуанело. Легким ударом он устанавливает его, сразу одним концом. Это очень трудно, пока не знаешь, а когда знаешь — то легко».

Задача поставить яйцо концом вниз, разбив его, имеет очень мало значения, но ввиду того, что это происшествие послужило темой для пословицы, носящей имя создателя «насоса», и есть люди, которые полагают, что решение этой детской загадки принадлежит

Колумбу, то я полагаю, что приведенное объяснение будет уместно и не покажется удивительным; в отношении же Колумба дон Мартин Фернандез де Наварете в своей «Colección de los Viajes y Descubrimientos» (Madrid, 1825, т. II, стр. 141 Введения) дает детальные и пространные разъяснения.

Басси, описавший жизнь Колумба на итальянском языке, соблазнился гравюрой Брайя, жившего во Франкфурте в 1570 г., и рассказал, что среди празднеств, которыми придворные ознаменовали открытие Нового Света, когда Колумб возвратился из своего первого путешествия, был банкет, данный кардиналом Мендоза. Во время банкета один из вельмож заявил, что если бы Колумб не открыл Америки, то в Испании нашлось бы достаточно талантливых и ловких людей, чтобы осуществить то же предприятие. На это Колумб взял яйцо и спросил, может ли кто-либо из присутствующих поставить его так, чтобы оно стояло без всякой поддержки. Никто не смог этого сделать, а Колумб одним ударом, сплющив один конец яйца, установил его на столе. Сеньор Фернандез де Наварете, называющий этот рассказ безвкусной и невероятной басней, указывает, что он не имеет никаких оснований, ибо о таком факте не сообщает ни биограф Колумба, ни те, которые писали о Вест-Индии и о кардинале Мендоза.

Под заглавием «О сооружениях и проектах для снабжения Толедо водой в период после прекращения работы насоса Джуанело» наш автор сообщает:

«В начале XVIII в. одна английская компания решила поднять воду из Тахо железными насосами. И хотя она уже доставила трубы квадратного поперечного сечения, одни из которых были использованы позднее на улицах города, другие же на месте, откуда началась «насосная установка», работа, однако, не была закончена. Все же причина того, почему Толедо в то время лишился большого благодеяния, неизвестна.

С тех пор появились многие прожектёры, просившие, чтобы им уплатили очень большое вознаграждение до проведения окончательных проектных работ. Однако это вряд ли могло привести к практическим результатам для жителей города, да и, кроме того, городское управление не могло заключать на таких условиях договора.

В 1861 г. снова обсуждается вопрос о подъеме воды в город. В то время председателем ратуши был дон Родриго Алегре. Он очень заботился о благосостоянии населения города, интересы которого он представлял; он был энергичный и талантливый человек и решил сделать все необходимое для осуществления столь важного сооружения. Ему удалось склонить на свою сторону большинство членов ратуши, которые санкционировали все его предложения. Он решил поднять воду из источника Del Cardenal, находящегося в 4 км от города на пастбище Поцудела, до высшей точки домов, а воду из Тахо помощью соответствующей машины поднять на Альказар. Первая предназначалась для питья, вторая — для промышленных и иных целей... Он предоставил средства для проведения необходимых работ и поручил мне изучение обоих проектов. Моя памятная записка, планы и предложения были одобрены на заседании 30 июня 1861 г., и проводка от источника del Cardenal была закончена 15 марта 1863 г... Резервуар и три колодца с семью трубами обеспечивали распределение воды... Подъем воды из Тахо не был в то время осуществлен. Политические события привели к уходу дон Родриго Алегре из городской ратуши, а новый алькальд отказался от моего проекта, который состоял в установке паровой машины над уровнем реки при максимальном ее половодье для приведения насосов в движение для подъема воды из Тахо. Он мотивировал свое решение высокою стоимостью топлива и содержания смотрителя для машины. Водяное колесо, приводимое в движение Тахо, казалось ему более экономичным, рациональным и более соответствующим традициям «насосной установки».

Желания нового сановника осуществились в 1869 г. Турбина, которая поднимает с тех пор воду из Тахо до высшего пункта в городе, разрешает задачу без применения паровой машины. Иногда летом приходилось производить ремонт для устранения повреждений, вызываемых прибывлю воды в реке.

Население в настоящее время желает иметь по образцу римлян акведук (должно быть, так называют трубопровод ?) для подъема воды из Кастаньяра в Толедо и лишь необходимость больших затрат задержала выполнение этого проекта».

Далее Дон Луис де ла Эскозура переходит к рассмотрению деревянного моста, наведенного через Рейн Юлием Цезарем. Ввиду того, что по этому вопросу уже много писали, а значение неясных мест в описании Цезаря все еще остается сомнительным, мы на этом закончим наш очерк о Турриано.

ЖАК БЕССОН

(Ум. в 1569 г.)

В 1578 г. в Лионе появилось сочинение под заглавием: *Théâtre des Instruments mathématiques et mécaniques de Jacques Besson, Dauphinois, docte Mathématicien, avec interprétation des figures d'iceluy par Francois Béroald*. Одновременно появилось и латинское издание этого сочинения. В нем содержится 60 гравюр (на листах большого формата), изображающих проекты машин и математических приборов. Из первых видно, что автор был больше кинематиком, чем машиностроителем, объяснения же Бероальда дают лишь весьма недостаточное представление о рисунках, так же как и об обоих названных дисциплинах.

О жизни Жака Бессона известно очень мало. Из посвящения Бероальда какому-то д'Астингеу явствует, что Бессон ко времени написания этого посвящения уже умер и что здесь приводятся оставшиеся после него рисунки.

В обращении к читателю Бероальд называет Жака Бессона «королевским инженером и математиком», из чего, повидимому, можно заключить, что он явился преемником в этой должности Леонардо да Винчи, который, как известно, умер в 1519 г. в должности инженера короля Франциска I. Из самого заглавия его сочинения видно, что Бессон родился в Дофине. Далее в предисловии Бероальда говорится: «Однако мы желаем, чтобы каждый знал, что все приведенные приборы или машины были изобретены или усовершенствованы Бессоном и они все твердо обоснованы на принципах математики или физики». Насколько последняя часть этого заявления правильна, предоставляем судить читателю.

В сочинении: «*Nouvelle biographie générale, publiée par M. M. Firmin-Didot frères, sous direction de M. Le Dr Hüfer, Paris 1862*», сообщается, что Бессон родом из Гренобля, главного города Дофине, и был в 1569 г. профессором математики в Орлеане. О его сочинении сказано только, что «он изобрел несколько остроумных приборов для математических демонстраций». В «*Lehrbuch der allgemeinen Litteraturgeschichte*» д-ра Ж. Г. Ф. Грессе (J. G. F. Grässe) сказано, что Бессон дал срисовать изобретения, которые он видел во время своего путешествия, что, конечно, только отчасти верно и противоречит сообщению Бероальда.

Что касается издателя сочинения, о котором идет речь, то в упомянутой выше работе «*Nouvelle Biographie générale*» он называется философом и математиком; и сообщается, что он родился в 1558 г. в Париже, был сыном Матвея Бероальда, теолога и историка, и умер около 1612 г. Далее о нем сказано, что «он изучал все науки, если не с одинаковым успехом, то с одинаковым прилежанием. В 1593 г. он был назначен каноником St. Gratien de tours, несмотря на неприличие и малорелигиозный дух своей, вышедшей во многих изданиях, работы «*Moyen de parvenir*». — Во всяком случае этот Франсуа Бероальд был все же инженер-практик и ему было всего 20 лет, когда он издал указанную книгу. Поэтому не следует придавать большого значения его и без того малопонятным и скудным интерпретациям бессоновских рисунков, и где остав-

шийся рисунок Бессона более ясен, чем то, что сообщает Бераальд, там следует предположить, что он его не понял.

Первый лист Бессона изображает циркуль, на ножках которого выгравирован масштаб, линейка, которая для точной накладки выдолблена на нижней стороне так, что она накладывается лишь двумя продольными краями. Далее приводятся винт с гайкой с острой нарезкой и инструменты для нарезки винта. Инструменты состоят всего лишь из пергаментных полос, с помощью которых проводятся линии нарезки по намеченным точкам, и из трехгранного напильника или рашпиля, которыми нарезают ход винта. Режущих инструментов и станков для нарезки винтов и гаек Бессон, повидимому, еще не знал, хотя Леонардо да Винчи уже приводил таковые в своих набросках. Металлические гайки отливались на железные винты или делались путем приайки спиральной проволоки во втулке.

На листе 2-м изображен пропорциональный циркуль, на 3-м — воспроизведенный на рис. 205 циркуль для нанесения кривых помощью неподвижного трафарета или шаблонов. Он состоит из оси ab , которая рукой устанавливается вертикально на плоскость чертежа; вращение предотвращается тремя острыми на конце. На этой оси прикреплен трафарет, который здесь состоит из трехгранной усеченной пирамиды. Горизонтальное плечо cd с неподвижно соединенной штангой ef свободно вращается на этой оси. Горизонтальное плечо gh с рисующим штифтом и горизонтальное плечо ik , на правом конце которого пристроен ролик, движущийся по шаблону, защемлены на вертикальном бруске lm , передвигающемся взад и вперед по горизонтальному плечу cd ; ik прижимается пружиной, постоянно прикрепленной к шаблону ef , в то время как cd со всеми прикрепленными частями вращается вокруг ab . В то время как ролик в i проходит по одной из поверхностей шаблона, острое рисующее штифта описывает отрезок верхней конхойды, а когда он проходит по одному из углов, то описывается дуга.

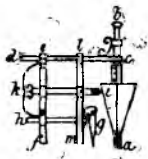


Рис. 205.

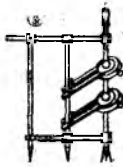


Рис. 206.

В зависимости от формы шаблона можно этим циркулем проводить различные кривые. На листе 4-м у Бессона изображен такой же циркуль, а шаблон имеет три выпуклые поверхности. Бераальд допускает ошибку, говоря, что это устройство предназначено для рисования прямолинейных фигур, ибо для этого необходимо, чтобы стороны сечения шаблона были согнуты наподобие эквидистантных кривых от нижней конхойды, т. е. чтобы они были вогнутые, и даже в этом случае дугообразные переходы от одной прямой к другой сохранились бы.

Лист 5-й изображает воспроизведенный на рис. 206 эллипсограф. Он имеет, так же как и вышеописанный циркуль, неподвижную вертикальную ось (ab), вокруг которой вращается рама ($cdef$). Штанга (gh) с пишущим штифтом продвигается взад и вперед по горизонтальным штангам (cd и ef). На неподвижной оси ab зацеплены два параллельных, косо стоящих к оси круглых диска. Вокруг каждого вращается кольцо, к которому прикреплено плечо, охватывающее своими концами штангу (gh). При вращении рамы ($cdef$) вокруг (ab) эти концы описывают равные, параллельные, наклонные к горизонтальной плоскости круги, а острое пишущее штифта описывает их горизонтальную проекцию, что и является эллипсом. Ввиду того, что наклон круглых дисков на оси (ab) и длина штангу на кольцах перемещаемы, этим циркулем можно делать многие различные эллипсы.



Рис. 207.

Лист 6-й изображает воспроизведенный на рис. 207 циркуль для проведения спиральных линий. Он состоит из горизонтальной гильзы, имеющей на левом конце вертикальное острое, вставляющееся в центр проводимой спирали. В гильзе

уложен винт, на правом выступающем из гильзы конце его насажен круглый диск с гуртиком, при вращении гильзы вокруг ее острия этот диск катится по поверхности по кругу, а винт внутри, благодаря этому, одновременно вращается вокруг своей оси. Гайка, которая может не вращаться с винтом вокруг его оси, сдвигается в направлении оси. К этой последней прикреплена штанга, которая проходит через левый конец основания гильзы, и на выступающем из гильзы конце ее пристроен пишущий штифт. Острие этого штифта вращается вокруг острия гильзы и одновременно продвигается в радиальном направлении, описывая, таким образом, спиральную линию. Если в гильзе пристроен обыкновенный винт, то получается архимедова спираль. Путем изменения диаметра ходового колеса или же введения обыкновенного винта с другим шагом получают другие архимедовы спирали. Если же ввести винты с различным шагом в различных местах, то образуются спиральные линии другого рода. В этом случае гайка может, естественно, захватить винт лишь одним закругленным выступом или помощью ползуна, вращающегося вокруг цилиндрической цапфы.

Лист 7-й изображает набросок токарного станка для обточки некруглых предметов помощью шаблона (рис. 208). Деревянная обрабатываемая деталь укрепляется между двумя одинаковыми шпинделями с направленными друг к другу концами с несколькими остриями; она вращалась в то время и вплоть до начала XIX в. обычно принятым для деревянных токарных станков способом, т. е. шнуром, проходящим между балансирами на крыше рабочего помещения и подножкой под токарным станком. При опускании подножки обрабатываемая деталь вращается в одном направлении, а резец под напором руки режет; когда ногу с подножки поднимают, резец несколько отодвигается и обрабатываемая деталь вращается в противоположном направлении. Оба шпинделя, которые вращаются вместе с деталью, имеют одинаковые патроны; в данном случае — при обточке предметов эллиптической формы — они состоят из двух одинаковых косо по отношению к оси установленных круглых дисков. На этих патронах в двух прорезях передней бабки находится широкая линейка, которая во время точки в зависимости от формы патрона или поднимается, или в силу своей тяжести и давления рабочего на резец опускается. В этой линейке устроен паз в форме линии обтачиваемого вращающегося предмета. Резец на конце вилкообразен, как изображено на рис. 208 под токарным станком. Верхняя лапка вилки вставляется концом в паз линейки и движется в нем взад и вперед, в то время как режущая кромка на нижней лапке, которая должна быть постоянно вертикальна под верхним концом вилки, снимает стружки с обрабатываемой детали.

Рисунок оловодитейной мастерской из «Piazza universale» Том. Гарцони (Thom. Garzoni, Venezia 1601, в немецком переводе, — Франкфурт-на-Майне 1619, стр. 531, — показывает, что в конце XVI в. для обточки металла уже пользовались токарными станками, у которых обрабатываемый предмет непрерывно вращался в одном направлении посредством ручного маховика и шнурового привода.

Изображенный на листе 8-м у Бессона способ обточки некруглых предметов был, вероятно, еще труднее, чем вышеописанный. Здесь есть натрон лишь с одной стороны обрабатываемого предмета. Обе бабки с этой стороны удлинены вверх и снабжены прорезью. Рабочий стоит перед этим концом токарного станка, ручка очень длинного резца, проходящего через обе прорези, лежит у него на плече и он нажимает ею на патрон, режущая же кромка на конце длинного резца снимает стружки с обрабатываемого предмета.

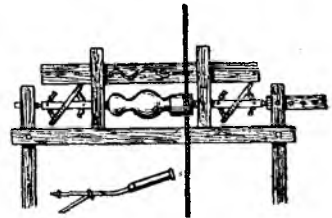


Рис. 208.

На листе 9-м изображен воспроизведенный на рис. 209 изобретенный Бессоном — по данным Бероальда — токарный станок для нарезки простых и даже конических винтов; в этом станке уже применяется ходовой винт. Высоко над станиной токарного станка устроен горизонтальный вал с тремя роликами для шнура. Когда рабочий тянет за шнур, проходящий через средний ролик, то вал вращается в одном направлении; когда рабочий снова поднимает руку, то противовес на другом конце шнура вращает вал в противоположном направлении. На левом

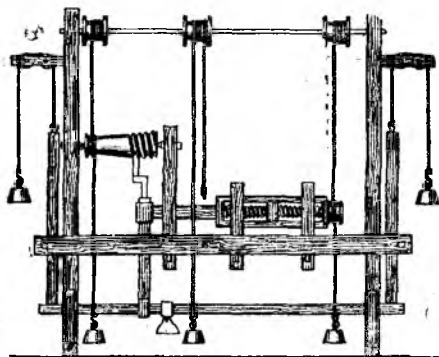


Рис. 209.

ролике прикреплен один конец шнура, который затем несколько раз обвивает ролик и один раз обрабатываемый предмет; он натягивается грузом, подвешенным к его свободному концу. Таким способом передается движение верхнего вала на обрабатываемый предмет. Направо под ним имеется винт, горизонтально установленный в деревянной раме, неподвижно соединенной со станиной токарного станка. Правый конец его, выступающий за деревянную раму, прочно соединен со шкивом для шнура, который, так же как и обрабатываемая деталь и одновременно с ней, приводится во вращательное движение от верхнего вала. Вследствие этого ведущая гайка в деревянной раме сдвигается попеременно справа налево, и наоборот; к ней прикреплено горизонтальное плечо, на левом конце которого под обрабатываемым предметом прикреплена вертикальная призматическая гильза, движущаяся взад и вперед. Эта гильза служит направляющей для вертикальной призмы, в верхнем конце которой укреплен резец; нижний же конец ее снабжен горизонтальной гильзой, охватывающей подножку. Эта последняя поднимается вверх шнуром с противовесами, проходящими по обоим ее концам через ролики, вследствие этого резец прижимается к обрабатываемому предмету и режущая кромка режет. Рабочий держит одну ногу в подвешенной к подножке скобе и, поднимая руку со шнуром, опускает ногой ступеньку, и тем самым резец перестает захватывать. Вследствие вращения обрабатываемого предмета во время первой части движения и одновременного перемещения резца на детали нарезается нарезка. Ввиду того, что подъем резца вверх ограничен лишь сопротивлением обрабатываемого предмета, нарезку можно нарезать не только на цилиндрическом предмете, но также на конической или любой фасонной части.

На листе 10-м изображена машина для шлифования и полировки мрамора и т. п. Механизм, который продвигает шлифовальные щеки взад и вперед, воспроизведен на рис. 210. Он состоит из так называемых нюрнбергских ножниц и тяжелого якоробразного маятника — две части машины, которые Бессон, как будет показано ниже, особенно часто применял. Из средних шарнирных болтов ножниц левый укреплен в станине машины, а другие направляются между двумя направляющими; к правому же подвешена шлифовальная колодка, которая шлифует и полирует лежащий под ней камень. Выступающие влево плечи нюрнбергских ножниц изогнуты кверху и охватываются двумя петлями, которые неподвижно

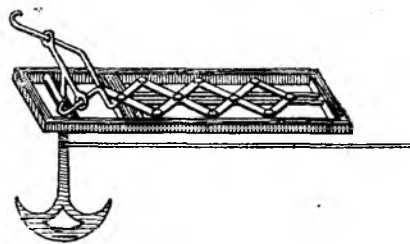


Рис. 210.

соединены друг с другом поперечиной, приваренной или отлитой на удлинении стержня маятника над осью. Рабочий стоит перед правой стороной станины машины и, попеременно натягивая и опуская изображенный на рис. 210 шнур, раскачивает маятник, петли на его верхнем конце раскачивают плечи ножниц, и правый шарнир ножниц движет шлифовальную щекку взад и вперед длинными сдвигами.

При этом надо заметить, что так называемые «нюрнбергские ножницы» были известны еще задолго до Бессона. В работе Роберта Вальтурия «De re militari», которая, как явствует из предисловия к исправленному парижскому изданию 1532 г., впервые появилась в 1483 г., в кн. X, гл. IV, стр. 259, приводится машина для подъема команды на крепостные стены¹; эта машина состоит из двух одинаковых «нюрнбергских ножниц», соединенных друг с другом поперечинами, концы которых образуют шарнирные болты обеих ножниц. Нижние концы ножниц соединены шарнирами с двумя рельсами, которые двигаются взад и вперед на колесах в горизонтальной деревянной раме. Это движение осуществляется двумя винтами, установленными в той же раме. Когда ими сближаются нижние концы ножниц, то прикрепленная к верхнему концу корзина поднимается вверх вместе с сидящей в ней командой. Похожий на него аппарат был, как сообщают, недавно изобретен для более удобного, нежели по лестнице, подъема пожарных вверх.

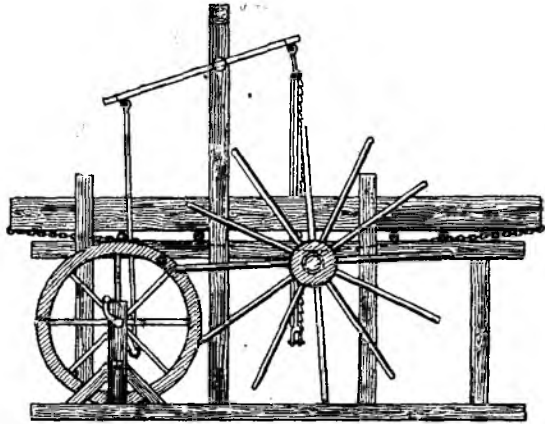


Рис. 211.

Лист 11-й Бессона изображает подъемный механизм с вышеупомянутым тяжелым якоробразным маятником и предназначен для приведения в движение двух воздушных мехов. Маятник тянется взад и вперед двумя рабочими. И Бероальд и, по его данным, также и Бессон ожидали от этого способа громадных преимуществ: они предполагали, что два человека смогут столько же сделать, сколько достигается при применении лошадиной и гидравлической силы.

На аналогичных ошибочных предположениях основано устройство машины на листе 12-м, описание которой поэтому опускается.

Лист 13-й изображает пильную раму с ручным приводом. Конструкция ее видна на рис. 211. Подача распиливаемого бруса осуществляется двумя цепями, которые навиты на валец — одна вправо, другая влево — и которые крючками на концах захватывают подлежащий распиливанию брус. Вал движется в обратном направлении большим колесом со ступенями, а цапфа в ободу маховика при каждом обороте ударяется один раз об одну из ступеней и продвигает ее на одно деление дальше. Бероальд говорит, что эта машина применяется в лесах и местах, где недостает воды и где машина может быть настолько глубоко установлена, что брус можно непосредственно с земли продвигать на машину. «Ибо, — продолжает он, — в местах, богатых водой, как, например, в Германии, где нарезают много досок, машины совсем иные».

Из этого места явствует, что лесопильные мельницы встречались в Германии в то время особенно часто. Пауль фон-Штеттен среди счетов строительного упр-

¹ См. выше стр. 131, рис. 196.

вления города Аугсбурга найдя уже под 1322 г. и позднее встречая еще чаще расход под рубрикой «*Molitori dicto Hanrey pro asseribus et swaertlingis*», т. е. «мельнику, по имени Ганрей, за доски и горбыли», говорит: «Эти слова подтверждают наличие лесопилки. К этому надо добавить, что такая мельница до настоящего времени встречается под названием Ганрей-мельницы, так же как и канал,

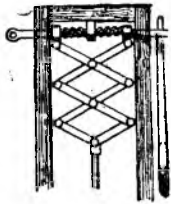


Рис. 212.

который поставляет на нее воду, называется ручей Ганрея». Около 1427 г. город Бреславль уже имел лесопилку, которая давала в год 3 марки арендной платы, а в 1490 г. эрфуртский магистрат купил лес и установил в нем лесопилку (ср. J. Beckmann: «*Beiträge zur Geschichte der Erfindungen*», Leipzig, 1788, В. II, S. 269—271). Эти немецкие лесопильные мельницы являются самыми древними, о которых имеются сведения. Место из Авзония (310—390 г. п. э.), которое приводит Бекманн (В. II, S. 265), видимо, относится к мельнице по распиловке камней, и его предположение, что изобретение лесопильни для дерева должно предшествовать ей, повидимому, слишком смело.

Лист 14-й Бессона также изображает лесопилку для ручного привода, которую, однако, следует отнести к его кинематическим изобретениям, ибо он подвешивает пильный постав на воспроизведенный на рис. 212 механизм, который

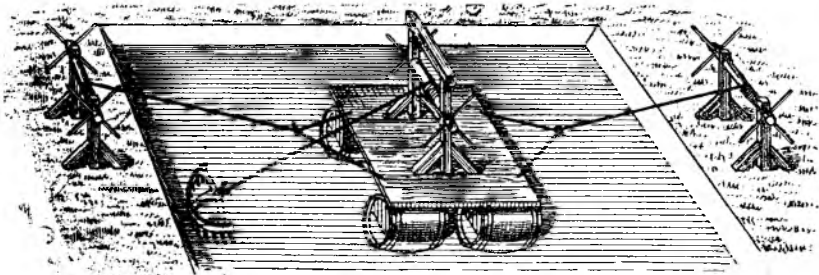


Рис. 213.

является «нюрнбергскими ножницами»; верхняя конечная часть его приводится в движение винтом с лево- и правосторонней нарезкой. На этом последнем пристроен справа известный уже тяжелый маятник, а слева горизонтальный рычаг, который натягивается и снова отпускается шнуром.

Листы 15—20-й можно пропустить, ибо они для данной работы не представляют интереса. Лист 21-й воспроизведен на рис. 213. Это устройство должно служить для очистки речного или морского порта или пруда от камней, водорослей и пр. помощью больших железных граблей.

Лист 22-й воспроизведен на нашем рис. 214. Он изображает механический копер, у которого

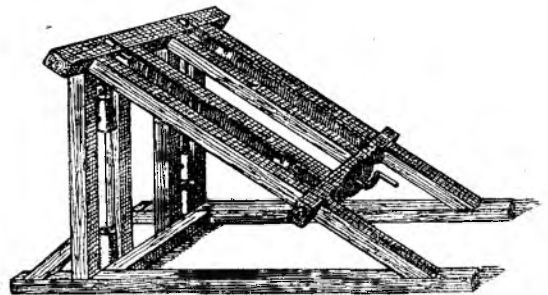


Рис. 214.

две бабы попеременно поднимаются двумя косолежащими винтами, одним с правосторонней, другим с левосторонней нарезкой. Своими нижними концами они соединяются помощью двух цилиндрических зубчатых колес и одного промежуточного колеса; последнее вращается рабочим помощью кривошипа.

сначала в одном направлении, а затем в другом. К каждой гайке прикреплен канат, идущий через ролик; на конце его пристроен крючок, захватывающий петлю бабы копра. Когда она поднята, то другой рабочий, натягивая канат, который свисает с бокового плеча на крючке, освобождает его. Бероальд в своем описании говорит: «Обычный способ забивки свай для установки мостов и других сооружений — довольно простое и легкое дело, но в то время как большое колесо и остальные части, которые требуют много места, трудно доставить на судно, это здесь делается легко». Под указываемым здесь «большим колесом», вероятно, подразумевается ступальное колесо.

Прекрасный рисунок большого формата, изображающий механический копер для ручного привода с маховиком, встречается в сочинении Бонаюто Лорини «Della fortificationi» (Венеция 1597, стр. 206). Рюльман в своей «Allgemeine Maschinenlehre» (т. IV, стр. 235) говорит: «Определенных, снабженных рисунками данных о замечательном механическом копере я не встречал ни в одном более старом сочинении, чем цитированные Парижские Мемуары 1707 г.». Но, если механический копер Бессона и не заслуживает быть отнесенным к замечательнейшим, все же несомненно, что уже во всяком случае таковыми могут считаться приведенные в «гравюрах времен гусситских войн» и у Лорини машины.

Лист 23-й Бессона изображает воспроизведенный на рис. 215 копер для вколачивания косо свай, для этой цели вместо падающей или копровой бабы предполагается применять большую деревянную колотушку, стержень которой укреплен парой скрученных канатов, действующих в качестве нажимной или отжимной пружины, и удар при опускании колотушки усиливается после того, как она поднимается и опускается натяжением каната, прикрепленного к концу коромысла колотушки. Что коромысло колотушки при этом слегка отскакивает, Бессон не заметил.

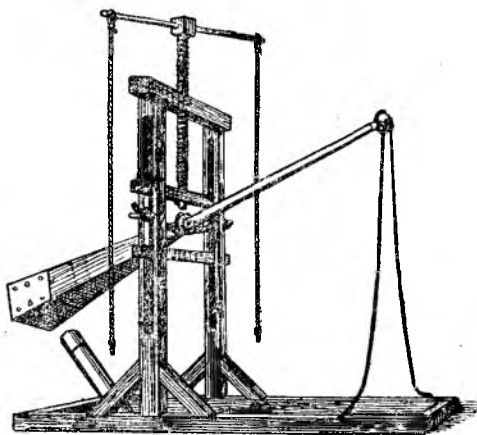


Рис. 215.

Лист 24-й изображает свайное сооружение, в котором вертикально и косо забитые сваи для большей прочности соединены друг с другом. На листе 25-м изображен толчейный стан, который, по словам Бероальда, должен служить для валияния сукон, толчения бумажной массы и пр. Песты имеют колотушкообразные круглые головки и падают в полукругло выдолбленные каменные лотки. Лист 26-й изображает мельницу с двумя мельничными поставами, которые приводятся от маховика шнуром с помощью двух людей. Лист 27-й изображает мельничный постав, у которого стержень покоится на деревянном вшпте, служащем подпоркой, в остальном этот механизм не представляет для нас интереса.

Лист 28-й изображает мельничный постав, железный стержень которого непосредственно приводится горизонтальным водяным колесом (рис. 216). Это колесо имеет полуяйцеобразную форму и оборудовано винтообразно согнутыми лопастями. Надо полагать, что оно изображено выступающим над своим кожухом в целях наглядности этого рода лопастей (ср. Белидора «Architectura hydraulica», ч. I, кн. II, табл. 1, фиг. 5), так как лопасти, если бы они были опущены в свое надлежащее положение, почти касались бы внутренней стенки этого кожуха, и рабочая вода поступала бы с сильным напором к а с а т е л ь н о к корпусу колеса,

и это неясно видно только вследствие недостаточности рисунка. Эти колеса, говорит Бериальд, широко применялись уже тогда и, вероятно, были высокой производительности. Он же говорит следующее: «Что касается этого вида мельниц, то, хотя они, быть может, многим и незнакомы, все же часто применяются во многих местностях, а именно в Тулузе и иногда в селах, где я их видел. Во всяком случае, наш автор их усовершенствовал тем, что закруглил лопасти (*vont en rond*)».

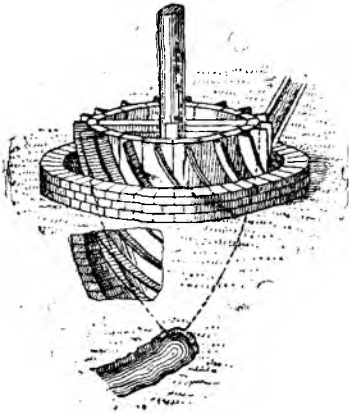


Рис. 216.

Остается сомнительным, предполагал ли он при этом, что крылья были установлены Бессоном по винтовой линии, или же им была изменена только ригройка их к полужайцеобразному корпусу колеса (ср. Леонардо да Винчи, а также лист 18 R «гравюр времен гусситских войн» — рис. 81, стр. 60). Замечательным в этом мельничном поставе с приводом турбинным колесом является то, что он, подобно всем остальным мельничным поставам Бессона, работает еще без башмака и сотрясающего механизма.

На листе 29-м изображен музыкальный струнный инструмент, а на листах 30—33-м—приспособления для горизонтального перемещения тяжелых грузов, конструкция которых основана на неправильных принципах, вследствие чего мы их пропускаем.

Лист 34-й изображает тяжелый каландр с конным приводом, воспроизведенный на рис. 217. Изображенный на нашем рисунке вал привода идет от помещения, где ходит лошадь, вниз в подвал, где установлен каландр. На нижнем конце каландра насажено большое коническое зубчатое колесо с зубцами на одной половине окружности и, как видно на рисунке, отлитое из железа. Под ним лежит

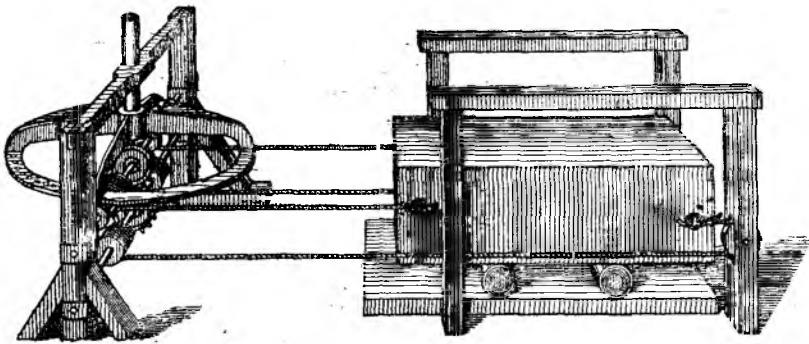


Рис. 217.

горизонтальный вал с двумя цевочными шестернями, которые попеременно захватывают зубья большого конического зубчатого колеса и вращают горизонтальный вал то вправо, то влево. Кроме того, на нем насажены еще два одинаковых канатных барабана и одно цилиндрическое зубчатое колесо, которое захватывает другое такое же большое, сидящее на нижерасположенном валу цилиндрическое зубчатое колесо. На этом втором горизонтальном валу насажено два таких же канатных барабана, как и на первом. Вместо принятого в настоящее время на каландрах деревянного ящика, наполненного камнями, здесь применяется массивный отшлифованный снизу камень. Из всего сказанного и изображенного на

рис. 217 видно, каким образом он тянется взад и вперед четырьмя канатами, обвитыми с одной стороны вокруг четырех указанных барабанов, а с другой — соединенными с камнем. Каландры с лошадиным приводом, применяемые для сглаживания тканых изделий, согласно Паулю фон-Штеттену «Kunst- und Handwerks-geschichte der freien Reichsstadt Augsburg» (Augsburg 1779, S. 143) уже приобретались в 1320 и 1451 гг. на общественный счет.

Лист 35-й Бессона изображает приспособление для одновременного подъема лотков с камнями и обожженной известью для нескольких каменщиков, работающих на строительных лесах. Применяемый при этом механизм для подъема громадных грузов с большим барабаном изображен уже Витрувием (рис. 43, стр. 42).

Лист 36-й изображает воспроизведенный на рис. 218 поворотный кран, который с точки зрения кинематика представляет некоторый интерес. На фундаменте укреплена короткая круглая стойка, вокруг которой вращаются платформа и независимо от нее гильза, образующая нижнюю часть крепкого вертикального винта. С платформой неподвижно соединена станина, в которой винт под и над нарезкой держится подшипниками сквозного вала. Под верхним подшипником сквозного вала к винту приделана более крепкая цапфа; по винту движется гильза, снабженная двумя стоящими друг против друга горизонтальными цапфами. Вокруг этих цапф качается балансир, составленный из двух неподвижно соединенных штанг; на каждом конце балансира висит по подъемному сосуду. Между обеими штангами, образующими балансир, проходят две стойки станины, соединенной с платформой; они захватывают балансир, как только они начинают вращаться вместе с платформой вокруг неподвижной стойки. Для осуществления этого вращения платформа оборудована выступающим сбоку ручным рычагом. Как видно на рис. 218, гайки, охватывающие винт, соединены неподвижно с двумя согнутыми плечами, каждое из которых заканчивается вверху вилкой, охватывающей одну из штанг, образующих балансир. Каждая из этих штанг, кроме того, заключена между установленными сверху и снизу в вилке антифрикционными роликами. Когда рабочий, идущий кругом по платформе, вращает винт с помощью рычага, установленного в стенке его полой ножки, то гайка, если она при этом подвигается вверх, поднимает также и плечо балансира, с которым она соединена.

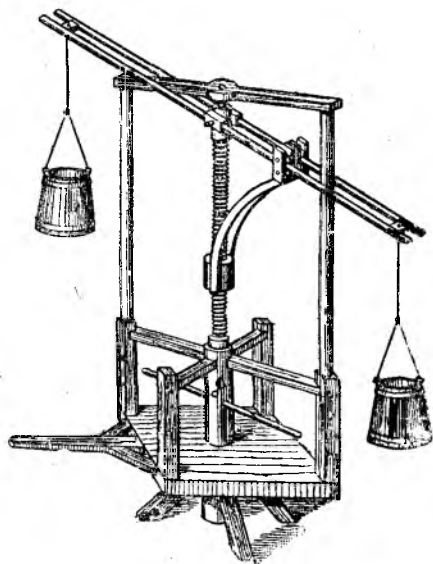


Рис. 218.

Некоторые особенности этой конструкции делают ее непригодной на практике, а именно:

1. Давление на каждую цапфу балансира настолько велико, что отверстия цапф при сколько-нибудь большой тяжести поднимаемого груза слишком сильно ослабляют балки балансира или же цапфы вообще не могут выдержать этой нагрузки.
2. При подъеме груза на гайку действует крутящий момент, вследствие чего образуется чрезвычайно неблагоприятное сопротивление трению.
3. Винт слишком нагружается и возникает опасность разлома.
4. Вследствие того, что поворотные стойки коротки, при повороте крана приходится преодолевать сильные сопротивления трению.

Несколько лучше в этом отношении поворотный кран, изображенный на листе 37-м, верхняя часть которого воспроизведена на рис. 219. Здесь станина вращается вокруг высокой стойки, вверху же она опирается на цапфу, в которую выходит стойка. Со станиной неподвижно соединены горизонтальная рама и выше две, друг против друга расположенные, горизонтальные цапфы, вокруг которых качается вторая рама в качестве балансира. В неподвижной раме установлен диаметрально просверленный вал, вращающийся на двух концевых цапфах. Через этот вал проходит длинный винт и штифтом удерживается от смещения в направлении оси. Гайка, через которую проходит этот винт, установлена с двумя противолежащими горизонтальными цапфами в балансире, близ его конца; на другом же конце подвешивается груз. Однако все вышесказанное относительно крепости цапф балансира и ослабления балок балансира относится и к этой конструкции.

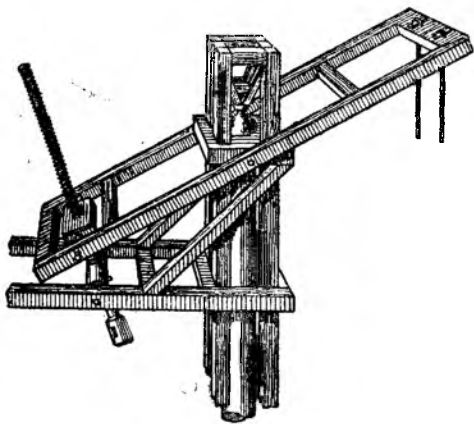


Рис. 219.

Эта конструкция есть видоизменение подъемной машины, описанной Карданом, воспроизведенной выше на рис. 183, стр. 116, которую, в свою очередь, следует рассматривать в качестве разновидности описанного Плинием виноградного пресса.

Лист 38-й изображает машину, предназначенную, как видно из надписи, для подъема земли из крепостного рва через крепостную стену. Это — крепкий ковшевой экскаватор, подобный тем, которые применяются в настоящее время для землечерпалок. Две бесконечные цепи, идущие по двум барабанам, соединены поперечными брусками, образующими шарнирные соединения; между цепями, несущими ящикообраз-

ные подъемные сосуды, движутся две цепи с роликами на двух параллельных косостоящих балках, которые так заклинены, что препятствуют боковому смещению роликов и поперечин. Верхний цепной барабан вращается бесконечным винтом, а на нижнем барабане рабочий воспринимает это движение на колесе. Подлежащая выемке земля накладывается рабочими лопатами в подъемные сосуды, почему машину и нельзя рассматривать в качестве землечерпалки.

Лист 40-й изображает приспособление для снятия обелиска и установки его снова. Оно снабжено железными полосами и связями. Одна из последних охватывает обелиск над центром тяжести и имеет две противоположных горизонтальных цапфы, общая ось которых лежит несколько сбоку от вертикали, проходящей через центр тяжести обелиска. Этот последний поднимается на этих цапфах с помощью подъемного приспособления, причем вследствие эксцентрического положения цапф он принимает косо положение. Доменико Фонтана, который в 1585 г. снял ватиканские обелиски с их прежнего места и установил их посредине площади св. Петра в Риме, повидимому, знал этот проект Бессона, ибо в его сочинении «*Della trasportatione dell'obelisco Vaticano etc.*», Roma 1590, где описываются примененные в его работе устройства, точно описаны и воспроизведены многие детали, совпадающие с аналогичными частями проекта Бессона; однако еще до начала своей знаменитой работы Фонтана исчислял вес обелиска в пределах около 1 млн. фунтов и ясно понимал, что не может быть и речи о подвеске его на двух железных цапфах.

Листы 42 и 43-й не представляют для нас интереса.

Лист 44-й имеет значение лишь для кинематика. Он изображает подъемник колодца, у которого качающееся движение известного тяжелого маятника должно быть преобразовано механизмом (рис. 220) в непрерывно вращающееся движение цепного барабана или в подъемное движение висящего на цепи ковша. Для этой цели на валу барабана насажена шестерня с цевками, которую захватывают справа и слева два колеса, снабженные на соответствующих частях своей окружности косыми зубьями, которые захватывают зубья шестерни с цевками лишь в одном направлении и пропускают их, как только встречаются с ними при обратном вращении. Оба вала, на которых насажены эти храповички-трещотки, соединены по концам с одной стороны двумя одинаковыми цилиндрическими зубчатыми колесами, которые, однако, постольку сцеплены, поскольку зацепление приходит в действие при качающемся движении. С одной из этих осей, кроме того, неподвижно соединен маятник, который приводится в качающее движение прерывистой тягой на боковом плече. Ввиду того, что обе оси, соединенные друг с другом цилиндрическими колесами, должны постоянно вращаться в противоположном направлении, цепной барабан непрерывно вращается то одним храповичком трещотки, то другим в определенном направлении. Ни рисунок, ни описание Бероальда не указывают, каким способом должно производиться опускание ковша.

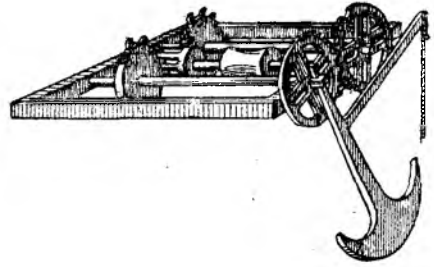


Рис. 220.

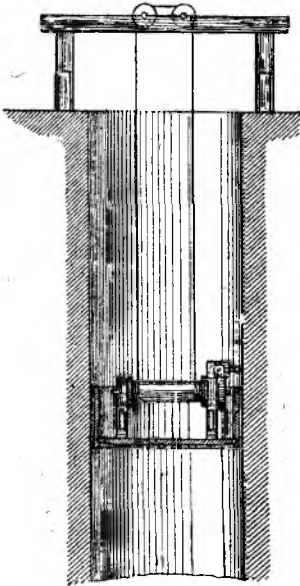


Рис. 221.

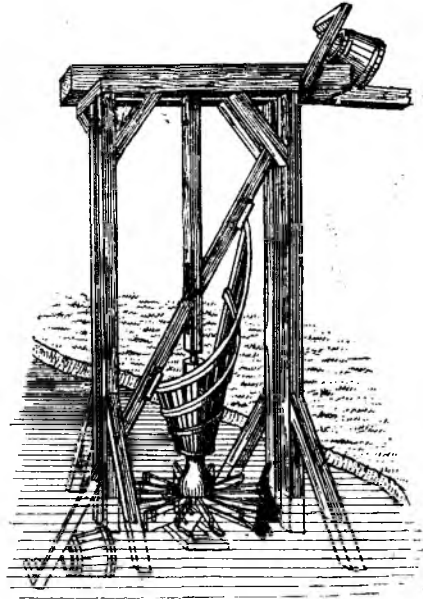


Рис. 222.

Лист 45-й изображает воспроизведенный на рис. 221 аппарат, которым рабочий может сам себя поднять из шахты. Ворот, приводящийся бесконечным винтом и ручным рычагом, прикреплен к подъемному сосуду; два каната с барабана

соединены с двумя неподвижными опорами над шахтой. Этот аппарат также доказывает, что перемена хода механизмов уже была известна кинематикам XVI в.

Лист 46-й изображает воспроизведенную на рис. 222 машину для автоматического подъема воды из реки и отведения ее на берег. Она состоит из стоящего в русле реки вертикального вала, на нижнем конце с ним соединено горизонтальное водяное колесо, а на верхнем конце обод, согнутый в форме полувинта. Водяное колесо состоит из большого числа радиальных плеч, с которых свисают крылья, соединенные шарнирами с плечами таким образом, что они раскрываются в одну сторону и становятся горизонтально, когда вода из реки в этом направлении ударяет в них; при напоре же воды в обратном направлении они становятся в вертикальное положение. Таким образом получается, что крылья на одной стороне колеса пропускают напор воды, с другой же стороны он целиком действует на них и вращает колесо. Это водяное колесо построено по тем же принципам, что и горизонтальное водяное колесо Гвальтерия Ривия (ср. рис. 191 очерка о Кардано стр. 122). Над вышеупомянутым винтообразным ободом установлен балансир на вертикальной балке, неподвижно соединенной со станиной машины, нижний конец этой балки одновременно служит опорой для верхней цапфы вала водяного колеса. Как только нижний конец винтообразного обода поступает под плечо балансира, другое плечо его освобождается. Первое при дальнейшем вращении этого обода поднимается, а второе опускается. Плечи балансира в местах, под которыми проходит винтообразный обод, снабжены антифрикционными роликами. Таким образом вращательное движение водяного колеса преобразуется в качающееся движение балансира. На обоих концах его висят ковши, которые при своем самом низком положении захватывают воду, а при верхнем положении опрокидываются от упора в установленное вверху станины машины корыто, вода в него выливается и оттуда по деревянным желобам направляется на берег.

Лист 47-й изображает насосную установку, у которой насосный цилиндр состоит из 4-гранных призматических образованных из дощечек труб, обвязанных железными полосами, несомненно потому, что в то время отверстия в круглых трубах могли быть лишь очень небольшого диаметра. При этой форме недостатки поршневых запоров вдвойне ощутительны, и поэтому Бессон всегда устанавливает под водой два таких цилиндра, закрывающихся сверху нагнетательным вентилям. В нижнем конце они прорезаны спереди назад, и прорези служат для направления штифтов, выступающих по обеим сторонам глухого поршня. При низшем положении поршня он допускает проникновение воды через верхнюю часть обеих направляющих прорезей в цилиндр и наполнение их; при подъеме же поршень запирает сначала воду в верхней части цилиндра, а затем вытесняет ее через вентиль в верхний конец его. Она поступает в горизонтальную поперечную трубу, лежащую на обоих указанных цилиндрах, в середине же ее установлен третий насос, который подводит воду указанным способом и поднимает ее затем из шахты. Для попеременного подъема и опускания поршней нижнего насоса направляющие штифты поршней, выступающие из направляющих прорезей, соединены между собой попарно двумя параллельными балансирами, общая поворотная ось которых проходит через стойку, установленную между обоими цилиндрами и подпирающую поперечную трубу. Параллельно ей установлена большая крепкая ось на надлежащей высоте над колодцем; на ней два таких же балансира, как на нижней оси. Четыре цепочки, длина которых равна расстоянию между центрами обеих осей, соединяют концы балансиров попарно таким образом, что нижние всегда должны делать такое же движение, как и верхние. Верхняя ось движется уже часто упоминавшимся маятником, на средней части ее сделаны лево- и правосторонние нарезки, и для приведения в движение поршней третьего, выше расположенного, насоса применяется механизм, изображенный на рис. 212.

Лист 48-й изображает воспроизведенные на рис. 223 «водяные захваты» или «зажимное приспособление» с приводом водяным колесом. Леупольд в своем «Theatrum machinarum hydraulicarum» (изд. 1774 г., гл. XIV) приводит описание и рисунок в продольном разрезе такого «водяного захвата», причем он правильно указывает, что каждый из поршней, качающихся между двумя параллельными стенками, имеет свою особую поворотную ось и между втулками поршня должно оставаться достаточное пространство для пропуска выходящей воды, чего не видно на рисунке Бессона. Обе параллельные стенки соединены друг с другом внизу дугообразной поперечной стеной, которая устроена внутри так, что концы поршней касаются ее во всех положениях. Оси, неподвижно соединенные с качающимися поршнями вне боковой стены, неподвижно соединены каждая с длинным согнутым рычагом, как видно на рис. 223, так что эти рычаги вместе с поршнями образуют как бы щипцы (захваты). Когда они открываются, то вода через установленный посредине всасывающий клапан или, как указывает Леупольд, лишь при совершенном открытии щипцов может пройти через два отверстия без клапана близ концов дугообразной поперечной стены в кожух насоса и заполнить его; когда же щипцы закрываются, то вода вытесняется через подъемный (нагнетательный) клапан, пристроенный над осью поршня вверх. Водяные щипцы служат в большинстве насосных установок Бессона лишь в качестве питающего механизма (канала) для поршневого насоса, установленного выше в подъемной трубе. Движение плеч рычага водяных захватов осуществляется водяным колесом таким образом, что оно приводит во вращение коленчатый вал с помощью цилиндрической колесной передачи; этот коленчатый вал с помощью кривошипа поднимает вверх

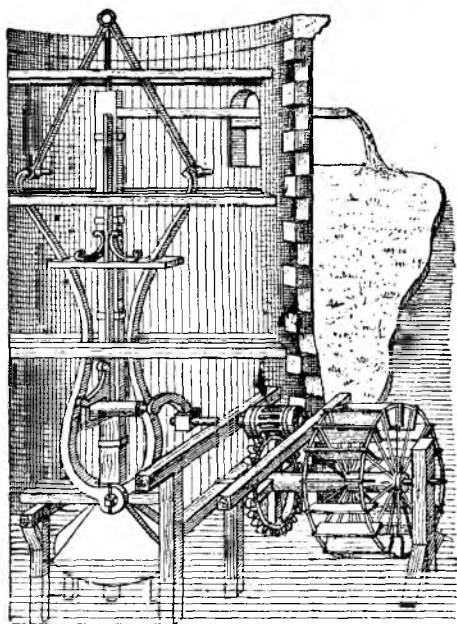


Рис. 223.

и вниз длинную вертикальную полосу. На этой полосе накрест прикреплена короткая горизонтальная полоса, на концах которой есть прорези, в них скользят симметрически расположенные плечи рычага водяных захватов и, ввиду того, что они в этом месте расходятся, то при подъеме полосы они сближаются, а при опускании удаляются друг от друга и таким образом захваты попеременно открываются и закрываются. Верхние концы симметрических рычагов захвата снабжены боковыми цапфами, от них отходят два шатуна равной длины косо вверх к верхнему концу поршневого штока вышестоящего поршневого насоса. Этот конец штока, таким образом, постоянно движется вверх и вниз по прямой линии.

Лист 49-й изображает подобную же насосную установку, описание которой можно опустить. Лист 50-й изображает черпаковую машину с приводом горизонтальным ветряным колесом. Крылья ее состоят из трех друг над другом установленных трехплечих крестовин; на их согнутых, вертикально друг над другом стоящих плечах, натянуто парусное полотно. Одна половина окружности колеса защищена от ветра стеной круглой башни, в которой установлено ветряное колесо, другая же половина открыта и здесь кроме башни подпирается лишь несколькими тонкими стойками. Из рисунка видно, что ветряные крылья

на открытой стороне башни обращены к ветру вогнутыми сторонами, и из этого можно заключить, что уже во времена Бессона знали, что ветер давит сильнее на такую поверхность, чем на выпуклую поверхность такого же размера. Но ввиду того, что ступа, защищающая половину окружности колеса, не перемещается, то приводимое здесь устройство пригодно лишь при определенном направлении ветра.

Лист 51-й непонятен. Лист 52-й изображает воспроизведенный на рис. 224 пожарный насос. В очерке, посвященном Кардано, уже говорилось, что пожарные насосы в XVI в. не имели резервуара для сжатого воздуха, вследствие чего они не могли подавать равномерной струи воды. Из стремления обеспечить такую хотя на более длительный отрезок времени, повидимому, и вышла лежащая перед нами конструкция Бессона. Он проектирует для этой цели очень громоздкий перевозной насосный сосуд, который может наполняться при снятом поршне из приспособленной вверху воронки с крановым запором. После закрытия крана воронки выжимание осуществляется путем равномерного продвижения поршня помощью

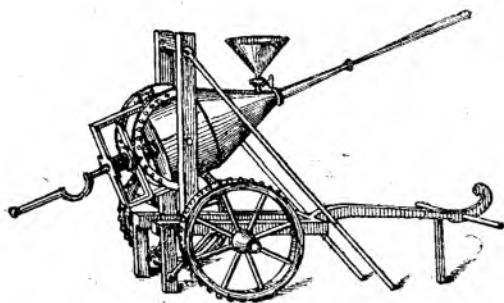


Рис. 224.

винта с рукояткой. В целях достижения максимального равномерного движения уместно было бы применение маховика, что Бессон не предусмотрел на своем рисунке. Интересна конструкция поршня, который, по описанию Бераальда, применяется при этом насосе, но он, повидимому, видел его где-то в другом месте, ибо рисунок Бессона не дает для этого материала. Бераальд говорит: «На конце винта устроена рукоятка, продвигающая кусок дерева, который разделен на четыре части и заключен внутри в кожухе. Этот кусок дерева снабжен пружиной,

которая оттягивает его части для наполнения кожуха, когда кусок дерева подтягивается к основанию. На переднем конце он заделан куском кожи, чтобы в связи с увеличением или уменьшением кожуха соответственно расширяться и сжиматься и чтобы вода не проникала в кожух, а продвигалась вперед, как это требуется». Это есть стариннейшее описание пружинного поршня.

Лист 53-й изображает приспособление для подъема затонувших судов и грузов. Оно состоит из большого вертикального винта, гайка которого оборудована рукояткой и так установлена на поставе балки на двух понтонах, что может только вращаться. Внизу на винте висит двойной автоматически закрывающийся захват с четырьмя канатами на кольцах.

Лист 54-й представляет намерение Бессона построить машину Архимеда, которой тот должен был стаскивать большие суда с суши в море в гавани Сиракуз. Машина, установленная на судне, состоит из большого ворота с тройной передачей бесконечным винтом.

Что древние греки знали бесконечный винт, явствует из нашего очерка о Паппе (стр. 32—33). Гайка же, которая в настоящее время кажется столь простой и неотделимой от винта, вошла в употребление, вследствие трудности ее выполнения, значительно позднее.

Лист 55-й Бессона изображает деревянный свободно стоящий поворотный кран, у которого напорный барабан движется бесконечным винтом.

Лист 56-й изображает такой кран, у которого груз поднимается комбинацией (системой) рычагов.

Лист 57-й изображает воспроизведенный на нашем рис. 225 прибор для измерения быстроты движения судна и является л а г о м. Когда Бераальд в своем

объяснении говорит, что этот прибор должен устанавливаться в трюме судна, то это, конечно, лишь его ошибка, ибо, находясь совершенно под водой, колесо с лопастями прибора не сможет вращаться. Скорее, прибор должен так плыть по воде, чтобы колесо с лопастями лишь нижней половиной погружалось в воду и, вероятно, для этой цели должно быть укреплено между двумя плавающими брусками или другими поплавками. Колесо с лопастями подвешивается в двух рамах, так, что оно может вращаться не только вокруг своей собственной оси, но еще вокруг других перпендикулярно друг к другу установленных осей, так что поплавок, между которыми прибор, по видимому, должен быть укреплен, могут качаться на воде, держа при этом его в вертикальном положении. Вращательное движение колеса с лопастями передается вверх на показатель с циферблатом с помощью колесной передачи, и по числу оборотов этого указателя (стрелки) в течение определенного времени определяется быстрота хода судна.

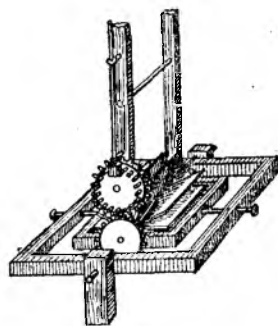


Рис. 225.

Вращение прибора вокруг двух вертикально в одной плоскости лежащих осей особенно интересно, ибо это есть одно из старейших применений¹ принципа, на котором основан универсальный шарнир Гука.

Остальные три листа Бессона не представляют никакого интереса. Последний из них совершенно непонятен и, по видимому, основан на неправильных предположениях.

¹ Древнейшее применение этого принципа встречается в поворотном кране эпохи гусситских войн (см. выше, стр. 63, рис. 94) с тем отличием, что в нем обе оси лежат в вертикальной, а не в горизонтальной плоскости).

АГОСТИНО РАМЕЛЛИ

(1530—1590 г.)

Чрезвычайно богато изданное сочинение под заглавием «Le diverse et artificiose machine del capitano Agostino Ramelli, dal Ponte della Tresia, ingenero del christianissimo Re di Francia et di Pollonia» появилось в 1588 г. в Париже в собственном издании автора. Оно содержит 195 заштрихованных гравюр большого формата и к каждому листу объяснение на итальянском и французском языках. Автор должен был иметь значительные средства для самостоятельного издания такого сочинения. Его портрет на обратной стороне титульного листа изображает его в богатом рыцарском одеянии, левая рука лежит на стоящем перед ним шлеме, в то время как правая отмеряет циркулем масштаб на плане крепости. Искусное обрамление этого портрета имеет надпись: «Augustinus de Ramellis de Masanzana aetatis suae LVII», из чего явствует, что наш автор родился около 1530 г. и что Мазанцана была местом его рождения. Однако из добавления «dal Ponte della Tresia», которое находится на титульном листе рядом с именем, можно было бы заключить, что это и есть обозначение места его рождения. Современное Ponte Tresa расположено у истока Трезы из озера Лугано, а Мезенцана по прямой воздушной линии, на 8,5 км западнее в маленькой долине Val. St. Michele, которая выходит на долину Маргорабиа. Мезенцана менее известное из обоих мест, и это говорит за то, что это и есть месторождение Рамелли.

В предисловии к своему сочинению он говорит, что он провел почти весь «расцвет своей жизни» на службе маркиза Мариньяно, одного из лучших полководцев императора Карла V, и под его руководством изучил математику и высшие науки, к которым относится и инженерное дело. Джакомо Медикино, маркиз ди Мариньяно, сын Бернардо Медичи (Медикино), родился в Милане в 1495 г. и принадлежал к водворившейся в этом городе ветви знаменитой флорентийской фамилии Медичи. В 1529 г. он поступил на службу к императору, славно сражался против турок, воспитывал в 1543 г. герцога фон Клеве, командовал взятием Люксембурга и Сен Дизье в 1544 г., а также при осаде Метца, разбил французов в 1554 г. под Марчиано, осаждал Сиену и Порто Эрколе и умер в том же году в Милане. Рамелли было в то время около 25 лет.

Во времена детства Мариньяно, Леонардо да Винчи был инженером и руководителем в основанной им академии наук в Милане; в 1499 г. он отправился на свою родину во Флоренцию, возвратился в 1507 г. на свое прежнее место в Милан, снова отправился в 1512 г. во Флоренцию, откуда в Рим, затем с 1515 по 1517 г. пробыл в Милане и в 1517 г. переехал, когда Мариньяно было 22 года, во Флоренцию. Поэтому несомненно, что Мариньяно если и не у самого Леонардо, то в его школе, под его наблюдением изучал инженерные науки и поэтому надо полагать, что и его питомец Рамелли вышел из той же школы; также и в качестве инженера французского короля он был преемником Леонардо.

Французский король Генрих III, у которого служил Рамелли, был третьим сыном Генриха II и родился в 1551 г. Восемнадцати лет, будучи герцогом анжуйским, он был назначен главнокомандующим в войне против гугенотов, одержал в 1569 г. победу при Моконтуре, но тщетно осаждал в 1572 г. в течение 8 месяцев Ла-Рошель. Благодаря интригам и подкупам своей матери Екатерины Медичи, он был избран королем Польши, отправился туда в 1573 г., но, толчив в следующем году известие о смерти своего второго брата Карла IX, вернулся во Францию для коронации французской короной.

Молодому герцогу анжуйскому в борьбе с гугенотами помогали знаменитейшие и опытнейшие военачальники, и среди них особенно близок к нему был Рамелли, который в посвящении королю говорит:

«Ввиду того, что я уже давно призван именем вашего величества на почетных условиях на службу вашего величества и что я знаю, что я встретился с славнейшим и благороднейшим королем из всех, которые ныне царствуют в Европе, и, так как я бесконечно много обязан божественным качествам и исключительным данным, которыми небо наградило ваше величество, я посвящаю мудрой и славной храбрости вашего величества эти мои математические рассуждения... И, хотя я и не настолько слеп, чтобы не видеть, что мое ограниченное понимание несравнимо с добродетелями вашими, однако исключительные милости, которые мне всегда выказывало ваше величество, и особое ваше расположение ко мне во время осады Ла-Рошель, когда я на службе вашего величества, смертельно раненый, попал в руки врага, особые заботы и защита, которые ваше величество оказали моему сыну в Париже, и любезные письма, которые ваше величество мне писало из Польши... наполнили меня душевным желанием выказать, по мере умения, свою благодарность вашему величеству».

В обращении к читателю имеется место, где наш автор говорит, что у него похитили рисунки к одной работе об укреплениях и издали их в искаженном виде; однако он надеется когда-нибудь опубликовать их в оригинальном виде. Из этого заявления и того, что такая работа Рамелли никогда не появлялась, заключили, что после издания своей «Machine diverse et artificieuse» он прожил недолго, и это, повидимому, заставило Мишо в его «Biographie universelle» сказать, что Рамелли умер в 1590 г., будучи примерно 60 лет от роду. Мишо, насколько нам известно, дал наиболее подробную биографию нашего автора, но она не содержит никакого иного фактического материала, кроме того, что можно найти в приведенных местах титульного листа, посвящения и предисловия к его сочинениям.

Если бегло пробежать труд Рамелли, то прежде всего бросается в глаза сложность его машин, в силу чего большинство биографов кратко отделяется такими замечаниями, как: «друг сложных машин» или «его машины были бы лучше, если бы они были менее сложны». Вероятно, образованные инженеры нашего времени найдут его описание чрезвычайно скучным, ибо рисунок, который Рело набросал на стр. 11 своей «Кинематики», как характеризующий в се старинные сочинения о машиностроении, в том числе Рамелли и его позднейших копистов и подражателей, неправилен. Однако, надо отметить, что наш автор по профессии не был ни ученым, ни машиностроителем и писал не столько для специалистов, сколько для механиков-любителей, каковые в то время часто встречались среди высшего общества. Таков, например, был император Карл V, дилетант в механических искусствах, особенно страстный любитель колесных часов. Говорят, что император Рудольф II сам изобрел несколько остроумных механических аппаратов, и не только французские короли, но и многие другие князья имели у себя придворных механиков, подобно придворным алхимикам. Дорогую же работу Рамелли могли купить лишь богатые люди. В отношении насосных установок, которым посвящена большая часть работы, нужно еще заметить, что в то время нельзя было делать цилиндров с большим сверлением, вследствие чего, например, несколько насосов для подъема большого количества воды должны были работать одновременно. Даже через

сто лет после Рамелли инженер короля Людовика XIV был принужден установить в Сене семь насосов, чтобы поднять воду для фонтанов и каскадов версальских садов на половину высоты горы; там ему пришлось прибегнуть к другим семи насосам для достижения вершины горы у Марли и оттуда снова семью насосами поднять воду на водопроводную башню. Само собой разумеется, что одновременная работа многих насосов требует сложной трансмиссионной установки. Поэтому-то часть машинных установок Рамелли тем и сложна, что он стремится сгруппировать их на минимальном пространстве. Однако это стремление в то время, когда большинство промышленных установок должно было помещаться в малых крепостных городах, было совершенно правильно. Наконец, вряд ли можно ставить нашему автору в упрек пробелы в его знаниях

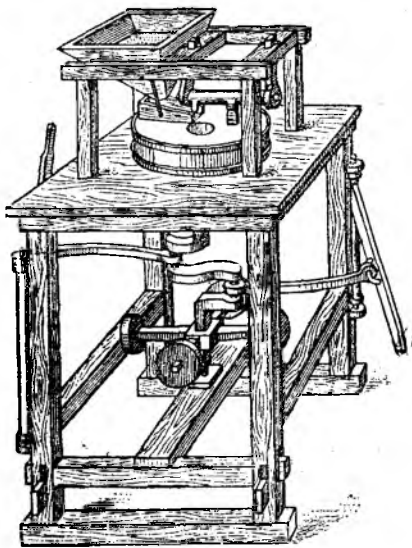


Рис. 226.

и конструкционные погрешности, свойственные его эпохе. Когда, например, он исходит из представления, что можно одновременно на одной машине применять медленную и быструю колесные передачи, ибо первая дает ей возможность преодолеть большое сопротивление, а вторая способствует быстроте работы, то он лишь следует чрезвычайно распространенному в то время ошибочному пониманию дела.

Если же дать себе труд просмотреть к и п е м а т и к у в работе Рамелли, то там окажется так много интересного и достойного признания, что склоняешься к мысли, что это не столько изобретения автора, сколько значительная часть систематизированных кинематических знаний школы Леонардо, в пользу чего говорит и то, что в описании 195 машин лишь 3 указываются как новые.

С другой стороны, можно уже по Рамелли видеть, к чему приводит стремление считать чистую кинематику теорией машиностроения, ибо его кинематика так аб-

страктна, что он во многих случаях опускает не только необходимую прочность частей машины и их техническую выполнимость, но даже и быстроту движений, необходимых для выполнения данной работы, и довольствуется тем, что данный род движения он превращает в требуемое, вследствие чего многие его конструкции, которые он в посвящении королю именуется лишь математическими демонстрациями, невыполнимы или непригодны к практике.

Рассмотрение всех гравюр, собранных в сочинении Рамелли, завело бы нас слишком далеко. Поэтому приходится ограничиться тем, что является новым, т. е. не встречалось у более ранних авторов, в области двигателей, двигательных механизмов и рабочих машин.

Из двигателей с приводом силой человека к новым можно отнести следующие. Изображенное на рис. 226 горизонтальное коромысло с шатуном и кривошипным валом под углом в 180° для привода мукомольной мельницы. Его надо рассматривать как разновидность вертикального балансира с шатуном и кривошипом, который применялся Бирингуччо для привода амальгамирной мельницы (ср. рис. 127). Далее, перекинутая через цепное колесо бесконечная цепь, как она в настоящее время часто применяется для нолиспафта (рис. 227).

У Рамелли встречается целый ряд форм ступальных колес для привода людьми и не только знакомые виды, в которых рабочий вблизи вертикальной плоскости вращает осью колесо или ходит по колесу и вращает его, главным образом, своим весом, а еще такие, у которых перед вертикальным колесом на высоте оси или над горизонтальным колесом на скамейке сидит рабочий и лишь мускульной силой своих ног действует на колесо большим плечом рычага. К последнему виду следует отнести и горизонтальное ступальное колесо, которое применялось у Агриколы (ср. рис. 131, стр. 85). Промежуточной ступенью между указанными видами служит наклонное ступальное колесо, применяемое Рамелли (рис. 228), на плоскости круга которого рабочий стремится перемещаться вверх, держась руками за крепкую горизонтальную штангу.

В области конного привода в исследуемой работе не встречается ничего нового.

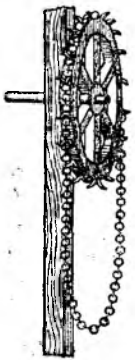


Рис. 227.

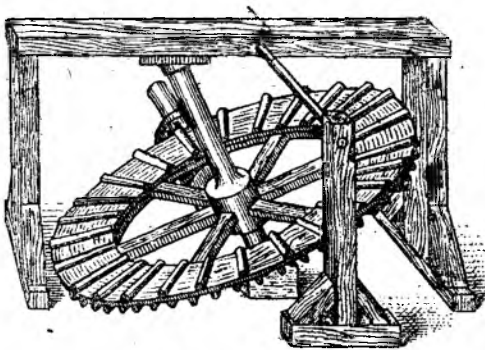


Рис. 228.

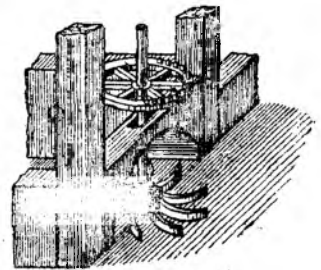


Рис. 229.

Верхнебойные и подливные водяные колеса Рамелли замечательны тем, что последние часто устанавливаются на брусках, которые можно поднимать или опускать двумя винтами соответственно уровню воды или же эти брусья для той же цели образуют одноплечие рычаги, концы которых, соединенные поперечиной, могут подниматься и опускаться полиспастом и амфирионом или перитрохионом (большое подливное колесо или пловучее колесо).

Водяное колесо с ковшем, наподобие того, которое изображено у Леонардо, находится у Рамелли на листе 114-м; но турбинное колесо, изображенное у Бессона (рис. 216, стр. 148), было ему, повидимому, неизвестно. Он охотно рисует горизонтальное водяное колесо (рис. 229), которое он заимствовал от изображенного Бессоном (ср. стр. 153) ветряного колеса, половина окружности которого защищена от ветра башенной стеной. Что такое колесо не может дать хорошего эффекта, было ясно даже Цейзингу и Беклеру, ибо, хотя они и сильно грабили рисунки Рамелли, однако ни одного листа с таким водяным колесом у них не встречается.

Ветряные колеса с натянутым холстом имеются на листах 73, 132 и 133-м; оба первых изображают мельницы с подвижными крышами, так называемые «голландские» ветряные мельницы, а последние изображают немецкую или так называемую «козловую» ветряную мельницу. Голландская ветряная мельница была изобретена в середине XVI в. фламандцем (ср. J. Beckmann, «Beiträge zur Geschichte der Erfindungen», Leipzig 1788, Bd. II, S. 38); немецкая же мельница, как она изображена у Гвальгерия Ривия (рис. 189 нашего очерка о Кардано), вероятно, более древнего происхождения. Ветряные крылья или ветряные колеса.

в качестве двигателя были уже известны древним грекам, как это явствует из гл. LXXVI «Pneumatica» Герона Старшего. Оттуда также следует, что эти ветряные крылья или колеса уже тогда были установлены на вращающиеся поставы. Согласно латинскому переводу Федерика Коммандинуса (Urbino 1575) глава, в которой описывается орган, мех которого движется ветром, гласит следующее:

«А — трубки, BC — поперечная труба, которая с ними сообщается, DE — вертикальная труба, от которой также отходит поперечная труба, достигающая цилиндра насоса GH. В них пригоняется поршень KL, который может легко входить. С поршнем соединен стержень MN (поршневой шток), который присоединяется к другому стержню (балансиру) NX, вращающемуся вокруг оси PR. В точке (где поршневой шток соединяется с балансиром) устроен легко освобождающийся небольшой гвоздик (шарнирный штифт), в X (на другом конце балансира) устроена плита (platismalon от греческого plátysma), она крепко соединена с XO (конечная часть балансира). Здесь же проходит ось S, которая в подвижной опоре вращается вокруг железных цапф (snodocades). С осью S крепко соединены два диска YV (tympanula, собственно говоря, барабанчики), из них Y имеет малые пальцы (scytalas, кулаки), которые лежат на плите XO. Диск Y имеет плоскости (platas, здесь это — крылья) подобно тем, которые называются ветряными крыльями (anemagia). Когда на них действует ветер, то они движутся вперед, вращают диск Y и тем самым вращается ось и диск Y. Ввиду того что в этих пальцах имеются кулаки, которые в промежутках ударяют по плите XO, то поршень KL поднимается, а когда кулаки поднимаются с плиты, то поршень опускается и выталкивает находящийся в цилиндре воздух в трубы и дудки и производит звук. Однако необходимо, чтобы опора, на которой помещается ось, всегда была обращена к ветру в целях поддержания сильного и непрерывного вращения».

Вопрос о том, приводили ли уже в то время мукомольные мельницы ветряными колесами, остается открытым, и для положительного разрешения его нет никаких данных.

Наконец, надо указать на впервые изображенные Рамелли мельницы с грузом, у которых подвешенный груз должен служить для привода мельницы. Ибо, хотя такие мельницы и никогда не могли иметь практического применения, но, так как они все же часто воспроизводились на рисунках XVII в. Якобом де Страда, Пейзингом, Беклером и др., то поэтому интересно отметить, что они ведут свое происхождение от Рамелли.

Из двигательных механизмов нашего автора следует упомянуть о цилиндрическом зубчатом колесе с внутренним зацеплением (лист 78-й).

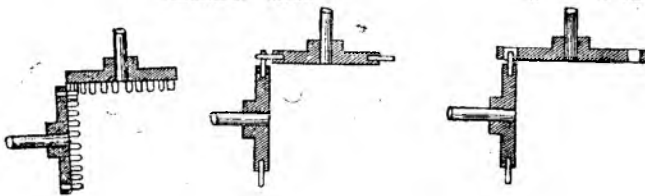


Рис. 230.

Рис. 231.

Рис. 232.

Конические зубчатые колеса встречаются стремя различными видами зацепления, которое мы изобразили на рис. 230, 231 и 232.

Рамелли особенно часто применяет для всех круговых и прямолинейных движений взад и вперед колеса с зубьями на половине окружности колеса наподобие бессоновского для поступательного и обратного движений каландра (рис. 217, стр. 148), а также и разновидность его, у которой два колеса с зубьями на половине окружности, сидящие на одной оси, захватывают шестерню с цевками.

Изображенный на рис. 235 механизм для превращения вращательного движения в прямолинейное поступательное и обратное движение (встречается на листах 19 и 20-м) можно рассматривать так же, как разновидность механизма, рис. 233, при увеличении радиусов обоих приводов до бесконечности и соответствующего изменения

зацепления. Здесь обе зубчатые рейки, захватывающие полузубчатое колесо, соединены друг с другом двумя поперечинами четырехугольной рамы и поэтому постоянно производят неизбежно одинаковое движение. Если же надо, чтобы они постоянно двигались в противоположном направлении, то Рамелли применяет аналогичное изменение механизма (рис. 234). Если представить себе, что в данном случае диаметр шестерни с цевками бесконечно велик, то зацепляющиеся части его переходят в две бесконечно далеко друг от друга расположенные параллельные зубчатые рейки, из которых одна постоянно движется одним из полузубчатых

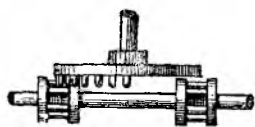


Рис. 233.

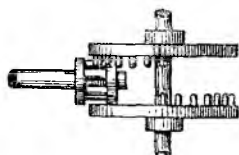


Рис. 234.

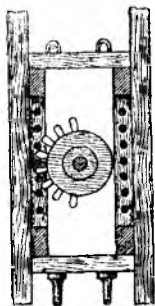


Рис. 235.

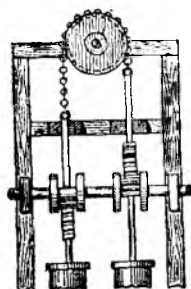


Рис. 236.

колес, другая же захватывается сцеплением бесконечно большого колеса и движется в обратном направлении. Этот захват происходит на одной, например, верхней стороне колеса всегда путем тяги, а на другой в то же время путем нажима. Одной из передач достаточно, и поэтому можно считать нажимную сторону колеса упраздненной, а натяжную заменить какой-нибудь тягой — ремнем или цепью, проходящей через направляющий ролик. Величина диаметра этого направляющего шкива не имеет значения для движения зубчатых реек, если они расположены настолько близко друг к другу, что их центральная линия образует касательную к направляющему шкиву. Путем уменьшения диаметра направляющего шкива пришли к изображенному на рис. 236 механизму, который Рамелли применяет на листе 71-м для привода двухцилиндрового насоса.

Можно также зацепить с другой стороны обоих полузубчатых колес вторую пару зубчатых реек и соединить их натяжным приспособлением, идущим через направляющий ролик, однако, в этом случае этот шкив должен помещаться под местом соединения их с зубчатой рейкой, у первой же пары зубчатых реек он помещался сверху. Отсюда получился механизм рис. 237, который Рамелли на листе 70-м применил для привода четырехцилиндрового насоса. Впрочем, движение здесь совершенно аналогично

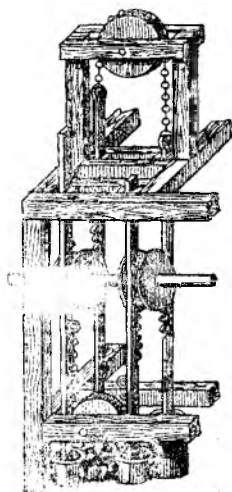


Рис. 237.

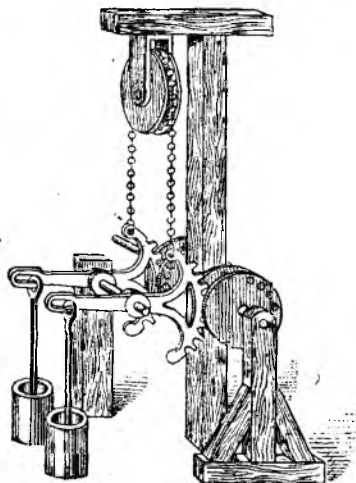


Рис. 238.

Рис. 237, который Рамелли на листе 70-м применил для привода четырехцилиндрового насоса. Впрочем, движение здесь совершенно аналогично

предыдущему, как если бы обе зубчатые рейки, захватывающие каждая одно полузубчатое колесо, были крепко соединены друг с другом, а тяга и направляющий ролик устранены.

Для прямого направления зубчатых реек можно устроить зубчатые дуги, качающиеся вокруг своего центра, что и дает механизм Рамелли, изображенный на рис. 238. Однако было бы лучше то место, в котором зубчатые

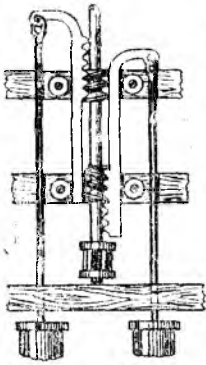


Рис. 239.

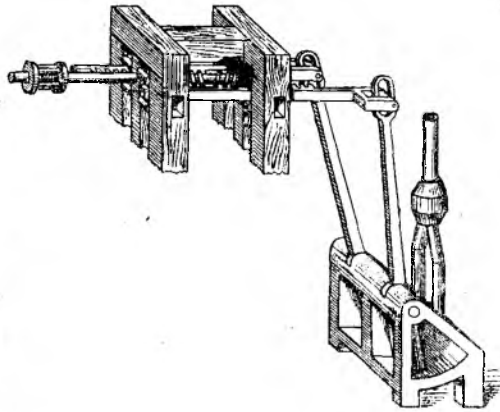


Рис. 240.

дуги соединяются с концами цепи, поместить на среднюю линию дуг, а не так, как здесь, на концах этих дуг.

Также весьма охотно применяется нашим автором в двигательных механизмах винт не только в соединении с червячным колесом, в качестве так называемого бесконечного винта или в связи с зубчатой дугой, но также и в соединении

с зубчатой рейкой и гайкой. Соединение зубчатой рейки и винта в настоящее время применяется необычайно часто, но, как уже указывалось в свое время в нашем очерке о Бессоне, оно было описано еще Героном Старшим и является стариннейшим видом применения винта. Механизм, воспроизведенный на рис. 239, у которого на вертикальной оси, вращающейся механизмом рис. 234 то вправо, то влево, насажено по одному винту с правой и левой нарезками, в которые захватывается зубчатая рейка, Рамелли применяет, например, на листе 1-м для движения двухцилиндрового насоса. На других листах некоторые поршневые штоки подвешены помощью балансира к каждой удлиненной сверху выступающей зубчатой рейке. На листе 77-м, который в основном воспроизведен на рис. 240, зубчатые рейки и оси винтов установлены горизонтально. Если вместо зубчатой рейки применяется зубчатая дуга, то она у Рамелли образует либо конец балансира (рис. 241), либо насажена вместе со многими балансирами на общий вал (рис. 242).

Винт с гайкой применяется в качестве двигательного механизма на листах 3, 4, 63, 64 и 74-м. Основная часть механизма, изображенного на листе 3-м, воспроизведена на рис. 243. Цилиндр изображенной здесь насосной установки имеет квадратное сечение, так что поршни двдвигаются, но не вращаются. В поршневых штоках сделана нарезка, которая захватывается гайкой, образующей дно полого цилиндра. Этот последний пригоняется к верхней цилиндрической части цилиндра (стакана) и вращается там, но не сдвигается; к крышке указанного полого цилиндра концентрически крепко присоединена вертикальная цапфа, которая проходит через крышку стакана и с которой прочно соединено сверху червячное колесо. Захватывающий его винт

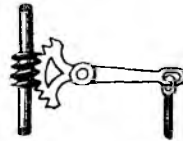


Рис. 241.

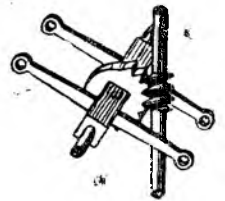


Рис. 242.

вращается механизмом рис. 234 попеременно влево и вправо и движет насосный поршень вверх и вниз.

Механизм листа 63 для привода двухцилиндрового насоса приведен на рис. 244. Здесь также форма насосных поршней не допускает их вращения. На одном поршневом штоке сделана правая нарезка, а на другом левая. Эти нарезки проходят в гайки, которые могут только вращаться, а не сдвигаться, и по внешней форме представляют шестерни с цевками. Ввиду того что они соединены друг с другом промежуточным колесом, которое механизмом рис. 234 вращается то вправо, то влево, порш-

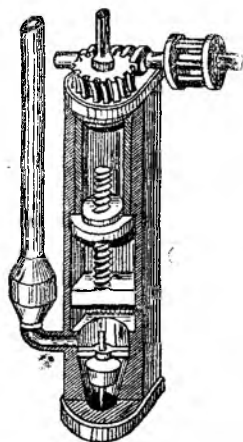


Рис. 243.

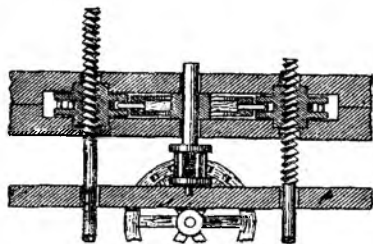


Рис. 244.

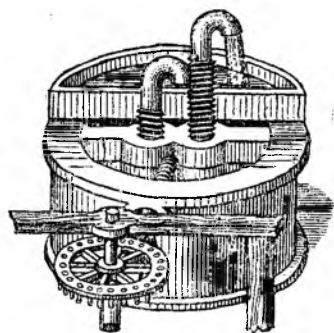


Рис. 245.

невые штоки движутся постоянно в противоположном направлении вверх и вниз.

Механизм, изображенный на листе 74-м, воспроизведен на рис. 245. Здесь поршневые штоки двухцилиндрового насоса полые и служат одновременно как подъемные трубы. Близ верхнего согнутого конца один из них снабжен правой, другой левой винтовой нарезкой. Гайки, которые благодаря неподвижной обшивке не могут сдвигаться, извне образуют червячные колеса, из которых одно захватывает горизонтальный винт справа, а другое — слева. Этот винт вращается рабочим при помощи горизонтального ступального колеса и конической зубчатой колесной передачи то вправо, то влево, благодаря чему трубообразные поршневые штоки движутся вверх и вниз, но ввиду того, что вращение гаек всегда происходит в противоположном направлении, обе нарезки должны быть либо правосторонними, либо левосторонними для того, чтобы двигать поршни постоянно в противоположном друг другу направлении, как это, очевидно, и предполагается. Рисунок в этом отношении неправилен.

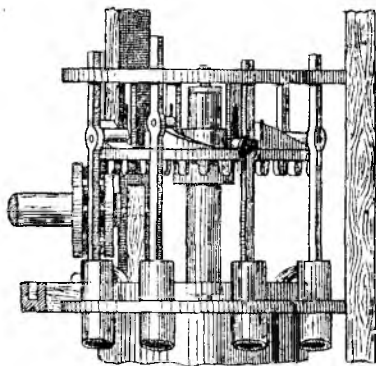


Рис. 246.

В механизме, изображенном на листе 62-м и воспроизведенном на рис. 246, предназначенном для привода нескольких вертикальных поршневых штоков, есть вращающееся на вертикальном валу главное колесо с клинообразными насадками, которые могут рассматриваться в качестве многоходового винта, из которого была выполнена лишь такая короткая дискообразная часть, что нарезки не достигают друг друга. В каждый шаг, т. е. над каждым клинообразным выступом, захватывается зубчатая рейка с одним зубцом

или шпеньком, снабженным антифрикционным роликом. После того как этот последний пройдет по верхнему концу хода нарезки или клинообразного выступа, соответствующая штанга опускается с поршнем в силу собственного веса вниз и затем поднимается следующим клинообразным выступом вверх.

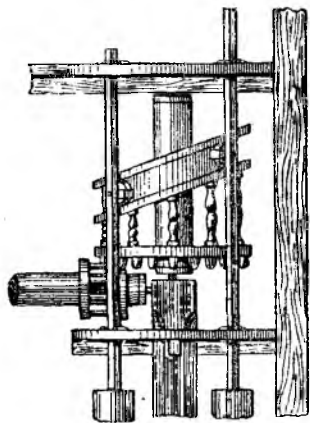


Рис. 247.

Если же надо, чтобы установленные вокруг винта зубчатые рейки при каждом обороте колеса поднимались и опускались лишь по одному разу, то можно поднять зубья одного винтового шага, который поднимается при одном полуобороте, а при спуске можно его снова опустить на шаг винта, который во время полуоборота опускается на столько же.

Эту комбинацию двух винтовых линий можно заменить косо установленным эллипсом, горизонтальная проекция которого образует круг; при этом достигается постепенный переход от подъемного к опускающему движению, так что движение можно делать принудительным, без опасения толчков. Это удается сделать на механизме, изображенном на листе 57-м и воспроизведенном на рис. 247; путем добавления верхнего края эллиптического

диска подъем и опускание зубчатой рейки происходят в нем принудительно.

Если требуется, чтобы передвижение захватывающего зубца во время вращения главной оси происходило не параллельно, а вертикально, то винтовые поверхности должны быть заменены поверхностями, согнутыми по архимедовым спиральям, как это и сделал Рамелли на своем механизме (лист 60-й, рис. 248). Однако здесь прямолинейное движение захватывающего зуба заменено движением по плоскому кругу, в то время как оба противоположно расположенные зуба двигают концы двух рычагов, качающихся по вертикали. Для того чтобы обратное движение рычага сделать зависимым от механизма, Рамелли соединил эти оба конца рычага изображенным на рисунке способом, так что они всегда сохраняют равные расстояния друг от друга. При этом действует каждый раз лишь половина каждой спирально согнутой поверхности, ибо, в то время как один зуб скользит по спиральной поверхности от *A* к *B* (рис. 249), другой описывает пунктирную дугу *CD* соответственно криволинейной направляющей. Но если даже и здесь обратный ход каждого зуба благодаря сцеплению с другим принудителен, то механизм все-таки не принудителен, ибо он не пренятствует зубу, который должен описать пунктирную кривую соответственно криволинейной направляющей, войти в него, а другому зубу в то же время покинуть криволинейную направляющую. Для принудительного движения нужно было бы, чтобы угол, образуемый двумя сходящимися сторонами, был так заполнен, как это указано пунктирной дугой на

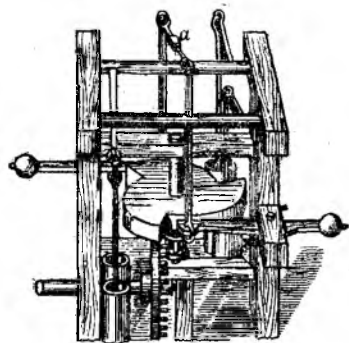


Рис. 248.



Рис. 249.

рис. 249. Хотя этот механизм, на первый взгляд, напоминает храповик с двумя собачками, в действительности же он является механизмом к р и

волинейного скольжения того типа, который изображен в «Кинематике» Рело, фиг. 332. Следует еще упомянуть о гайке с правосторонней и левосторонней нарезкой в а (рис. 248) для регулировки длины соединительной тяги между обоими рычагами.

Парный механизм криволинейного движения, изображенный в «Кинематике» Рело, фиг. 334, помещен у Рамелли на листах 27 и 28-м и воспроизведен на рис. 250 настоящей работы; на листе 27-м он установлен парно, как на нашем рис. 251, для одновременного привода двух порш-

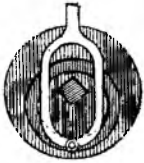


Рис. 250.

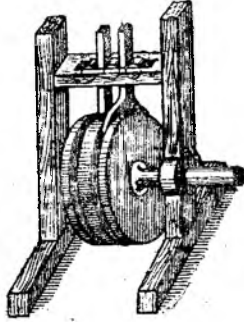


Рис. 251.

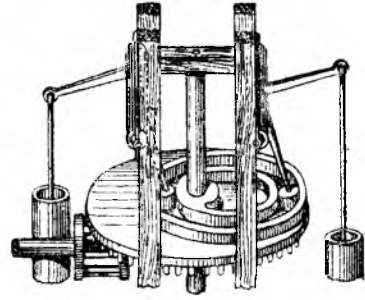


Рис. 252.

невых штоков. Одно видоизменение этого механизма изображено на нашем рис. 252, у него собачка, движущаяся по поверхности кривой прямолинейно взад и вперед, заменена другой, дугообразно качающейся взад и вперед вертикально в среднем положении на поверхности кривой. Рамелли применяет этот механизм на листе 55-м для привода насосной установки с четырьмя цилиндрами.

Храповик с собачками находится на листе 177-м наподобие изображенного у Кардано (рис. 175, стр. 112) в виде односторонне действующего сцепления (соединения) между двумя барабанами, из которых один закреплен на валу, а другой свободно насажен на тот же вал (рис. 253). Напротив, на листе 147-м, оно устроено на лобке для предотвращения обратного движения.

Кривошипы встречаются у Рамелли как обычной формы, так и в виде один или несколько раз согнутых осей. Часто кривошип соединен шатуном с ба-

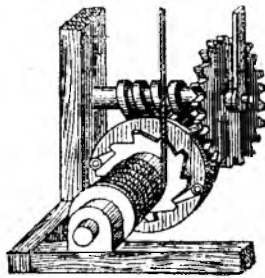


Рис. 253.

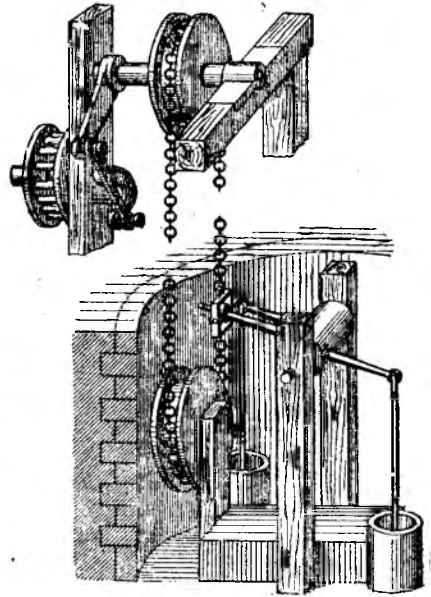


Рис. 254.

лансиром и образует так называемый четырехугольник кривошипа. Соединение шатуна с кривошипом большей частью бывает парное, балансиром же служит лишь силовое замыкание, в то время как кольцеобразные концы этих обеих частей подвешиваются друг в друга наподобие обыкновенных цепных звеньев.

На листе 94-м (рис. 254) встречается, однако, также парное соединение на обоих концах шатуна, а на листе 137-м конец шатуна сделан даже в форме вилки, в целях образования шарнира. Цепеобразное соединение предпочтительно применялось потому, что оно в качестве простейшей формы универсального соединения при изменении формы деревянной станины и других частей машины предотвращает защемление в шарнирных соединениях.

К а ч а ю щ и й с я к р и в о ш и п с к у л и с о й, изображенный на рис. 219 «Кинематики» Рело, применяется на листе 97-м и воспроизведен на нашем рис. 255.

П е р е д а ч а к а ч а ю щ е г о с я д в и ж е н и я о д н о г о б а л а н с и р а н а д р у г о й с п о м о щ ю с о е д и н и т е л ь н ы х т я г, само собою разумеется, часто встречается у Рамелли, но интересно отметить способ, которым он эти тяги, которые действуют то сдвигая, то оттягивая, заменяет при большой длине тяговым приспособлением. Он преобразовывает приводимый балансир в цепной ролик, устанавливает вертикально над и под приводимым рычагом такой же ролик, прокладывает вокруг обоих бесконечную цепь и соединяет приводимый рычаг с ним способом, изображенным на рис. 254.

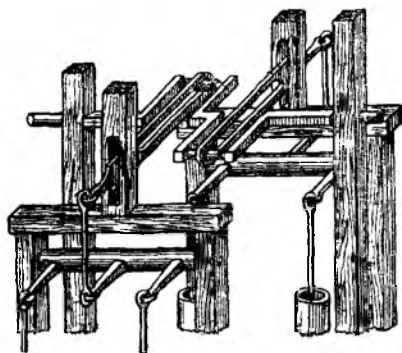


Рис. 255.

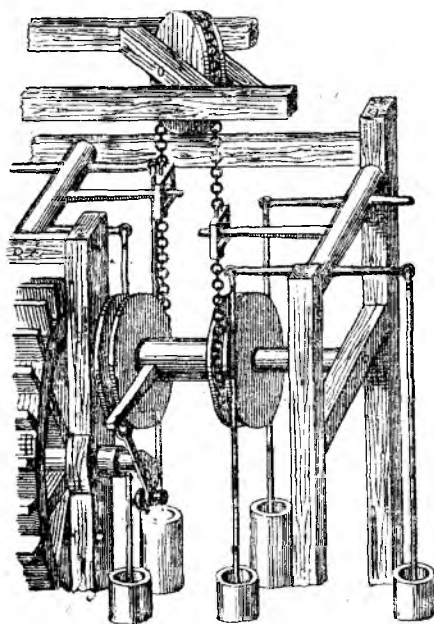


Рис. 256.

Видоизменение этого механизма изображено на рис. 256.

Канатные барабаны встречаются у Рамелли, во-первых, для наматывания подъемных канатов не только цилиндрической формы, но также и конической, устроенной так, что по мере наматывания и уменьшения веса свисающего каната диаметр барабана увеличивается. Часто у него применяется также описанный уже Витрувием амфирион или перитрохион для передачи вращательного движения малого барабана на большой помощью каната, который сматывается с большого барабана на малый. Также встречается переходная форма от амфириона к собственно канатной передаче, причем в последнем случае на оба барабана укладывается бесконечный канат и обматывается по несколько раз вокруг каждого. Это устройство имеет ту же передачу движения трением, что и канатная передача в собственном смысле слова, а с амфирионом — продвижение каната в направлении ширины барабана и вытекающее отсюда ограничение числа возможных оборотов. Настоящая канатная передача не встречается у Рамелли, в то время как Карданом она описывается как применяющаяся при шлифовке алмазов (рис. 171, стр. 110), из

этого можно заключить, что эта форма передачи силы в то время применялась еще мало и только для небольших сил. Напротив, на листах 39, 93 и 126-м встречается бесконечная цепь с цепными колесами для передачи непрерывного вращательного движения в форме, изображенной на рис. 257.

Что касается тормозных устройств, то на листах 132 и 133-м приведена для ветряных мельниц переходная форма от тормозной колодки, как ее описывает Агрикола (стр. 86), к ленточному тормозу, в котором обод главного конического зубчатого колеса охватывается на валу ветряного колеса половиной деревянного обруча, о котором в описании говорится, что он при натяжении тормоза сокращается, а при отпуске тормоза снова расширяется.

Среди рабочих машин самое большое место в работе Рамелли занимают насосы. Они приводятся в различнейших видах, некоторые даже в таких смелых формах, которые могут появиться только в голове ученика абстрактной кинематики, однако и среди них есть много замечательного и достойного внимания.

В первую очередь, следует остановиться на коническом вентиле, который Рамелли применяет чаще всего в форме, изображенной на рис. 258, которая и поныне считается одной из лучших. В тексте к листу 1-му об этом сказано так: «Надо заметить, что этот род вентилях гораздо лучше тех, которыми многие привыкли пользоваться, ибо они прочнее и лучше закрывают отверстия».

Эти вентили применяются и на полых поршнях, как показано на рис. 259. В остальном конструкции поршней у Рамелли не представляют ничего интересного. Прокладка (уплотнение) осуществляется всегда кожей.

Изображенный на листе 3-м и воспроизведенный на рис. 243 насос мы уже упоминали из за его двигательного механизма. Медленное движение поршней его и недостаточный запор поршней следует отнести за счет Рамелли—кинематика.

Таким же образом движутся насосные поршни на листах 24-м и 25-м, однако цилиндры здесь очень широки и их устроено четыре, или вернее два всасывающих вентиля в дне цилиндра. В насосе листа 24-го к боковой стенке цилиндра присоединены четыре подъемные трубы с нагнетательными клапанами, в то время как в насосе листа 25-го две подъемные трубы с отверстиями внизу поднимаются со дна сверху открытого цилиндра и служат одновременно направляющей для поршня, который они охватывают литыми втулками.

Подобный насос приведен на листе 23-м, но у него только одна широкая подъемная труба в середине цилиндра. К той же охватывающей гильзе прикреплены две зубчатые рейки одна против другой, которые захватывают две шестерни, они движутся одновременно так, что поднимают и опускают гильзу с поршнем. Широкие цилиндры этих насосов имеют внутри продольные пазы, и поршни снабжены входящими в них выступами для предотвращения их вращения.

Насос, изображенный на листе 74 м, двигательный механизм которого нарисован на рис. 245, представляет очень широкий цилиндр, разделенный диаметральной переборкой на два полуцилиндрических насосных стакана, а трубообразные поршневые штоки прикреплены над центром тяжести поршня в виде полумесяца, благодаря чему они близко подходят друг к другу.

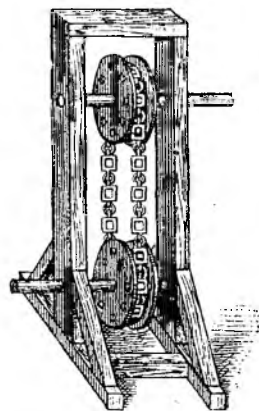


Рис. 257.

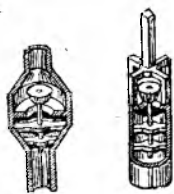


Рис. 258. Рис. 259.

Листы 5, 6, 7, 9, 10 и 11-й изображают насосы, у которых подъемная труба соединена с цилиндром ящикообразным кожухом, который включает и двигательный механизм (согнутая ось с шатуном, или вертикальная ось винта с захватывающими зубчатыми рейками, или зубчатые колеса с зубчатыми штангами): подобный насос мы видели уже у Агриколы (стр. 89).

В качестве курьеза можно упомянуть насосы Рамелли с кольцеобразно выгнутым цилиндром; изображенный на листах 13-м и 14-м, он движется с помощью винтов и зубчатых дуг, а на листе 15-м с помощью шестерни с цевками с зубчатой дугой. Первый из этих насосов воспроизведен на рис. 260. Здесь соединены два согнутых насосных цилиндра доньями так, что они вместе образуют полукольцо. В остальном этот рисунок не требует пояснений.

Еще смелее конструкция насоса, изображенного на листе 54-м воспроизведенного на рис. 261, с кольцеобразно согнутыми цилиндрами. Эти последние

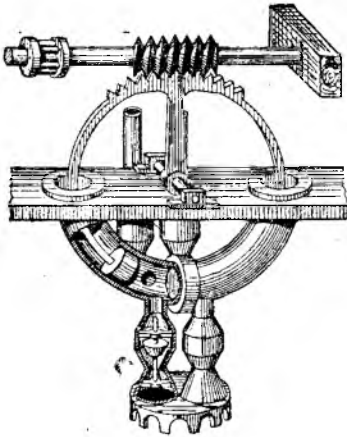


Рис. 260.

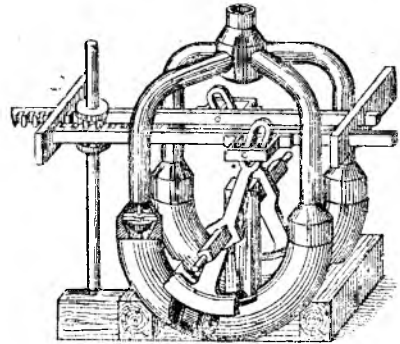


Рис. 261.

внутри прорезаны щелью. Над прорезью движется шибер, плотно присоединенный к внешней кольцеобразной поверхности цилиндра; к этой заслонке приделан поршень; к концу своего подъема заслонка оставляет прорезь с одного конца открытой и ввиду того, что насос стоит под водой, эта последняя поступает через образовавшееся таким образом отверстие в цилиндр. При обратном ходе заслонка сначала закрывает прорезь и затем поршень вытесняет воду через подъемный клапан вверх. Насосная установка имеет два таких цилиндра двойного действия.

Если на этих насосах согнутый насосный стакан имеет квадратное сечение и прорезь такой же ширины, как и цилиндр, т. е. если вместо него устанавливают согнутый снизу открытый ящик, то получают насос, приведенный Рамелли на листе 104-м и воспроизведенный у нас на рис. 262.

Если же допустить, что радиус кривизны ящика бесконечно велик, то получается простой ящикообразный насос, изображенный на листе 102-м и воспроизведенный на рис. 263. Устройство его таково, что одну боковую стенку и крышку установочными винтами можно несколько сдвинуть внутрь, благодаря чему после определенного износа поршня снова получается непроницаемый запор.

На листе 103-м изображен тот же насос, с той разницей, что крышка ящика с поршнем тянется взад и вперед канатом, который несколько раз обвит вокруг вала и оба конца которого идут через направляющие ролики и соединены

с концами подвижной крышки. Путем переменного правого и левого вращения этого валика крышка с поршнем продвигается взад и вперед.

В этих ящичных насосах выпуск через внутренние каналы с обоих концов подводится в одну общую выпускную трубу. Рамелли рекомендует этот насос для опорожнения рвов, у которых вода нечиста и высота подъема незначительна.

Насосы с согнутыми цилиндрами прямоугольного сечения являются переходом от обычных поршневых насосов к качающим ся насосам типа

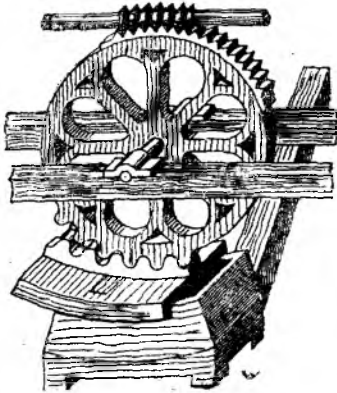


Рис. 262.

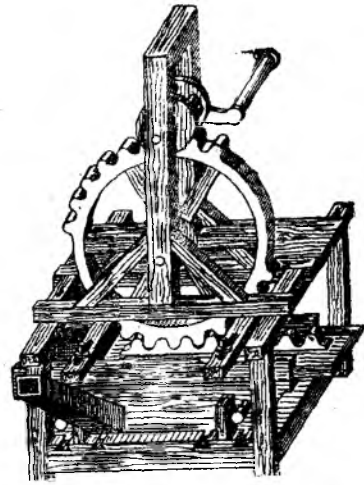


Рис. 263.

так называемых насосов Брама, так как эти получаются в том случае, когда радиус кривизны стакана первых настолько мал, что центр кривизны попадает в ящик, или же подвижная крышка ящика заменена втулкой качающегося поршня. Такие насосы изображены у Рамелли на листах 67, 68 и 69-м, причем первый воспроизведен у нас на рис. 240.

Само собой ясно, что такие насосы можно делать и с вертикальной осью, и два диаметрально противоположно установленные насоса этого рода могут приводиться с одной общей оси. Если при этом толщина поршней и амплитуда колебаний их такова, что оба кожуха соединяются в один разделенный переборкой цилиндр, то вертикальные оси поршней делаются полыми, устанавливаются неподвижно и используются в качестве подъемных труб; поршни с общей втулкой вращаются вокруг этой оси и у поршня и основания подъемной трубы устанавливаются необходимые каналы и отверстия, чтобы вода при наклонном положении поршня вытеснялась в подъемные трубы — так получается насос, изображенный у Рамелли на листах 53 и 105-м; на рис. 264 он воспроизведен близ нижнего дна цилиндра в поперечном сечении (вид сверху). При изображенном здесь положении поршня вода поступает через открытую прорезь в дне цилиндра. При вращении поршня направо эти прорези закрываются, путь в подъемные трубы открывается, и вода, находящаяся в цилиндре, выталкивается в эти трубы. К концу подъема прорези в дне снова открываются, и вода проникает позади поршня в цилиндр, при обратном же ходе их вода снова поступает в подъемные трубы.

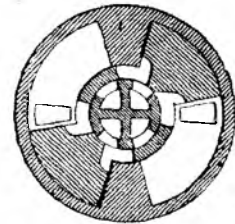


Рис. 264.

Из так называемых вращающихся насосов или кривошипных коловратных механизмов у Рамелли описаны три или, вернее, четыре

разных вида, из которых два даны в «Кинематике» Рело, стр. 361 и 374. Первый из них — известная конструкция рис. 265. Утверждение Рело, что Рамелли на этом насосе удовлетворился до некоторой степени достаточным запором от тяжести заслонки, сомнительно, ибо на листе 38-м, где Рамелли изображает такой насос, приведена одна единственная заслонка *A* (рис. 265); вероятно, эта форма такова, что в вырезе крыла *a* проходит прочно соединенное с дном кожуха и концентрическое по окружности ребро, которое так направляет крыло, что оно должно

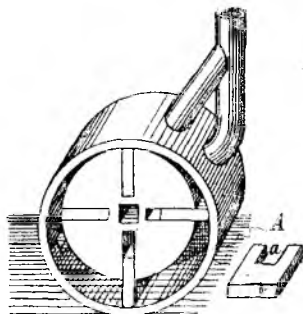


Рис. 265.

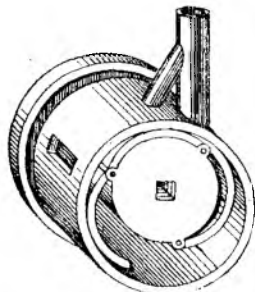


Рис. 266.

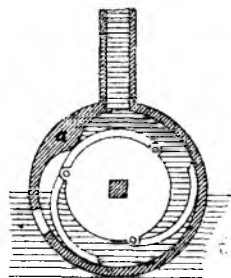


Рис. 267.

постоянно находиться в соприкосновении с цилиндрической внешней стеной, никаких других задержек нет; наоборот, рис. 265 показывает обратное, а именно левое крыло не соприкасающимся с внешней стеной.

Второй вид вращательного насоса, который Рело обсуждает на стр. 374 своей «Кинематики», приведен на листах 39 и 107 и воспроизведен на рис. 266. Насос с рис. 267, взятый у Рамелли с листа 51-го, по конструкции лишь незначительно отличается от предыдущего. Здесь наш автор в описании говорит о крыльях

ясно: «Они открываются в силу своей тяжести» и дальше: «В то время как указанные крылья приближаются к этому положению (месту соприкосновения вращающегося цилиндра и кожуха) (т. е. когда концы крыльев проходят отверстия подъемной трубы), они закрываются один за другим вследствие давления воды, которая исходит на них от подъемной трубы». Тот факт, что крылья в этом положении вследствие соединенного действия давления воды и собственного веса энергично дают на вращающийся цилиндр, дало повод при конструкции рис. 267 установить вращающийся цилиндр кон-

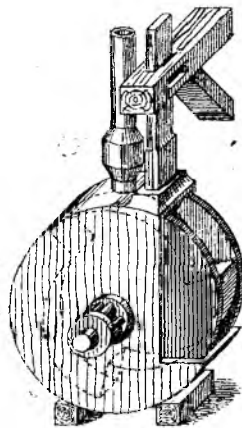


Рис. 268.

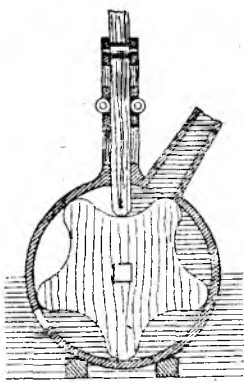


Рис. 269.

центрично в кожухе и снабдить его внутри, в *a*, поперечной, осуществляющей касание обеих. Эта поперечина не видна на рисунке Рамелли, в описании же сказано: «Рядом с отверстием подъемной трубы помещается поперечина такой высоты, какую имеют раскрытые крылья».

На листах 40, 49 и 109-м изображен другой вид вращательного насоса, который Рело в своей «Кинематике» не отмечает как рамеллиевский, на рис. 268 и 269 мы

воспроизводим оба видоизменения его с листов 40 и 109-го. В основном они соответствуют механизмам, которые Рело на стр. 351 его «Кинематики» именует как вращательную паровую машину Юля (1836 г.) и Холла (1869 г.), только у данного механизма вращающийся цилиндр имеет лишь один выступ, который простирается на весь объем так, что принимает форму эксцентрикового круглого диска, у Рамелли же он сделан со многими возвышениями, так что его окружность кажется многократно волнистой.

Однако надо отметить, что Рамелли никогда не допускает всасывания воды вращательным насосом. Всасывающая способность при неудовлетворительном выполнении ее в то время или не использовалась или была нашему автору неизвестна. Он всегда ставит эти насосы под водой так, что вода самотеком течет в насос, и говорит лишь о продвигающем действии их.

Насосы с кожаными мехами, воспроизведенные нами с листа 66-го на рис. 270, всегда устраиваются

Рамелли только в качестве чисто всасывающих насосов. На листе 65-м изображена большая насосная установка с двумя такими насосами с приводом горизонтальным водяным колесом. Такие насосы с мехами уже встречались нам среди грабюр времен гусситских войн, так же как и среди рисунков Леонардо да Винчи.

Из других гидравлических машин у Рамелли имеется, во-первых, черпачное колесо и архимедов винт, как их описывает Витрувий. По большей части, несколько экземпляров того или иного типа устанавливаются друг над дру-

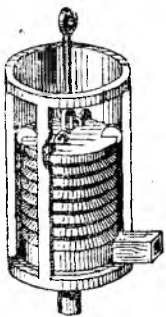


Рис. 270.

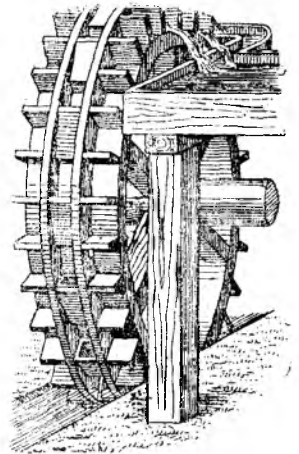


Рис. 271.

гом так, чтобы передавать воду один другому с тем, чтобы достичь большей высоты подъема. На листе 57-м приведено устройство, отличающееся от описанной Карданом «аугсбургской машины» (рис. 187, стр. 120) лишь тем, что червяки имеют конструкцию Витрувия, а не сделаны из спирально согнутых труб.

Конструкция черпачных колес Рамелли воспроизведена на рис. 271; часто они опираются на подвижные брусья, которые помещаются между двумя стойками и могут подниматься или опускаться двумя винтами соответственно уровню воды (большое подливное или пловучее колесо).

На листе 98-м изображен ковшевой элеватор для черпания воды из реки с приводом подливным колесом, а на листе 87 — ковшевой элеватор с приводом ступенчатым колесом для подъема воды из колодца. Новым здесь является то, что ковши снабжены вентиляционным приспособлением, через которое, когда ковши опускаются вперед отверстием вниз, может выходить воздух. Как видно из рисунка и описания, ковш состоит из двух покрывающих одна другую труб (рис. 272). Внутренняя труба проходит через дно ковша и сверху частью закрыта крышкой с малым отверстием. Покрывающая ее труба оставляет в дне ковша открытый проход для воздуха и должна быть сверху закрыта. Воздух проникает в промежуточное помещение между обеими трубами и выходит через отверстие в крышке внутренней трубы. Если бы она была сверху совершенно открыта и промежуточное пространство достаточно широко, то это устройство действовало бы подобно так называемому сдвоенному подъемнику и во время подъема наполненного ковша вытягивало бы из него воду. Если же



Рис. 272.

проход во внутреннюю трубу столь узок, что вода не может его заполнить, то это вредное действие прекращается.

Кория с приводом ветряным колесом помещается на листе 73-м, по конструкции она соответствует машине, описанной Агриколой (рис. 143, стр. 22).

Нолодцы с журавлем изображены в 17 различных конструкциях на листах 75—92-м. Как яркое доказательство того, что поворот механизмов был известен кинематиком XVI в., мы упомянем те из них, у которых применяются поворотные полиспасты с одним только неподвижным блоком или сложным блоком для быстрого подъема небольшого ковша, наполненного водой.

Совершенно своеобразные водоподъемные машины представляют аппараты Рамелли, составленные из качающихся желобов. Простой качающийся желоб, как он применяется на листе 112, для вычерпывания воды из отделенной шпунтовой стеной части реки воспроизведен на рис. 273, который не требует

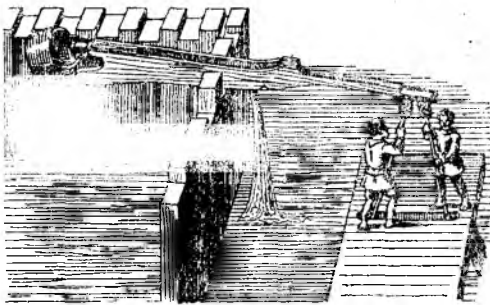


Рис. 273.

никаких пояснений. Лист 95-й изображает, как помощью ряда таких желобов, которые все одновременно движутся водяным колесом в различном направлении, можно поднять воду на гору (см. очерк о Джуанело Турриано), а лист 96-й показывает, как некоторым числом вертикально друг над другом качающихся желобов при аналогичном, одновременном движении можно поднять воду по извилистой (зигзагообразной) линии до точки, лежащей вертикально на любой высоте над исходным пунктом.

На листах 113—133-м приведено 21 различное устройство мукомольных мельниц, которые приводятся различными уже указанными двигателями. Здесь мы впервые встречаем башмак (корытце) с сотрясательным механизмом над подвижным жерновом, в то время как у Кардано мы встречаем его в качестве составной части просеивательной машины (стр. 121). Башмак (корытце) у Рамелли подвешен шнуром к воронке. Вал сотрясательного механизма установлен горизонтально над подвижным жерновом в встряхивающем механизме и внизу снабжен кулаком, в который при каждом обороте упирается другой кулак, пристроенный к подвижному жернову, и приводит вал сотрясательным механизмом в качательное движение. Это последнее передается башмаку либо вторым кулаком на валу сотрясательного механизма, как видно на рис. 226, либо же шнуром. При таком устройстве кожух вокруг жерновов должен быть сверху открыт как на мельницах, описанных Агриколой, в то время как мы уже у Бессона встречали сверху закрытые кожухи жерновов, но еще без башмаков с протрясочными механизмами.

Рамелли вводит клин, вбиваемый под один конец упорного диска, вращающегося вокруг шарнирного болта, или же двухплечий рычаг, который тянет подвижную часть опорного диска вверх, в то время как к другому его плечу пристроен противовес. Последнее устройство трудно применимо на практике, ибо необходимо установить бегун на определенном расстоянии от нижнего жернова, а вовсе не сбалансировать целиком или полностью его вес.

На листе 119-м Рамелли приводит мельничный постав с мучным ящиком и установочным приспособлением для башмака для регулировки впуска. К сожалению, этот рисунок приведен

в очень малом размере и местами неясен. Что такие ящики применялись в Германии уже в начале XVI в., мы упоминали в нашем очерке о Кардано (стр. 120).

Нельзя сказать ничего определенного о быстроте, с которой вращались подвижные жернова мукомольной мельницы, ибо Рамелли в своем описании не дает никаких числовых указаний, однако примерно можно рассчитать, что число оборотов подвижных жерновов едва превышало 30 в минуту. Мельница с конным приводом, изображенная на листе 120-м, имеет семикратную колесную передачу. Число оборотов привода должно быть равно примерно четырем в минуту, а для жерновов 28-ми. Для мельницы с ручным приводом передача сначала пятикратная — замедляющая и затем тройная — ускоряющая. Для рукоятки допускается максимум 45 об/мин, а для подвижных жерновов в этом случае 27 об/мин. На листе 116-м изображен мельничный постав с верхнебойным колесом, а на листе 118-м такой же постав с подливным водяным колесом. Оба имеют $3\frac{1}{2}$ -кратную колесную передачу. Если считать, что жернова имели около 1 м в диаметре, то из рисунка вытекает, что диаметр водяных колес равен примерно $3\frac{1}{2}$ м. Скорость на окружности можно принять равной около 1,5 м или 8 оборотов водяного колеса в минуту, и снова около 28 оборотов для жерновов (ср. данные Цонка). Это небольшое число оборотов покажется менее поразительным, если принять во внимание, что Бельдор (1737 г.) в своей «Architectura hydraulica» указывает 42 оборота для мельничного постава с конным приводом (§ 685) и 60 оборотов для мельницы с водяным колесом (§ 662). Если, далее, учесть, что это число оборотов с тех пор увеличилось вдвое или втрое, то, вероятно, окажется, что оно вообще с течением времени увеличивается, и понятным также становится и сказанное в очерке о Витрувии (стр. 147) по поводу водяных мельниц, т. е. что не надо считать опиской в рукописном экземпляре сочинения Витрувия указание на то, что зубчатое колесо на валу водяного колеса захватывает большее колесо, насаженное на стержне. Ибо надо признать, что подвижные жернова этих первых водяных мельниц двигались немного скорее, чем те мельницы, приводимые от руки или ослиами, которые служили моделью для их конструкции и у которых жернов двигался по окружности не скорее, чем рука или осел по кругу.

Впрочем, Рамелли знал для размолы хлеба не только жерновые мельницы, но также и приведенные у него на листе 129-м железные вальцовые мельницы с ручным приводом (изображены на рис. 274 в продольном разрезе). Здесь зерно раздирается между нарезанным несколько суженным с одной стороны стальным вальцом и закрытым, также нарезанным, полым конусом из того же металла. Задний подшипник цапфы можно передвигать установочным винтом и тем делать мельницу более или менее поместительной.

Прежде чем закончить описание мукомольных мельниц, следует упомянуть еще изображенный на листе 116-м мельничный постав с верхнебойным водяным колесом, которое одновременно приводит насос. Этот последний поднимает часть нижней воды снова в приводящий канал, чтобы, как это названо в описании, «помочь водяному колесу». Ввиду того, что эта ошибочная мысль писателей следующего столетия то и дело снова всплывает в неясных головах некоторых авторов нашего времени и часто приводит к вере в изобретение «perpetuum

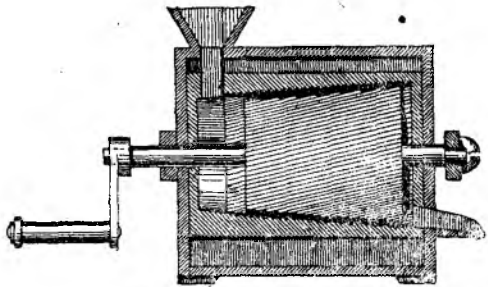


Рис. 274.

mobile», небезынтересно будет знать, что она уже встречается у Рамелли¹ и у позднейших авторов уже не может считаться новой. Много раз думали, что возможность привести колесо в непрерывное движение состоит в известном приспособлении грузов, которые с одной стороны удаляются от вертикальной плоскости помощью поворотной оси через откатку или перекатку рычага,

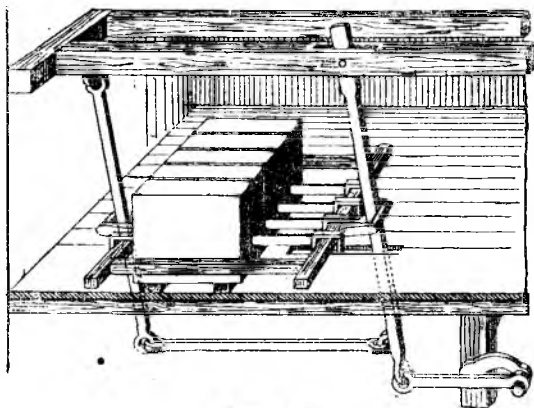


Рис. 275.

На листах 134 и 135-м приведены два вида камнерезных пил, их двигательные механизмы воспроизведены на рис. 275 и 276. Тот факт, что камнерезные пилы с приводом водяным колесом уже в IV в. широко применялись в Германии на реке Роер (округ Аахен), явствует из одного места у Авзония, который был префектом в Галлии в 378 г. н. э. В своем стихотворении «Mossella» он говорит о реке Эребрус (Роер) следующее:

«Ввиду того, что она размалывает зерна быстро вращающимися жерновами и водит скрипящими пилами по гладкому мрамору, берег оглашается непрерывным шумом».

На листе 136-м приведена лесопилка (рис. 277). Она мало отличается от старомодных простых лесопилок нашего времени, однако подача каретки бруса производится канатом, который, подобно цепи бессоновской ручной лесопилки (рис. 211, стр. 145), наматывается на вал крючками, пристроенными на концах, и захватывает каретку с распиливаемым брусом. Вал вращается от изображенного на рис. 277 храпового передаточного механизма.

Лист 137-й изображает кузницу, где четыре воздушных меха приводятся водяным колесом посредством рычажной передачи. Она похожа на приведенную у Бирингуччо (ср. рис. 121, стр. 77). Лист 138-й изображает подъемник с прямым конным приводом для подъема земли из крепостного рва; лист 139 изображает ковшевой подъемник для той же цели, который мы уже встречали у Бессона.

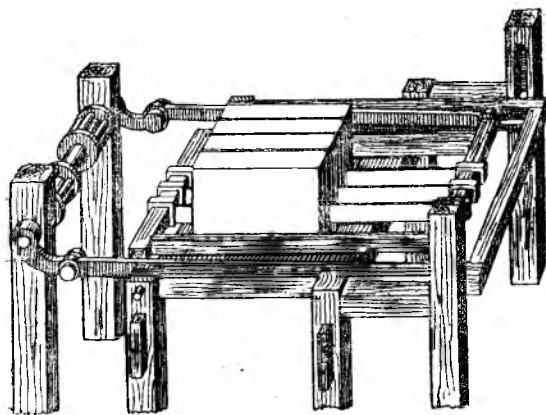


Рис. 276.

¹ Ср. выше, стр. 65.

На листах 140—153-м изображены различные проезжие мосты и понтоны для перехода через сухие и наполненные водой крепостные рвы.

На листах 154—167-м изображены различные компактные переносные ворота и инструменты для разбивания поперечин и углов крепостных ворот и брусев решеток, или для одновременного подъема ворот.

Листы 168—183-й изображают различные ворота и поворотные краны для строительных работ, а также для погрузки и разгрузки судов и пр.; после того, как мы ознакомились с применяемыми нашим автором механизмами, они для нас мало интересны. Здесь

они комбинируются самыми разными способами, причем Рамелли со своими передачами часто переходит пределы осуществимости. Уже Леупольд (1724 г.) указывал на то, что ни станина машины, ни остальные части конструкции недостаточны для силы, которая должна применяться при таких передачах, и что рабочие на большинстве этих машин должны бы вертеть рукоятку всю свою жизнь для того, чтобы продвинуть подвешенный груз на заметное расстояние.

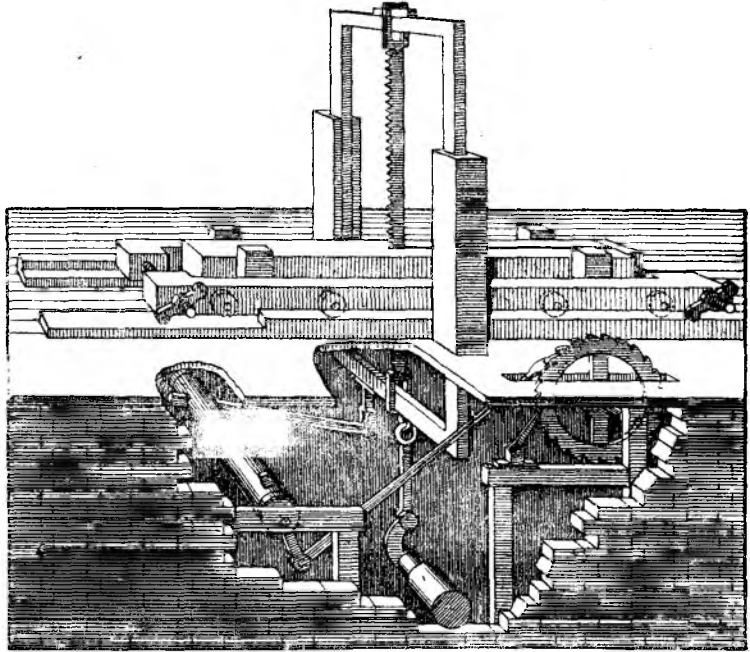


Рис. 277.

На листах 184—187-м приведены некоторые искусно сделанные пневматические игрушки типа героновских.

Лист 188-й изображает большой барабан, который вращается на неподвижной горизонтальной оси. На окружности барабана равномерно распределено большое число читальных пультов, которые постоянно сохраняют одинаковый наклон по отношению к горизонту, в то время как сидящий перед барабаном читатель вращает его, для того чтобы различные книги, установленные на пультах, приходились перед глазами. Для этой цели каждый пульт укреплен на установленной в дне барабана горизонтальной оси, на внешней части которой заклинено коническое зубчатое колесо, которое соединено с таким же большим колесом на неподвижной главной оси помощью передаточного колеса.

Лист 189-й изображает, как при помощи перепосной станины, к которой прикреплен полиспаст, можно поднять силой немногих лошадей тяжелое орудие на крутую гору.

Листы 190—193-й изображают метательные машины для военных целей; лист 194-й—устройство для стрельбы ночью из пушки по определенной цели, а на последнем листе еще раз дан переносный понтонный мост.

БУОНАЮТО ЛОРИНИ

(Около 1545 г.)

Буонаюто Лорини, дворянин из Флоренции, как видно по заглавному листу его работы, появившейся в Венеции в 1597 г. под заглавием «Delle Fortificationi», является инженером-практиком. В посвящении князьям и синьории Венеции он говорит:

«Подобно тому, как каждый посвящает себя одному предмету, согласно своей склонности, так и у меня в юности появилось желание посвятить себя изучению математики и тем работам, которые входят в круг обязанностей военного инженера. Я старался путем прилежания и труда достичь возможности служить и помогать христианским князьям. Эта природная склонность привела меня к посещению Фландрии и других стран для ознакомления с различными военными действиями. Во мне затем возникло желание поступить на службу к вашей светлости и высокому Сенату..., ибо ваша светлость защищает государство от могущественного и всеобщего врага христианства и поэтому всюду воздвигает сильнейшие крепостные сооружения, обладает на суше многими благородными городами, которые благодаря возводимым вами укреплениям теперь почти все хорошо защищены. На этой работе я прослужил 16 лет и приношу за поручения и свидетельства милости, оказанные мне, бесконечную благодарность. Прежде всего я работал при укреплении Зара и замка в Брешшиа и из произведенных мною работ видно, как я служил и что добросовестное выполнение моего долга было единственной моей целью».

В обращении к читателю говорится:

«...Я решился писать по этому вопросу в надежде передать с необходимой ясностью причины и основы, могущие способствовать пониманию самых легких и надежных способов укрепления; и я намереваюсь сделать это по всем правилам и догмам, которые вытекают из моей 30-летней практики в различных местностях Италии и Фландрии; там я был с князьями и господами, посвятившими себя преимущественно военному искусству. Особенно удачно было начало моей деятельности, когда я в возрасте 22 лет по милости Козимо Медичи, великого герцога тосканского, поступил к нему на службу; этот князь был известен, как примерный во всех королевских и военных добродетелях. Я, тем самым, кроме своей естественной склонности, был призван пользоваться каждым случаем для получения тех знаний, которые требовались по моей должности; особенно же значительны знания, приобретенные на 16-летней службе высокой синьории Венеции, обладательницы многих крупных пограничных крепостей против могущественного врага, во время которой я всегда должен был строить укрепления, и во всех случаях, связанных с крепостными сооружениями, вызываться для совета...».

Больше о жизни Лорини, кроме того, что можно извлечь из этих отрывков, ничего неизвестно. Ввиду того, что во время написания этого сочинения у него был за плечами 30-летний опыт, причем к работе он приступил при Козимо Медичи в возрасте 22 лет, а работа его появилась в 1597 г., то надо считать примерной датой его рождения 1545 г.

Интерес для настоящей работы, во-первых, представляет глава VIII второй книги указанного сочинения Лорини, где говорится об орудии, заряжающемся с казенной части. Лорини пишет:

«Орудия, заряжающиеся с казенной части (сзади), очень распространены и употребительны на галерах и военных судах для удобства канониров, чтобы эти последние при зарядке стояли в закрытом месте и могли бы скорее стрелять: при обычном устройстве они

ослабляются в своем действии выделением порохового газа через казенную часть и не дают того, что могут. В виду того, что причина известна, я полагаю, что можно этому помочь, признав их непригодными для военных судов, и годными лишь для защиты крепостей. Указанные ошибки вытекают лишь из недостаточной прочности казенной части и плохой пригонки затвора в камере орудия... Вследствие этого сила выстрела сокращается пропорционально выходу газа. Если бы это было устранено, выстрел был бы так же силен, как при заряджении с дула. Но если бы даже этого и не удалось в отношении некой минимальной части, то все же преимущество, которое вытекает из защищенности обслуживающих при зарядке и из ускорения стрельбы, настолько велико, что оно оправдывает некоторые несовершенства. Для этой цели отливают стволы орудий с каналом так, что он проходит как через казенную часть, так и через дуло, как видно из рисунка (рис. 278). Через центр дула проходит ядро, вес которого у этого рода орудия не должен превышать 8 фунтов; а лучше всего те, которые весят, 6 и 3 фунта...».

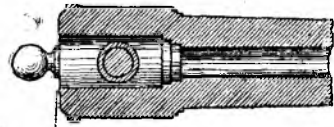


Рис. 278.

Затем идет описание затвора с точным указанием соотношения размеров, которые в основном воспроизведены на нашем рисунке. Диаметр ядра при этом является единицей отношения. Дальше сказано так:

«Камера и вырез обрабатываются сверлом, а клин — на токарном станке. Клин должен быть такой длины, чтобы он мог выступать по сторонам казенной части на длину примерно размера диаметра ядра. Для зарядки орудия необходимо три вещи: дубовый молот, — обычно употребляемое для вытягивания влаги из ствола приспособление, — пороховые мешки или патроны с порохом и ядро. Они укладываются в полость казенной части так, что конец достигает порохового мешка, а когда вставляют затвор, то молот продвигает патрон на желаемое расстояние...».

В гл. IX описываются два других затвора для орудий, заряжающихся с казенной части:

«Орудия, запирающиеся одним лишь клином, очень удобны, но это менее надежный затвор, чем только что описанный. Однако для небольших орудий, с весом ядра в три фунта, этого достаточно. Клин можно делать из железа, прямоугольной формы, несколько суживающейся к одной стороне. Он должен так же, как и место, в которое он вдвигается, быть обработан очень точно. Посредине узкой стороны он должен быть такой же толщины, как и ядро, а другая сторона должна составлять $1\frac{1}{2}$ диаметра ядра. Эта большая ширина придает устойчивость в вертикальном положении, так что пороховая камера выступает в обе стороны над шириной на $\frac{1}{4}$ диаметра ядра и пороховые газы лучше задерживаются (рис. 279). Длина клина должна быть такова, чтобы его можно было удобно вынуть и установить после пригонки его в надлежащее место в казенной части свинцовым молотом или дубовым брусом...»

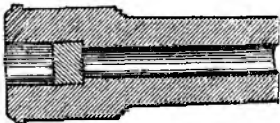


Рис. 279.

При четырехгранном клине можно использовать также пробку (А), применяемую во фляжках. Передняя часть ее входит в пороховую камеру на одну треть длины диаметра ядра, а ее широкая часть, которая выступает по обе стороны, — на $\frac{1}{4}$ диаметра ядра, т. е. всего составляет $1\frac{1}{2}$ диаметра ядра, и должна внутри хорошо примыкать к металлу. При этих условиях можно этим видом орудия оперировать безопасно и с большими успехом.

Если же сделать особо совершенное орудие с зарядом с казенной части и быть уверенным, что не будет выхода газа, то надо части, которые обеспечивают силу выстрела, обработать сверлами и токарным станком так, чтобы они совершенно точно подходили друг к другу, как если бы это было одно целое; а этого можно лучше всего достичь, сделав клин круглым и слегка коническим, затвор же соответственно средней толщине клина в виде полумесяца, а конец (головку) снабдить выступами, как видно на рис. 280...».

Затем снова следует детальное описание с указанием соотношения размеров, каковые в основном воспроизведены на прилагаемом рисунке. Затем Лорини продолжает:

«Надо, однако, следить за тем, чтобы ширина сверления (отверстия) во-вне была бы несколько больше, чем внутри, чтобы можно было вынуть затвор, захватив его в отверстиях (ab) двумя или несколькими пальцами после того, как клин будет выбит, а рука вошла

в полость казенной части. Если же орудие разогреется, этого нельзя сделать просто рукой, а следует лучше всего пользоваться железным ключом, на конце которого имеется один ход винтовой нарезки и который входит в затвор на один дюйм. Таким образом его легко вынуть и вставить, сделав ручку ключа такой же длины, как и отверстие казенной части. Таким ключом можно также заряжать очень малые орудия, в то время как без него это было бы невозможно, так как нужно в этом случае вставлять руку...».

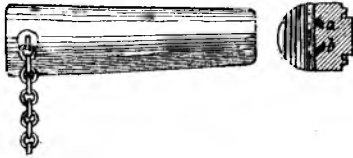
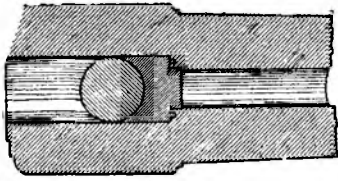


Рис. 280.

ляется внизу к стене лафета. Длина этой цепи такова, что смазанный жиром клин может выйти только на заданную длину и лежит на своих опорах...».

Книга X, глава VIII, говорит о том, как фундаментируют стены под водой или строят мол на дне моря, и содержит много интересного, однако в рамках настоящей работы придется ограничиться только теми отрывками, которые трактуют о применении водозлазного колола.

«Ввиду того, что для такого рода сооружений необходимо тщательно заложить фундамент, то надо первым делом проследить за тем, чтобы квадратные камни внизу выровнялись и по возможности плотно соединились. Для этой цели спускают человека вниз, который их укладывает определенным образом. Из очень крепких деревянных брусев делается кадка с железными ободьями или чан, обращенный дном вверх и отверстием вниз; к нему приделывается груз, достаточно тяжелый, чтобы удерживать его под водой. Наверху он подвешивается на канате, который внизу (т. е. над кадкой) движется вокруг ролика. Отверстие его находится примерно в 3 футах от камня, на котором стоит человек, который железным стерженьком укладывает и направляет каждый квадратный камень...».

В этой главе сказано следующее:

«Совершенство всех рабочих процессов заключается в легкости и выполнении их при условии осуществления ими своего назначения. Указанное приспособление, обеспечивающее возможность держаться под водой, следует ценить очень высоко, несмотря на кажущуюся трудность его выполнения; опыт показал, какая достигается при его применении легкость и безопасность работы. Оно оказывает очень ценные услуги в тех случаях, когда приходится доставать из моря орудия или другие предметы, находившиеся на судах. Кроме того, оно оказывает ценные услуги при ловле кораллов. Что касается сооружения этого приспособления, а именно больших конструкций (рис. 281), то из лучших брусев делается удлиненный четырехугольный ящик, шириной сверху в $1\frac{1}{2}$ локтя, в длину и высоту по 2 локтя [флорентинский локоть равняется 58 см]. Эти брусья должны быть соединены вместе и скреплены железными полосами так, чтобы туда никаким образом не проникала вода, или, лучше говоря,

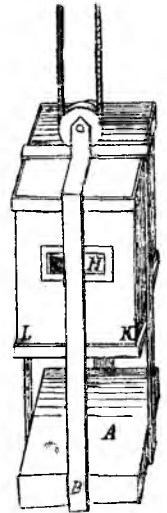


Рис. 281.

чтобы при опускании бады отверстием вниз воздух, находящийся внутри, ни в коем случае не мог выйти. Он (ящик) при этом тянется вниз грузом *A*, каковой, думаем мы, должен состоять из довольно тяжелого камня, который к нему подвешен, или, лучше говоря, грузом, который со всех сторон тянет аппарат вниз помощью железных полос. Наверху, посредине, где полосы перекрещиваются, прикрепляется блок, в котором проходит канат, один конец которого прикреплен к борту судна, в то время как другим концом опускают по желанию аппарат на дно моря или поднимают его. Высота *BK* должна быть такова, чтобы человек, находящийся в аппарате, мог выглядывать в окошечко *ИH*, в которое вставлены стекла, и чтобы он мог выйти и снова войти внутрь там, где вода не превышает высоты *LK*.

«Второй аппарат (рис. 282) делается из кожаного рукава *OR*, который внутри выложен железными кольцами и продольными брусками *HG*, как видно на рисунке. Длина этого рукава должна равняться глубине воды. Он прикрепляется к штанге *PR* наматывающимся канатом; к нижнему концу штанги *R* прикреплен крепкий железный угольник *RS* и свинцовый или каменный груз *S*. На нем верхом сидит человек, одетый в козью шкуру, как это употребляется при изготовлении масла. Эта одежда делается с рукавами, как панцырь, и в местах соединения должна быть точно и плотно пригнана, дабы не пропускать воды в аппарат, когда вставляют голову в пустое пространство под рукавом; там устроены стеклянные диски, пропускающие свет. И так как руки у него свободны, он может делать любую работу. Он может также переговариваться со стоящими наверху у отверстия *OP*; по желанию он приподнимается канатом *PTU*, проходящим через ролик, помещенный в петле *ST*. Канат идет вдоль штанги, направляясь в *YU*₁, и так как конец *E* приделан к мачте барки, то другим *Y* можно человека с аппаратом поднимать и опускать».

Надо заметить, что уже у Аристотеля в проблеме XXXII, § 5, имеется место, трудно поддающееся переводу и малопонятное — из которого, однако, явствует, что небольшие водолазные колокола (котелки) были известны грекам уже в IV в. до н. э. После обсуждения вопроса о том, почему водолазы для облегчения дыхания царапают нос и уши, Аристотель говорит:

«Примерно то же относится и к водолазам, которые обеспечивают себе дыхание, спуская котелок. Этот последний не наполняется водой, а задерживает воздух. Напряжением силы котелок опускается вниз точно вертикально, ибо, как только прямое направление отклонено только на немного, вода начинает проникать внутрь».

Вслед за этим старейшее сообщение о применении водолазного колокола в Европе помещено в «*J. Taisnieri opusculo perpetua memoria dignissimo etc.*», Coloniae 1562, стр. 40 и 44. Этот Иоанн Тайсниер, уроженец Хеннегау, во время написания этой книги, был доктором прав, poeta laureatus и дирижером музыкальной капеллы архиепископа кельнского, а до этого был придворным информатором и капелланом у императора Карла V. Соответствующее место на стр. 40 его сочинения гласит в переводе следующее:

«Если рассказать невежественным людям, что можно опустить кого-нибудь на дно Рейна по волнам и потокам в сухом платье и без смачивания малейшей части его тела, а также поднять со дна воды горящее пламя, то это им покажется смехотворным и совершенно невероятным. Тем не менее, однако, я видел это в 1538 г. в испанском городе Толедо на реке Тахо... в присутствии покойного императора Карла V и десяти тысяч людей...».

Затем на стр. 44 сказано:

«Теперь перехожу к вышеупомянутому опыту, который демонстрировали в Толедо два грека. Они взяли широкий пустой котел и, подвесив его отверстием вниз, посредине его прикрепили балку с дощечками, на которой они сидели. Помощью свинцовых грузов разного веса, устроенных вокруг котла, они привели края котла в равновесие с тем, чтобы при опускании в воду ни одна часть края котла не коснулась воды раньше другой; в противном случае вода может одержать верх над воздухом внутри котла... Если же приготовленный таким образом котел медленно опускать в воду, то воздух, находящийся в котле, завоевывает себе место, несмотря на то, что вода оказывает сопротивление [т. е. заключенный воздух вытесняет воду]. Таким образом люди, находящиеся

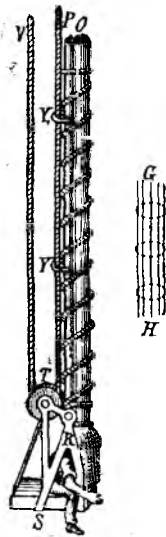


Рис. 282.

внутри, в сущности, посреди воды, остаются совершенно сухими, до тех пор пока со временем воздух не испортится от дыхания.... Если же котел своевременно медленно поднимать, то люди остаются сухими и огонь непогашенным...».

В отношении второго из описанных Лорини водолазных аппаратов надо сказать, что кожаные водолазные одежды и шлемы с воздухоподающим шлангом, верхний конец которого держится на воде деревянным поплавком, уже изображены у Роберта Вальтурия в его работе «De re militari» (1483 и 1532 гг.), а также у Флавия Вегетия Ренати в его «Vier Bücher der Rytterschaft», Augsburg, 1529, изданных Генрихом Штайнером. В то время было принято иллюстрировать работы древнеримских писателей рисунками применяемого в XV в. военного снаряжения. Вспомним также изображение такого водолазного шлема, находящегося среди рисунков Леонардо да Винчи, и, кроме того, в очерке, посвященном рисункам периода гусситских войн.

Во введении к книге V, которая трактует о законах механики и о различных подъемных машинах, Лорини говорит:

«Ввиду того, что по этому вопросу уже много писалось знаменитыми писателями, как, например, за последнее время Гвидо Убальди дель-Монте..., и я не хочу присваивать себе чужой работы, то я, указав на них, буду говорить лишь суммарно, кратко и возможно яснее о действии рычага на сложных блоках, винтах, колесе на валу и зубчатом колесе; обычно это дает понимание того, что говорится о производстве и исследовании машин, и о том, как их следует устанавливать, учитывая не только правильные соотношения, но также — как с помощью циркуля можно определить их силу, т. е. их рычажную передачу. Это делается для того, чтобы при исполнении таких сооружений в реальной форме не ошибаться в их производительности, как это часто случается с теми, кто, не зная необходимых принципов, основывается на легкости, с которой работают малые модели».

Здесь идет речь о так называемых простых машинах или механических машинах (силах), о которых Рело в § 64 своей «Кинематики» говорит следующее: «В большинстве учебников они со времен Галилея или, быть может, еще ранее, именуются механизмами, от которых ведут происхождение все машины»; здесь следует напомнить, что в одной выдержке из «Механики» Герона, которая помещена в «Pappi Alexandrini collectionis», lib. VIII, изд. Fridericus Hultsch, Berlin 1878, перечислены и детально описаны эти пять простейших машин, а именно: колесо на валу, рычаг, сложный блок, клин и винт (ср. стр. 34—35), Герон же жил раньше Галилея более чем на 1700 лет.

Лорини продолжает:

«До того как продолжать, я должен указать на различие, которое существует между чисто умозрительным математиком и практическим механиком. Это различие основано на том, что описание и пропорции, составленные из линий, поверхностей и воображаемых отделенных от материи тел, при применении их к материальным предметам, с которыми работает механик, не подходят точно, ибо ход мыслей математика свободен от влияний, которым подчинена по своей природе материя. Если, например, на основании математических рассуждений и логики следует, что вчетверо меньшая сила может поднять груз, когда расстояние между поворотной точкой и источником силы в четыре раза больше, чем между поворотной точкой и грузом, то при оперировании с материальными телами и пользуясь балкой в качестве рычага, надо принять еще во внимание вес балки, которая передает силу... И поэтому искусство механика, который проектирует и указывает тем, которые выполняют конструкцию, заключается, главным образом, в том, что он предусматривает трудности, которые влекут за собой различные свойства материи...».

Затем Лорини обсуждает основные принципы учения о рычаге, как его развил Гвидо Убальди, который сначала подверг исследованию тяжесть и центр тяжести коромысла весов и тем самым внес ясность в этот вопрос. Затем он переходит к сложному блоку и, показав, что он должен при неподвижном ролике быть равным силе груза, говорит:

«...Из этого можно заключить, что такой инструмент нам бесполезен и представляет удобство лишь при применении силы в обратном направлении. Но тем самым при подъеме

груза он оказывает некоторые услуги, при натягивании каната вниз тяжесть и движение тела помогают при подъеме груза, в то время как при подъеме груза вверх требуется не только сила руки, но и сила для поддержания собственного веса нашего тела...».

После подробного развития теории сложных блоков дальше идет следующее:

«Что касается достигаемого эффекта при практическом применении этой машины, то он может быть чрезвычайно различен. Это различие основано, главным образом, на весе нижнего блока и каната, особенно если последний толстый и новый, т. е. неупотребленный; вследствие этого увеличивается сопротивление сложному блоку, и тем более, если оси, на которых насажены ролики и вокруг которых они вращаются, не проходят через середину и недостаточно тщательно отточены. Канаты при подъеме груза не должны тереться друг о друга. Однако всему этому можно помочь. Что касается блоков, то их вес должен быть в определенном соответствии с грузом и тягой, а канат возможно тоньше..., однако он должен быть достаточно толст, чтобы прочно удержать груз, соответственно телу роликов, находящихся на каждой стороне в обоих блоках, ибо чем их больше, тем меньше груза приходится на каждый канат. Для того чтобы канаты не терлись друг о друга, надо (в верхнем блоке) делать нижний канатный шкив меньше на двойную толщину каната по сравнению с верхним... Что касается быстроты работы, то ясно, что при большей силе применяется меньшая скорость и, наоборот, при большей скорости получается меньшая сила, пропорционально увеличению плеча рычага или числа канатов, из которых каждый воспринимает определенным образом свою часть груза. Это относится, как будет указано ниже, и ко всем машинам».

Ввиду того, что в трудах тогдашних теоретиков нигде не говорится об учете собственного веса машинных частей (за исключением коромысла весов у Гвидо Убальди), о жесткости каната и пр., то эти соображения инженера-практика не лишены интереса. Последняя цитированная фраза часто встречается у Гвидо Убальди, и в одном месте (Прор. VI) он добавляет: «Из этого можно легко вывести учение о безмене». Это, насколько нам известно, единственное место, которое смог найти д-р Е. Дюринг, когда он в своей «*Kritische Geschichte der Principien der Mechanik*» на стр. 16 говорит, что Гвидо Убальди применяет соотношение возможных скоростей рычага в качестве разъясняющего принципа. В учении о клине, воспроизведя описание Аристотеля и Паппа, он доказывает, что два тела, которые отделяются друг от друга клином с большим углом резания, должны быстрее двигаться, чем в случае применения клина с меньшим углом резания, и говорит: ввиду того, что тело благодаря действию некоторой силы в определенное время, при прочих равных условиях, легче движется по небольшому пространству, чем по большому, то можно сказать, что при помощи клина груз движется или тело раскалывается тем легче, чем меньше будет угол резания клина. Напротив, при объяснении винта Гвидо Убальди целиком ссылается на Паппа. Его описание, хотя и ошибочно, однако все же более точно, чем Аристотеля, который говорит, что сходящиеся стороны клина действуют, как два рычага, поворотная точка которых лежит на поверхности раскалываемого тела; заслуга Гвидо Убальди заключается в том, что он первое поставил, по крайней мере, равным второму и тем самым поколебал неоспоримый авторитет Аристотеля. Лорини же, как практик, тотчас же заметил, что его авторитет — Гвидо Убальди — здесь ему изменяет, ибо, согласно доказательству Паппа (стр. 32—33), угол наклоения косої плоскости $\beta = 90^\circ$, сила тяги $Z = \infty$, в то время как каждый практик должен знать, что она в этом случае должна быть так же велика, как и груз. Он поэтому правильно рассматривает робко выставленный Гвидо Убальди в дополнениях (*corollaria*) принцип возможных скоростей и ставит его во главу угла своего объяснения винта; если результат, к которому он приходит, и не вполне правилен, то он лишь немногим отклоняется от действительности. А именно, о винте, вращающемся рычагом, он говорит следующее:

«...Здесь применяется так же, как и при ручном воротах, двойной рычаг, что чрезвычайно важно; груз приходится поднимать вертикально вверх не силой, в каковом случае сила тяжести должна быть такой же, а его продвигают по ровной поверхности с меньшим уклоном, чем ход нарези винта. И чем меньше подъем (крутизна) нарези, тем легче поднимать и опускать большие грузы рычагом, даже и при более медленном движении, как это обычно

бывает. Поэтому следует обратиться к причинам, от которых зависит большая или меньшая сила, а они таковы: быстрота, с одной стороны, и медленность, с другой стороны, поднимается ли груз рычагом, сложным блоком или винтом».

С этой точки зрения рассматриваются рычаг и сложные блоки, а затем Лорини продолжает:

«Остается еще рассмотреть винт и для сравнения предположим, что нам надо переправить груз на высокую гору и имеется лишь один путь, который ведет прямо к вершине горы. Такой путь, правда, кратчайший и быстрее всего ведет к цели, однако он требует больше всего силы и во многих случаях сила должна быть равна тяжести груза. Но, если путь идет извилистой линией или обвивает гору, как червяк, то способность тянуть груз в отношении к длине пути и незначительности подъема его будет больше, так же как и медленность (достижения вершины). Наша задача состоит в определении сил, подлежащих применению для подъема или опускания груза. Что касается непосредственного подъема их в вертикальном направлении, то мы уже знаем, что при этом сила должна быть равной грузу; если же хотят его продвинуть по горизонтальному пути без роликов и пр., то сила продвижения будет вчетверо больше [коэффициент трения уже Леонардо считал равным одной четверти], так что если один человек может поднять 50 фунтов, то он может продвинуть 200 фунтов. Если же помощью роликов или тележных колес желают продвинуть груз по указанному пути, то та же сила сможет передвинуть 24-кратный вес и еще более, если груз уже движется, а дорога ровная и не имеет препятствий, т. е. если она так прочна, что может выдержать равномерную нагрузку, как, например, при продвижении по хорошо выструганным горизонтальным дубовым брускам, причем вес, приходящийся на ролики или колеса, всегда покоится на одной точке, вследствие округлости колес, с одной стороны, и ровности горизонтальной, по которой они движутся — с другой. Из чисел отношений для вертикального и горизонтального пути можно вывести правило для силы, необходимой для любого подъема и, так как мы помощью таких пропорций желаем объяснить силу винта, то нужно сначала ознакомиться с его образованием...».

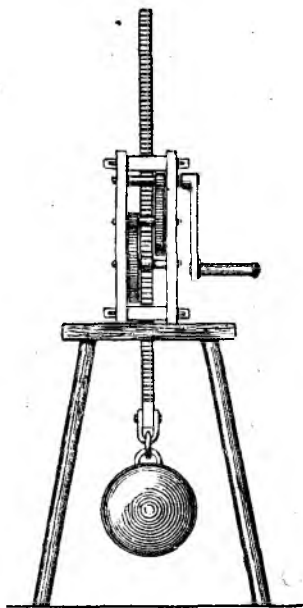


Рис. 283.

Затем описывается, как устраивается деревянный винт с гайкой, и из объяснения оказывается, что шаг равен $\frac{1}{12}$ окружности. Затем, произведя расчет, насколько сила увеличивается от рычажной передачи, Лорини говорит:

«...Остается еще определить силу винта, которая соответственно шагу и указанным данным суммарно втрое больше силы, получаемой при рычажной передаче...».

Это, повидимому, надо понимать следующим образом: ввиду того, что при подъеме во всю длину пути, т. е. при прямом вертикальном подъеме, сила должна быть равной грузу, то при подъеме на $\frac{1}{12}$ часть пути по наклонной поверхности сила должна равняться $\frac{1}{12}$ груза. Считая при этом сопротивление трения примерно в $\frac{1}{4}$ груза, необходимая сила составит около $\frac{1}{3}$ груза.

В книге V, главе V, Лорини описывает изображенный на рис. 283 ворот с зубчатой полосой и говорит:

«Этот инструмент широко применяется канонирами и перевозчиками грузов, особенно во Фландрии, где я часто видел, как с его помощью поднимали тяжелейшие орудийные стволы и насаживали их на лафеты. Однако они были невелики, т. е. у них был длинный узкий кожух из прочного дерева, где помещались железная зубчатая полоса, колесо и шестерни. Груз поднимался головкой полосы, которая для удобства была сделана в форме полумесяца. Но если желают сделать этот аппарат больших размеров из дерева, чтобы работать на нем на стойке, то зубчатая полоса должна проходить через кожух, опирающийся на стойку для подъема груза помощью обоих колес и трех шестерней...».

Это описание фландрской машины является старейшим изображением зубчатого ворота, как он применяется, между прочим, перевозчиками грузов. Каспар Шотт в своем сочинении «*Magia universalis naturae et artis*» (книга III, раздел I), появившемся в 1657 г. в Вюрцбурге, говорит по этому поводу следующее:

«Из числа подъемных машин, описанных до сих пор, имеется одна, особо компактная, которой пользуются перевозчики грузов для подъема нагруженных телег, когда они увязают на мягких дорогах, а равно виноградари для винной посуды и архитекторы для подъема больших тяжестей и даже целых домов. Немцы называют ее *Winde* (домкрат), французы *stig* (домкрат). Я не знаю, как называют ее итальянцы, быть может, у них и нет специального для нее названия, ибо они ею не пользуются. Несомненно только то, что за 22-летний период, проведенный мною в Сицилии и в различных местностях Италии, я видел лишь одну такую машину в Риме; ее привез один кардинал из Польши как редкость».

В главе VII Лорини описывает переносную водоотливную машину для откачки воды из фундаментных рвов и пр. Для привода ее применяется колесо, наполовину ступенчатое, наполовину ручное, описанное следующим образом:

«Обод колеса делается из дощечек двойным, и между ними вставляются спицы на расстоянии в полфута друг от друга, чтобы можно было вращать колесо руками и ногами...».

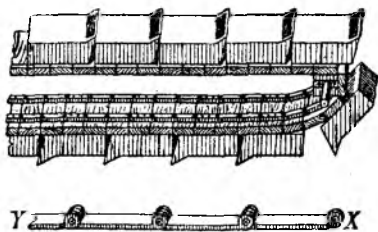


Рис. 284.

О цепях, на которых привешены ковши, говорится следующее:

«...Обе цепи делают так, как изображено на (рис. 284), УХ — железные бруски, длиной в полфута, т. е. такой же длины, как сторона квадрата оси, а головки подвешивают друг к другу, как на немецком циркуле...».

В главе VIII изображается, как можно помощью бесконечной цепи, висящей на горизонтальном валу и приводимой им в движение, быстро и удобно вынимать землю, накладывая ее в корзины, подвешенные на поднимающейся части цепи; наверху эти корзины, подвешенные другими работниками, освобождаются и опускаются путем подвески к опускающемуся концу цепи.

В главе IX описывается воспроизведенный на рис. 285 аппарат для транспортирования земли при постройке крепостей. Тележки, наполненные землей, подвозятся помощью лебедки со ступенчатым и ручным колесом по круто поднимающейся деревянной колее на вал, там снимаются, опоражниваются и снова спускаются по наклонной деревянной колее. Подъездной путь внизу, во рву, имеет уклон к насыпной площадке. Отводящий путь наверху, на валу, имеет уклон к разгрузочной площадке, так что наполненные тележки по обоим путям движутся по наклону вниз. Этот аппарат особенно интересен тем, что балки поднимающегося пути снабжены колесами, по которым направляются тележки, в то время как на «собаке», как ее описал Агрикола (ср. стр. 84), направляющим служил штифт между передними колесами, идущий в пазу между брусками.

В конце этой главы Лорини говорит:

«Тележки, наполненные землей, можно продвигать еще иным способом, если дело идет о подъеме земли из рва или удалении ее из контррескарпа и доставке на верх рва; это можно осуществить двумя натянутыми канатами, прикрепленными к прочным опорным кольям при помощи ручного ворота и сложного блока. Кроме того, колеса указанных тележек должны быть несколько шире, чем обычно; они делаются из мягкого дерева, выдалбливаются, как ролики полиспаста. Желоб делается из крепких досок, которые пригоняют с обеих сторон, а края должны быть так скошены внутрь, чтобы канал внешней части был шире, чем у основания, т. е. чем ширина колеса. Для использования этого аппарата надо знать, что тележки всегда надо нагружать и разгружать на колее. Хотя из этого

следует, что подача земли для наполнения тележек и доставка ее на место назначения после освобождения тележек должны рассматриваться как две особых (самостоятельных) работы, однако этот способ работы имеет большие преимущества, ибо при устройстве аппарата при-

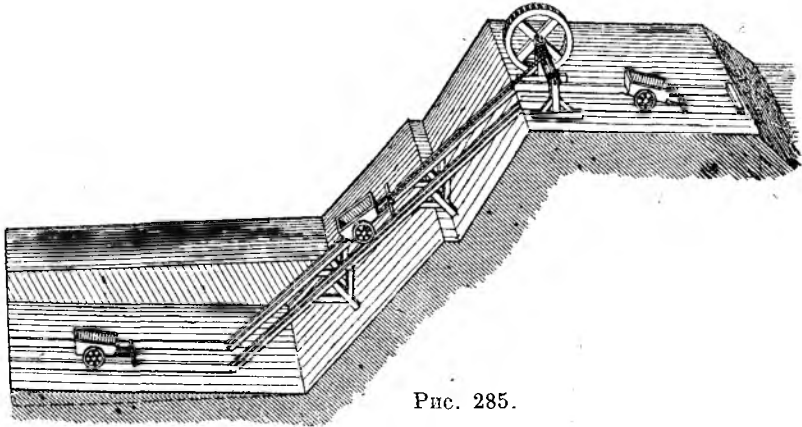


Рис. 285.

ходится только натянуть канат, и оборонительные сооружения крепости при этом не повреждаются. Если тележки опрокидываются наверху, то они должны доходить несколько выше вала и опрокидываться, при этом они не должны иметь возможности возвратиться обратно до опустошения; внизу же они должны доходить настолько глубоко, чтобы их можно было

наполнять тачками или другим приспособлением; обычно это делается на мостках. Весь аппарат в целом должен быть переносным, и легко передвигаться с места на место».

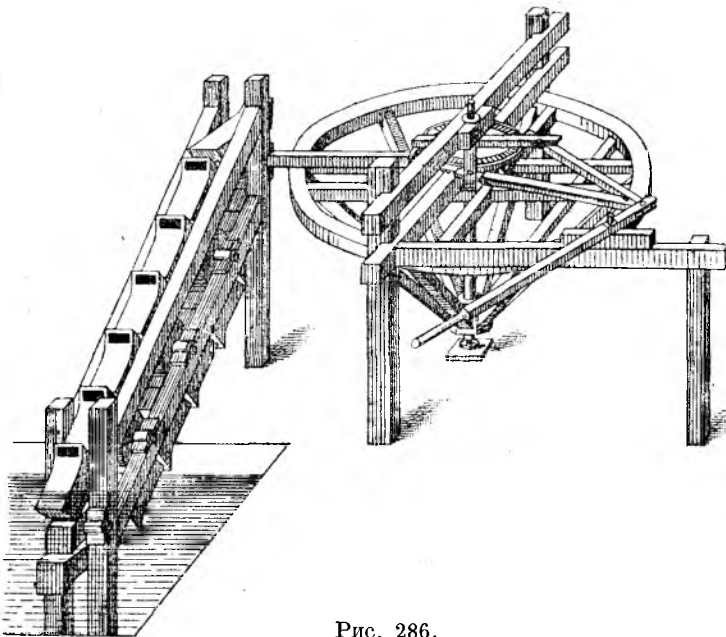


Рис. 286.

Это—старейшие сведения о канатной дороге¹.

В главе X описывается изображенный на рис. 286 ковшевой элеватор с своеобразным двигателем механиком. Описание начинается следующими словами:

«Если колесо или маховик соединено для подъема воды с силой так, что оно благодаря своему движению или весу может поддержать силу,

то такое приспособление для подъема воды будет очень легко работать и принесет большую пользу. И тем более, если оно будет устроено по принципу сведения всего давления тяжести подвижных частей машины, а также поднимаемой воды к одной точке (т. е. распределения на тонкие поворотные цапфы)... Для этой цели маховик делается из свинца с железным шпинделем (рис. 286). Однако надо заметить, что верхний конец этого шпинделя

¹ Исключая совершенно примитивные, встречающиеся в гравюрах эпохи гусситских войн (см. выше, стр. 68).

не виден на рисунке, ибо он так держится нижними брусьями, что на его верхнем конце помещается диск или малое зубчатое колесо, которое свободно вращается маховиком; верхняя же балка служит для поддержания щипцов, сидящих на изображенных на рисунке цапфах. Сила, действующая на внешний конец рычага, открывает и закрывает щипцы; на конце щипцов устроены собачки, которые толкают вперед зубчатый обод и приводят диск и маховик в движение так, как будет описано ниже...».

В главе XXI на увеличенном рисунке, воспроизведенном на рис. 287, детально объясняется применяемый двигательный механизм. Это храповой механизм двойного действия, и так как мы не встречали такого механизма ни у одного из более старых авторов, то, повидимому, изобретателем его следует признать Лорини, который рекомендует его для более равномерного воздействия силы на колеса.

Ковшевой элеватор на этом аппарате отличается тем, что наполненные ковши помещаются на нагруженной части наклонно поднимающейся цепи, на легко вращающихся вокруг трех цапф барабанах, и что ковш движется одновременно между двумя наклонно поднимающимися стойками станины, чем обеспечивается прямое движение. На обеих цепях имеются планочки, как видно на рис. 284, и ковши прикрепляются к ним проушинами и застегками так, чтобы, когда они испортятся, их можно было легко сменять.

В главах XI—XIV описываются водяные насосы, особенность которых заключается в том, что вода поступает в корпус насоса через клапанный поршень, как видно на рис. 288, где стакан насоса лежит в воде, в то время

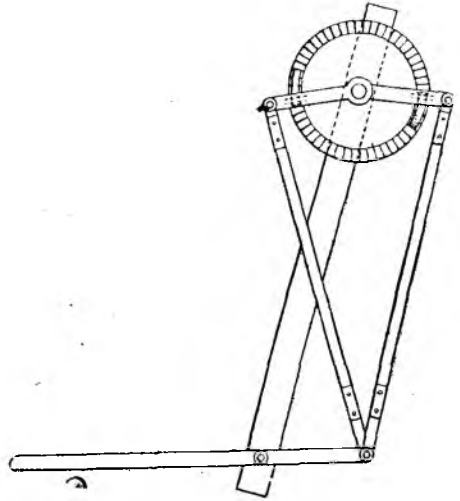


Рис. 287.

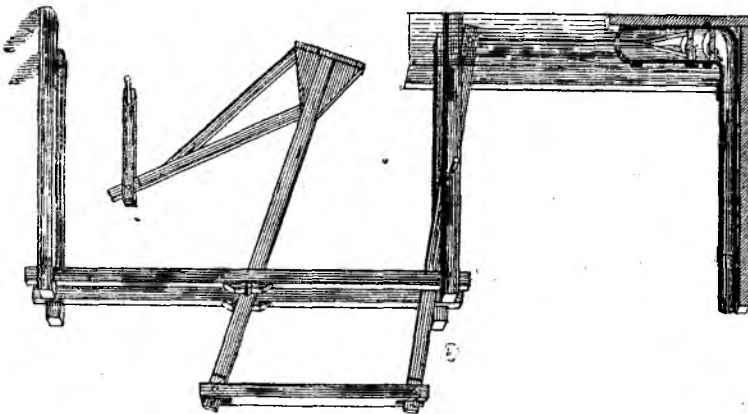


Рис. 288.

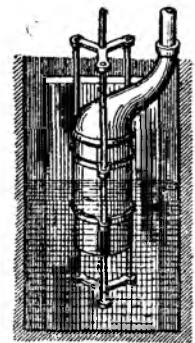


Рис. 289.

как на рис. 289 он стоит открытым концом вниз. На рис. 288 также видно, что Лорини пользуется тяжелым маятником, рекомендованным Бессоном (ср. стр. 144).

Глава XVI посвящена механическому копру для забивки свай и гласит следующее:

«Для закладки фундаментов мостов или бун можно забивать сваи в реку или иные воды или топкую болотистую почву различными способами, однако наиболее широко применяется аппарат, который называется козлы с бабой копра (castello co'1 maglio). Он устанавливается на плоские барки или землю, приводится в действие силой 25 — 30 человек, из которых каждый натягивает одну веревку; один конец ее переходит в толстый канат, идущий наверху через ролик, а другой конец прикрепляется внизу к кольцу бабы копра. Эта работа

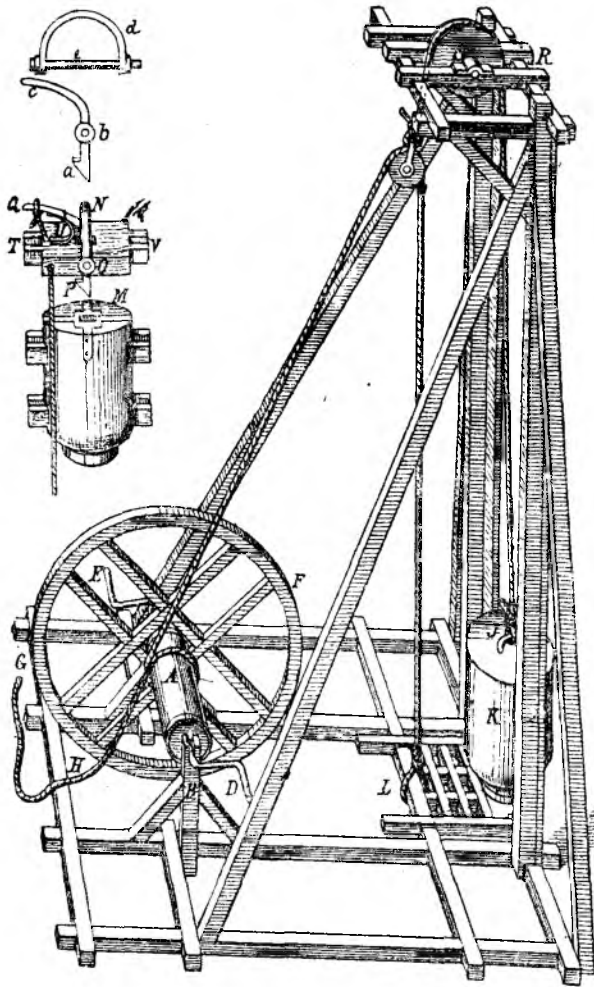


Рис. 290.

требует больших расходов и рабочие очень устают. Поэтому я подумал, как помощью того же постава, но с другой рычажной передачей и силой поднять бабу копра так, чтобы сократить расход на такое большое количество рабочих, и с тем же эффектом или даже лучшим благодаря движению и рычажной силе маховика, распределению груза на ролики и способу подвески бабы копра. На рис. 290 *GF* изображает диаметр маховика, размером в 10 футов [венцианский фут равен $34\frac{1}{2}$ см], спицы которого упираются в вал *A*. Этот последний поддерживается с обеих сторон стойками *B* на основе поименованной станины, что видно на рисунке. *K* изображает бабу копра, к кольцу которой *J* прикреплен конец каната. Наверху, на высоте *R* этот канат проходит через ролик *S* и к концу его прикреплен ролик, в котором движется второй, более тонкий канат: он прикреплен одним концом *L* к основанию станины, а другим наматывается на вал *A*. По обе стороны этого вала стоят два человека и вращают колесо рукояткой *DE*. Другой рабочий берет правой рукой часть каната *H* и в то время как натягивает его по направлению вращения вала, баба копра поднимается на желаемую высоту. Как только она оказывается достаточной, рабочий опускает бабу копра для забивки сваи, для чего он перебрасывает часть каната, собранную в его левой руке, через вал, крепко держит конец и таким образом наносит удар. Рядом повторных натяжений он забивает сваю. Что касается мощности этого аппарата, то можно сказать следующее: так как у обеих рукояток стоит 4 человека и каждый обладает силой в 40 фунтов и ввиду того, что радиус кривошипа на одну треть больше, чем радиус вала, то все вместе они производят силу в 212 фунтов [правильнее было бы 213 фунтов], а в случае применения рычага маховика из свинца и надлежащего веса, именно равного весу бабы копра, можно считать, что сила еще увеличится в половину, т. е. станет равна 303 фунтам ($212 \times \frac{3}{2}$, собственно, дает 318), и ввиду того, что напряжение на опоре *L* также велико, то рабочие с колесом произведут на ролики тяговую силу в 606 фунтов; такого же веса можно сделать бабу копра, однако достаточно вес ее и в 400 фунтов. Если желают, чтобы баба копра опускалась сама, а канат лишь задерживал освобождающее приспособление *NP*, то канат надо устроить так, как в *M*, где в отверстие в середине вставляется крюк *P*; *abc* — железная полоса, охватывающая бабу копра, *d* — кольцо или лучок и *e* — болт для укрепления этих обеих частей на месте, подобно тому как это изображено у *QNOP*, пружиной *U*. *TV* — направляющие, подобные тем, которые имеются на бабе копра. На рисунке видны также тяговой канат (на нашем рисунке он пропущен) и привязанная в *Q*

веревка. Если эта веревка натягивается снизу, то баба копра падает, а если спускают отпускающее приспособление, то она снова автоматически охватывает бабу копра».

В главе XVII описывается род землечерпалки (рис. 291) следующим образом:

«Города, пользующиеся благом судоходного порта, благодаря удобствам и преимуществам его, имеют природный дар. Поэтому и возникает обязанность удержать это удобство искусством и по возможности увеличить его значение. Это достигается, главным образом, тем, что сохраняют глубину его вод для того, чтобы суда не только удобно, но и безопасно могли плавать, и поэтому необходимо устраивать для этой цели хорошие приспособления,

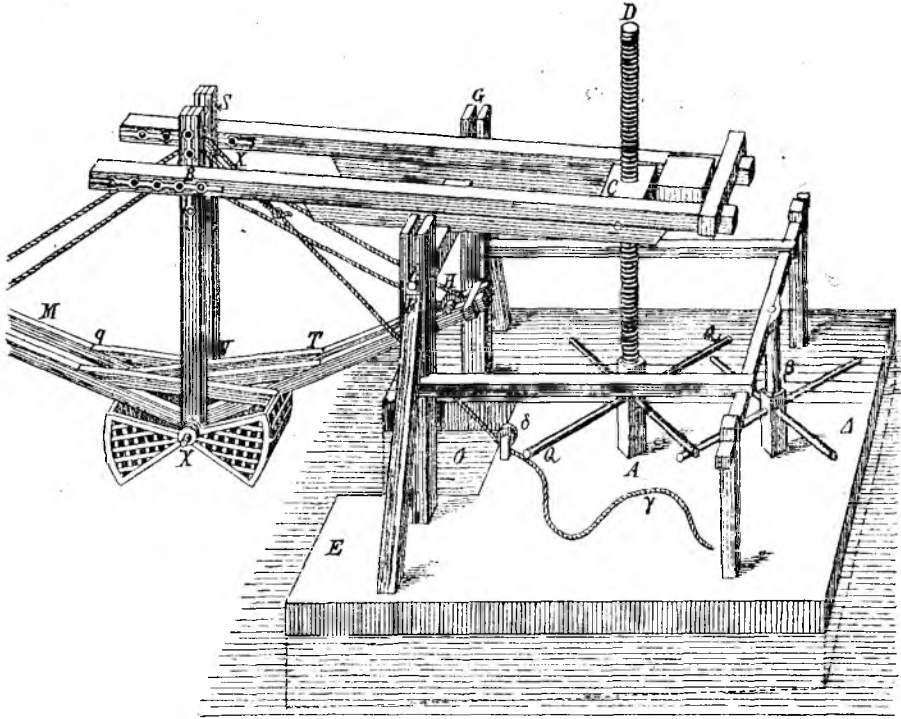


Рис. 291.

подобно описываемому. Я его изобразил на рисунке, ибо оно более чем какое-либо другое полезно и легко осуществимо, хотя я изобрел лишь лопасть, или двойные захваты, и увеличение рычага. Оно применяется, между прочим, для углубления (savare) каналов в Венеции. Аппарат устанавливается на длинном четырехугольном пароме, что наиболее удобно и безопасно для движения его по воде. На нем посредине палубы устроен винт AD , который проходит через гайку C . Она устанавливается на рычаге CB , покоящемся на оси FG , поддерживаемой частями F и G . На конце в B подвешиваются два вертикальных бруска BX и VS , к нижнему концу которых подвешивают части захватов с двойными плечами MN равной длины. Здесь же видны обе укосины (подпорки) Tq для усиления при открывании и закрывании захвата. При работе захваты открываются так, как изображено на рисунке, опускаются на дно, причем длина плечей рычагов HT проходит через вырез O . Затем воротом β натягивается конец каната γ , который должен проходить через ролик δ [собственно он должен был бы от ролика δ проходить через ось балансира, дабы при движении последнего всегда оставалось равное натяжение], затем проходит по роликам X и H , а также через ролик на другой стороне, который на рисунке не виден, для закрытия захватов. Эти последние захватывают своим зевом тищу и наполняются так, что не могут подняться, ибо рычаг CB держится винтом. Когда захваты закрыты и винт AD поворачивают рычагом Q , то возможность подъема наполненных захватов вытекает из пропорций, существующих между силой в C и весом в B при вращении вокруг оси FG и от увеличения силы, получаемой от винта

и рычага. Когда захваты подняты и лодка пододвинута под них, то их открывают воротом β . Надо следить за тем, чтобы на стороне (в Δ) была устроена точка опоры — забитая свая, дабы аппарат не мог пойти назад и чтобы большой ящик на передней части в ϵ , где висит груз, был выше, чем сзади в Δ . Если же не будут применять названного ворота, так как он занимает много места, нужного рабочим при вращении его, то можно пользоваться зубчатым колесом на валу, к которому прикрепляют крючком конец каната; это колесо вращается шестерней и кривошипом...».

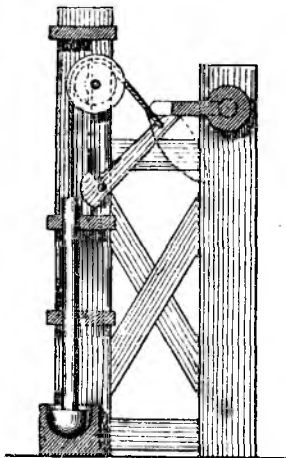


Рис. 292.

В главе XVIII описывается пороховая мельница, своеобразный двигательный механизм которой для подъема деревянных пестиков изображен на рис. 292. В конце этой главы говорится:

«Если желают избежать устройства данного рычага со шнуром (проходящим через ролик и охватывающим пестик посередине его верхнего конца), то можно сделать песты длиннее и снабдить их сверху плечом, так что ось при вращении в обратном направлении может поднимать и опускать песты подъемными кулисами, что, собственно, даже гораздо лучше, особенно если к концу подъемного кулака приделать ролик, который может вращаться и не оказывает сопротивления при подъеме пестика».

Таким же образом приводился свободно падающий молот, описанный у Агриколы (рис. 167, стр. 106).

В главах XIX и XX Лорини описывает зерновые мельницы для ручного привода. В первой мельнице маховик насажен на горизонтальную ось кривошипа, движение которого передается на мельничное веретено путем конической зубчатой передачи в скорости как 1 : 3. На мельнице, описанной в главе XX, движение осуществляется качающимся рычагом в горизонтальной плоскости. Это движение помощью шатуна и кривошипа на оси превращается во вращение вертикальной оси, на которой насажен маховик, как изображено на рис. 286. Это движение передается с оси на мельничные веретена цилиндрической зубчатой передачей, как 1 : 2.

В главе XXI маховик считается лучшим средством при применении животной силы для приведения машины в движение, похожее по равномерности на то, которое дается использованием водяных колес; все же, говорит Лорини, трудно заставить животную силу равномерно действовать на маховик (особенно при ручном приводе). Это лучше всего явствует из описания рис. 286 и из воспроизведенного на рис. 287 в увеличенном размере храповика двойного действия, а также и из изображенного на рис. 293 устройства, при котором движение передается от двух рычагов через два шатуна, стоящих в среднем положении под прямым углом друг к другу, на рукоятку. Принцип, на котором основано второе устройство, мы не встречали ни у одного из предыдущих авторов и поэтому открытие его следует отнести к заслугам Лорини, ибо до него в тех случаях, когда применялись двойные кривошины, они были установлены под углом в 180° .

В последних главах своего сочинения Лорини обсуждает переносные понтоновые мосты и складные лестницы, подобные уже изображенным Робертом Вальтурием.

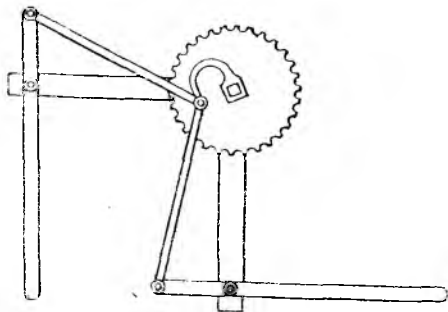


Рис. 293.

ДЖАМБАТТИСТА ДЕЛЛА ПОРТА

(1538—1615 г.)

Джамбаттиста делла Порта родился в старинной дворянской семье в 1538 г. в Неаполе; он и его брат Винченцо были воспитаны очень образованным дядей. Оба брата отличались большой склонностью к естественным наукам и оставались всю жизнь их вернейшими друзьями и спутниками. После того как Джамбаттиста чрезвычайно рано ознакомился с трудами старых естествоиспытателей и исчерпал все источники знания в Неаполе, он отправился в путешествие по Италии, Франции и Испании; там он работал в библиотеках, беседовал с учеными, художниками и ремесленниками, пополняя таким способом свое образование, и собрал много сведений для использования в своей дальнейшей работе. Вернувшись на родину, он принял участие в основании академии «*Otiosi*» и вскоре после этого организовал в своем доме академию «*Secreti*», куда допускались лишь лица, проявившие себя каким-нибудь полезным открытием или изобретением в области естественных наук. Тайственное наименование общества быстро вызвало подозрение в волшебстве и основатели и руководители его были приглашены в Рим для объяснения. Благодаря своей известности в научном мире Порте легко удалось оправдаться; однако папа Павел III закрыл академию «тайных» и взял с него обещание в будущем воздержаться от занятия недопустимым искусством, что, однако, не помешало ему продолжать у себя на родине свои физические исследования.

Уже в 1558 г., на девятнадцатом году жизни нашего автора в Неаполе появилось первое издание его «*Magia naturalis*», которая состояла в то время только из 3 книг. Через тридцать один год — в 1589 г. — он выпустил тот же труд в расширенном виде в 20 книгах. В этом полном издании имеются не только замечательные исследования по оптике, которые привели его, между прочим, к изобретению камер-обскуры и приблизили его вплотную к телескопу, но также и чрезвычайно совершенный по тому времени трактат о магнетизме.

Позднее Порта переработал отдельные части своей «*Magia naturalis*» в самостоятельные трактаты, содержащие дальнейшие выводы из высказанных там научных положений. Из них мы более подробно рассмотрим «*Pneumaticorum libri III*», Неаполь 1601 г. Его трактат «*De aëris transmutationibus*», Рим 1604 г., был совершеннейшей метеорологией того времени, а его замечания о приливах и отливах по наблюдениям, сделанным им в Венеции, едва ли не первые, имеющиеся по этому вопросу.

Несмотря на свою склонность к волшебному и многие наивные взгляды, — наш автор — дитя своего времени — имеет большие заслуги в области естественных наук и способствовал развитию интереса к ним больше, чем кто-либо из его современников, делая это не только своими сочинениями, но также допущением каждого друга естественных наук в свой богато оборудованный физический кабинет.

Порта скончался в Неаполе 4 февраля 1615 г. и похоронен в часовне, которую он построил в церкви святого Лаврентия.

Из его «*Magia naturalis*» для нас здесь интересны лишь отдельные отрывки девятнадцатой книги.

Во-первых, в третьей главе говорится, что сосуд, в котором воздух испаряется от тепла и который погружается в воду с горлом, всасывает эту воду, а находящийся в нем воздух охлаждается. По способу действия он соответствует медицинской банке, описанной Героном Старшим около 120 г. до н. э. (ср. стр. 18).

Затем обсуждается «*Aeolipyle*», о которой упоминает Витрувий в шестой главе второй книги своей «*Architectura*», где он говорит о ветрах:

«Ветер — это текущая волна воздуха с неопределенным затопляющим движением. Он появляется при жаре и влаге; напор тепла выжимает мощное дующее дыхание. В подтверждение этого можно привести медные эолипилы (воздушные резервуары) и таким образом узнать божью правду в отношении тайных законов неба при помощи изобретенных предметов. А именно: делают медные полые сосуды с возможно более узким отверстием. Через это отверстие сосуд наполняют водой и затем ставят у огня. До того как она нагреется, нет никакого дуновения, но как только вода начинает нагреваться, то у огня начинает действовать сильное дутье, и, таким образом, из этого маленького представления можно иметь суждение о большом необъятном законе природы».

Порта исходит из той же основной мысли, что газ, появляющийся из нагретой воды, есть атмосферный воздух.

Уже Герон говорит:

«Вода, превращенная теплом, переходит в воздух. Пары из нагретых тигелей есть не что иное, как расширившаяся жидкость, превратившаяся в воздух, ибо огонь растворяет все твердое и преобразовывает его».

Этот взгляд сохранился вплоть до XVIII в. Тем не менее, эолипил, который раньше был непрременной принадлежностью каждого физического кабинета, имеет большой исторический интерес, ибо он постепенно привел к более лучшему и обобщенному представлению о силе пара. Так, например, уже Альберт Магнус (род. в 1200 г. в Лауингене в Швабии, Альбрехт граф фон-Боллштедт) в своем трактате «*De meteoris*» (кн. IV, гл. III) сообщает об искусстве вызывать помощью пара землетрясения:

«Берут стоящий на ножке прочный сосуд из меди с отверстием сверху и посередине. Он наполняется водой. Отверстия закрываются и сосуд ставят на огонь. В нем появляется пар, который все возрастает и, наконец, начинает пробиваться через одно из отверстий и далеко выталкивает воду. Если он пробивается внизу, то сила пара выбрасывает угли, головни и горячую золу. Такой сосуд называется *sufflator*, и ему обычно придают форму дующего человека».

Здесь следует еще вспомнить о паровой пушке, найденной в чертежах Леонардо да Винчи, изобретение которой он приписывает Архимеду, а также отметить, что Антемий из Траллы, строитель Софийского собора в Константинополе в VI в. н. э., умел воспроизводить землетрясение паром еще лучше, чем Альберт Магнус.

Византийский историк Агафий, живший в царствование императора Юстиниана и написавший историю того времени, рассказывает (по латинскому переводу Буонавентуро Вулканиа, Париж, 1660 г.) в пятой книге этого сочинения об Антемии и ораторе Зеноне, которые жили в постоянной вражде, что:

«У Зенона был высокий дом, очень обширный, красиво и тщательно обставленный, где он часто пребывал сам и принимал добрых друзей. Но нижние помещения на уровне земли составляли дом Антемия, так что перекрытия между ними служили с одной стороны крышей, а с другой стороны основанием (для верхнего этажа дома Зенона). Антемий устанавливал большие наполненные водой котлы в различных помещениях дома. Он обвертывал их с внешней стороны кожаными трубами и, хотя в нижней части они были настолько широки, что охватывали котел целиком, все же они шли в виде труб узкой формы, концы же их он прикреплял к балкам и доскам и настолько точно соединял их друг с другом, что посту-

пающий в них воздух [пар] поднимался собственной силой, стремясь вверх, и упирался в потолок, поскольку это допускалось кожаными трубами, но ни в коем случае не выходил наружу. После того как он это тайно установил, он развел под дном котла сильный огонь и получил большое пламя. Постепенно из кипящей и бурлящей воды развилось много пара (варог), который быстро и густо поднимался вверх. Ввиду того, что у него не было выхода, он попадал в трубы и стремился, сжатый их узкостью вверх, с еще большей силой, пока не уперся в крышу и все сотряслось и пришло в движение так, что балки затряслись и затрещали. Находившиеся у Зенона были охвачены страхом и пустились потрясенные тяжестью несчастья бежать на улицу, призывая богов громкими криками...».

Рассказывают также, что Антемий пугал своего врага искусственным громом и молнией. Но это уже не имеет отношения к теме.

В то время как в эолипиле, описываемом Витрувием, отверстие должно было быть достаточно велико, чтобы можно было влить воду, его — горловит Порта — надо сделать значительно уже и если трудно будет наливать воду, то надо применить вышеописанный опыт для наполнения сосуда, т. е. сначала нагреть его и затем погрузить в воду, чтобы при охлаждении находящийся там воздух всасывал воду. В таком виде описывается эолипил и большинством позднейших писателей.

Следующий отрывок озаглавлен: «Сосуд, который выбрасывает воду».

«Берем сосуд пирамидальной формы с очень узким удлиненным горлом, который выбрасывает воду вдаль (*circumfertur*). Для того чтобы сосуд всасывал воду через горлышко, из сосуда через горлышко отсасывают воздух и погружают сосуд сразу отверстием вниз в воду. Тогда он втягивает воду до тех пор, пока не наполнится на одну треть. Если ты хочешь выбросить воду вдаль, то наполни сосуд воздухом и дуй в него возможно сильнее. Немедленно по прекращении дутья наклони сосуд горлышком вперед так, чтобы вода втекала в него и образовала препятствие, тогда воздух, ища выхода, будет ее выдавливает, и вода будет выбрасываться вдаль. Но если ты хочешь выбрасывать воду вдаль без предварительного вдвухания, то нагрей дно сосуда немного, ибо расширившийся воздух требует большего помещения, и, когда он будет стремиться расшириться, он тем самым выдавит воду. Таким способом пьяницы делают небольшие отверстия в винной бутылке и, так как вино задерживается пробкой, которая не пропускает воду, то они дуют как можно сильнее в проделанное отверстие и вино немедленно начинает вытекать в том же количестве, что и воздух».

Описанная здесь бутылка является несовершенной формой так называемого геронового шара.

Известно, что Араго в свое время старался доказать, что Соломон де Ко является изобретателем паровой машины. Прибор для подъема воды помощью огня, который он описывает, аналогичен, как это показывает Порта, тому, который получается при нагревании геронова шара.

Остальные приборы, упоминающиеся в девятнадцатой книге «*Magia naturalis*» и имеющие для нас интерес, детальнее и лучше описаны в трактате «*Pneumaticorum libri III*», поэтому мы и обращаемся к нему. Перед нами лежит его итальянский перевод, появившийся в Неаполе в 1606 г.

Первая книга содержит рассмотрение вакуума, равновесие жидкостей и сифон.

В первой главе второй книги говорится:

«Если хотят поднять воду на высоту в 100 футов, то берут (рис. 294) высоко поставленный сосуд *DC*, в который вода должна поступать из другого сосуда *AB*, стоящего на 100 футов ниже первого. *BC* — труба, которая доходит до дна сосуда *AB* так, что вода может подниматься вверх в сосуд *CD*, она спаяна с сосудом *CD*. Другое колено сифона, т. е. труба с сосудом *EF*, идет от той же крышки вверх и вверху запаяна. Кроме того, от дна сосуда *EF* вертикально вниз идет также труба длиной в 100 футов, которая снабжена у горлышка краном *F* для открывания и закрывания. На сосуде *EF* имеется воронка *H* с краном, через которую она наполняется водой. Оба сосуда *AB* и *EF* наполняются и кран *H* закрывается, чтобы не пропустить воздуха. Затем кран *F* открывается и вода начинает стекать по каналу *FJ*; тогда сосуд *EF*, который принужден заполнить воздухом образовавшуюся от воды пустоту, стремится поймать воду и вытягивает таким образом воздух из трубы *ED*, а она вытягивает его из сосуда *CD*. Когда воздух отсюда (*CD*) будет отсосан, то вода будет принуждена со своего места

против своей естественной склонности подниматься вверх и занимать более высокое положение. Так и произошло в сосуде CD . И когда из сосуда EF вытекла вся вода, то он втянул столько же воды из сосуда AB , сколько попало в CD и там осталось. Если затем открыть сосуд DC , то можно этой водой пользоваться, ибо задача выполнена. Если высота напора (il perpendicolo) стекающей воды равна 100 футам, то по трубе BC она поднимется на ту же высоту или несколько ниже...».

В главе II Порты указывает на то, что Герон Старший в главе LIII своей «Pneumatica» описывает аналогичный аппарат, но не говорит, что длина спускной трубы должна быть по крайней мере такой же величины, как и подъемной трубы; рисунок же допускает предположение, что он считал достаточным, чтобы вода стекала несколько ниже уровня всасываемой воды. «Отсюда — говорит Порты —

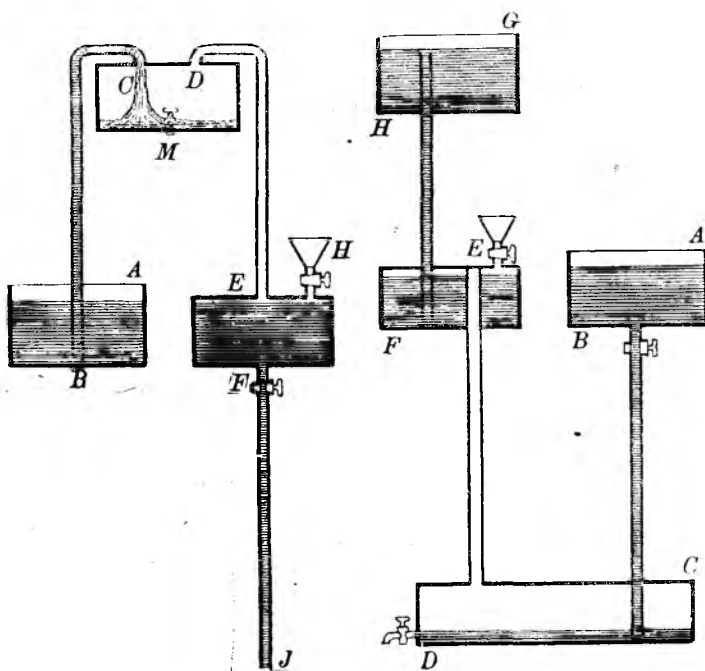


Рис. 294.

Рис. 295.

ошибка Герона. Но можно также предположить, что Герон не ошибся, а просто неправилен рисунок». Последнее тем более вероятно, что этот рисунок был приложен к тексту лишь в XVI в. Бернардом Бальдо или Федерико Коммандино. Это, однако, не умаляет заслуг Порты в деле приблизительного определения необходимой длины спускных труб для таких аппаратов. Ему было неизвестно открытие Торичелли (1643 г.) атмосферного давления, которое гонит воду во всасывающую трубу и которое допускает максимальное всасывание на 10 м, в то время как пустота, которой прежние физики объясняли всасы-

вание, считалась неограниченной. Порты было также неизвестно, что в описанных приборах поднятый объем воды вследствие эластичности (упругости) заключенного в них воздуха меньше, чем вытекающий объем воды. Ему, повидимому, также было не вполне ясно, что верхний сосуд DC должен быть поставлен выше, чем нижний сосуд AB , на длину выпускной трубы лишь в том случае, если сосуд AB должен быть всегда полон, и что в противном случае он должен быть поставлен настолько ниже, насколько опускается уровень воды в AB во время действия аппарата. Его уверенность в том, что прибор работает соответственно его объяснению, могла явиться лишь в результате того, что он, как говорит Лорини, доверился легкости, с которой работают малые модели.

В главе III Порты указывает на то, что Герон даже для обыкновенных сифонов со всасывающим сосудом забыл указать, что выпускная труба последнего должна быть такой же длины, как и поднимающееся колено сифона.

В главе IV описывается, как «вода под напором может подниматься вверх». Если сосуды AB и EF (рис. 295) наполнены водой и кран у B открыт, то вода из AB потечет в DC , и воздух, сжатый в DC и EF , проталкивает воду из EF в GH , при

условии, что водяной столб между *BA* и *DC* равен высоте напора между *EF* и *GH* или несколько выше ее.

В главе V говорится, что Герон упустил указать для этого рода приборов, особенно для так называемых героновых шаров, необходимую высоту напора.

В главе VI указывается, что для описанных приборов длина труб, поскольку она не имеет влияния на высоту напора, не влияет на способ работы прибора; это, однако, не вполне верно вследствие упругости заключенного воздуха в отношении количества поднимаемой жидкости при данном объеме воды.

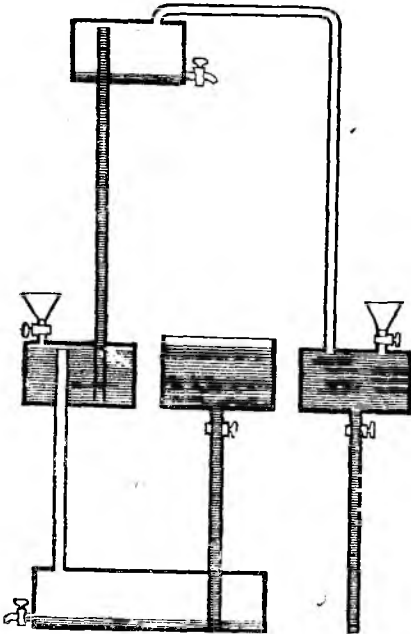


Рис. 296.

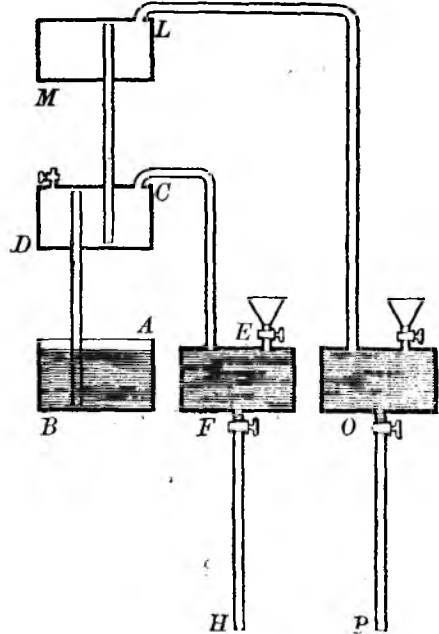


Рис. 297.

В главе VII указывается, как путем комбинации (рис. 296) нагнетательного и всасывающего прибора, как описано выше, можно поднять воду на двойную высоту падения рабочей воды. Это происходит таким образом, что прибор вгоняет воду в вышестоящий совершенно закрытый сосуд, в то время как второй сосуд высасывает воздух из первого.

В главе VIII указывается на то, что во всасывающем аппарате рабочая вода для выполнения своего назначения должна вытекать наружу, а не в закрытый сосуд.

В главе IX описывается комбинация двух всасывающих приборов для целей, указанных в главе VII (рис. 297), при этом говорится:

«После установки всего прибора сосуд *AB* наполняют водой и открывают кран *F*. В то время как вода вытекает через трубу *FN*, вода из *AB* поднимается вверх воздухом, заключенным в *EF* и трубе *EC*, и затем вода поднимается в *CD*. Затем поворачивают кран *O*, который стоит против сосуда *AB*, и вода действует через *OP* и трубу *OL*, поднимая воду из сосуда *CD* в *LM*, в то время как через канал *CH* воздух поступает в сосуд *CD*. Ибо, если сюда не поступит воздух, то не получится тяги. Так можно продолжать до достижения желаемой высоты, ибо все вышеописанное относится и ко всякому другому прибору».

Здесь, кроме вышеуказанного, не учтено, что благодаря большому объему воздуха, заключенного в длинной соединительной трубе между вышестоящим

и нижестоящим сосудами, эффект каждого следующего прибора будет меньше, чем предыдущего, а также и то, что вода не может целиком втечь через трубу FH вследствие разрежения находящегося сверху воздуха, поэтому на сосудах DC , ML и пр. необходимо поставить воздушные краны.

В главе X излагается, как можно при определенной высоте напора нагнетательного прибора описанного типа поднять воду на любую высоту. Сначала описывается прибор, как он изображен на рис. 298. Емкость каждого сосуда (CB , E , G и т. д.) соответствует объему воды, подлежащей подъему. Сосуд DA вмещает столько же, сколько E , G и т. д., вместе взятые. Сосуды DA и E наполняют водой и открывают кран под первым, закрыв его на последнем.

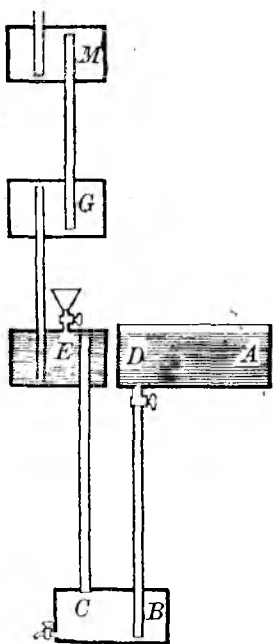


Рис. 298.

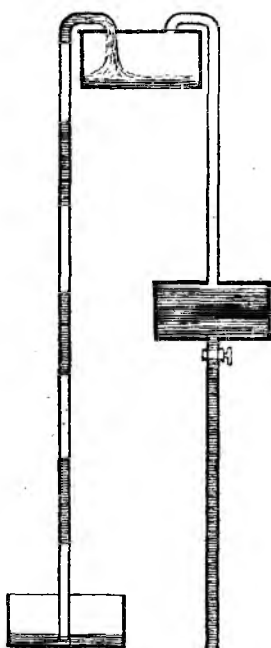


Рис. 299.

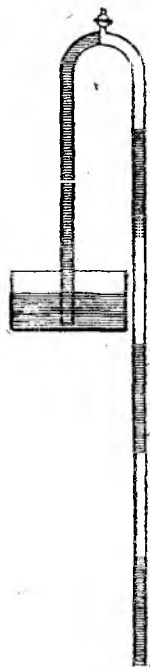


Рис. 300.

«Когда же—говорит Порто—вода из AD стекает в BC , то сжатый воздух выдавливает воду из сосуда E и поднимает ее в G . Продолжая таким образом работать прибором, можно одной высотой напора DB поднять воду до небес». Он полагает, повидимому, что кран под DA надо закрыть, спустить воду, находящуюся в CB , закрыть CB и снова открыть кран под DA , и тогда вода будет проталкиваться из G в M и можно будет постепенно поднимать ее все выше. Ему неизвестно, что заключенный воздух необходимо сначала сжать до определенных размеров в целях обеспечения надлежащего давления и что для этого требуется постепенное увеличение объема рабочей воды.

Глава XI озаглавлена: «Как можно увеличить высоту всасывания помощью воздуха». Вода всасывается прибором, изображенным на рис. 299; как только вода несколько поднимется по всасывающей трубе, на секунду убирают сосуд с водой от горлышка всасывающей трубы, так что всасывается почти такой же объем воздуха. Затем снова всасывают немного воды и снова столько же воздуха и т. д. Таким способом можно получить столб, состоящий из слоев воды и воздуха

почти вдвое выше, до тех пор пока он уравновешивается обратно текущим непрерывным водяным столбом.

В главах XII и XIII сообщается аналогично сказанному, что проникновение небольшого количества воздуха в другое колено сифона не прерывает течения воды, если высота поднятия в нем превышает высоту подъема в первом колене больше чем на длину воздушного пузыря (см. рис. 300).

Глава XIII гласит:

«Здесь описывается род подъемника воды, неизвестного древним; больше того, он считался невозможным, ибо каждый, пытавшийся в сгубе сифона проделать в высшем его месте небольшое отверстие, замечал, что при внезапном проникновении воздуха, который прерывал течение воды, сокращался вес водяного столба, вода стекала в обе стороны и сифон не только прекращал работу, но становился вдруг пустым... Берут согнутый сифон, в верхнем конце его горла *B* (рис. 301) имеется небольшое отверстие, к которому присоединяется или припаивается сосуд так, чтобы воздух не мог проникнуть. У горла устраивается кран *DE* так, что он служит входом в сосуд. Когда поток воды в сифоне становится непрерывным, то открывают кран и немного текущей через горлышко сифона воды попадает через малое отверстие внутрь сосуда, причем выходит такой же объем воздуха, и через колено *BA* вытекает смесь воды и воздуха. Таким образом течение ее не прерывается (т. е. в том случае, когда колено, в которое стекает вода, достаточно длинно). При открывании и закрывании крана необходимо, чтобы это делалось в правильном соотношении к потоку воды и размеру колена сифона так, чтобы отверстие не было слишком велико (и не оставалось бы слишком долго открытым). Ибо, если в сосуд проникает слишком много воды, то сифон захватит из него слишком много воздуха и, в то время как он будет стекать по колену, вес водяного столба может быть чрезмерно нарушен и течение воды прекратится. Во избежание этого надо открыть горлышко лишь немного и ненадолго... В этом случае сосуд наполняется не сразу и после того, как он наполнился, закрывают горлышко, открывают отверстие вниз и удаляют воду...».

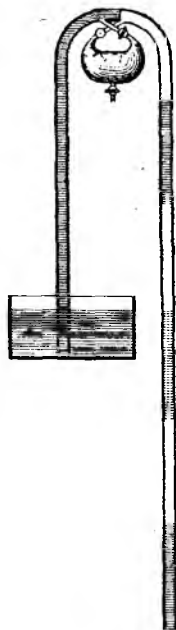


Рис. 301.

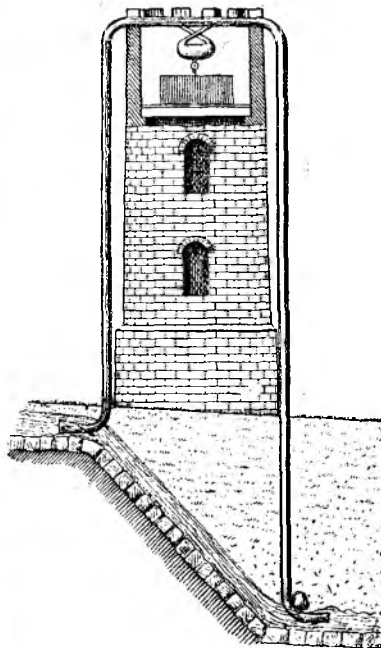


Рис. 302.

Само собою разумеется, необходимо иметь возможность впустить через кран воздух в сосуд, если вода должна вытекать. Ввиду того что неудачное изображение этого аппарата из работы Порта перешло в труды многих более поздних писателей и эти последние дали к нему еще более неудачные объяснения, мы сочли необходимым привести описание Порта, поскольку это может послужить для разъяснения вопроса.

В главе XV излагается, каким образом можно при помощи описанного сифона доставить воздух из ручья на башню. Предполагается, повидимому, что ручей у башни имеет достаточно большой уклон (рис. 302). Конец короткого колена сифона горизонтально согнут против течения и погружен в верхнее течение ручья, так что вода всасывается не только сифоном, но еще движется под влиянием течения. Конец длинного колена погружен в нижнее течение и согнут горизонтально по течению, так что вода, текущая из сифона, быстро захватывается.

Здесь так же, как и в следующей главе I второй книги, снова видно, что Порта ничего не знал о 10-метровом пределе высоты всасывания, ибо в последней указанной главе он хочет показать, что при помощи сифона можно провести воду через гору из долины в соседнюю нижележащую долину, и надо думать, что он представлял себе гору выше упомянутой башни, а ее — выше 10 м. В высшей точке сифона, идущего через гору, устраивается воронка с запорным краном для наполнения сифона. Подъемная труба делается из глины, свинца или меди. Железо не указывается, ибо чугунные трубы появились — как уже указывалось выше — лишь во второй половине XVII в., а железокované еще позднее.

Далее, нужно отметить главу VII второй книги, где описывается прибор, с помощью которого предполагается установить, в каком количестве воздуха (пара) растворяется определенное количество воды.

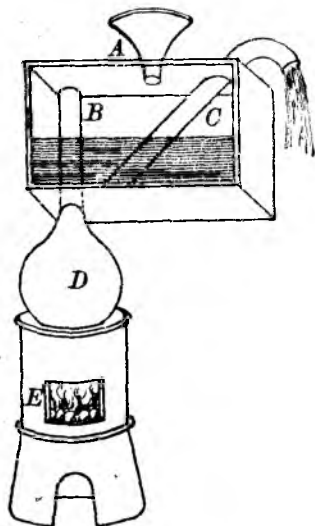


Рис. 303.

«Делается резервуар *BC* (рис. 303) из стекла или олова. В дне его имеется отверстие, в которое проходит труба реторты *D*. В ней помещается 1—2 унции воды. Горлышко припаяно (или приклеено) к дну резервуара, чтобы из него ничего не уходило. Со дна этого резервуара поднимается труба необходимой высоты для вытекания воды, проходит через крышку и немного выступает над верхней поверхностью. Резервуар наполняют через отверстие *A*, хорошо его закрывают, чтобы не было утечки воздуха. Наконец, реторту ставят на огонь и медленно нагревают ее так, чтобы вода растворилась в воздухе, который давит на воду в резервуаре и поднимает ее по трубе *C*, из которой она затем вытекает. Воду нагревают (в реторте) до тех пор, пока она вся не испарится. Испаряясь, она давит на воду в резервуаре и выталкивает ее. По окончании испарения (*l'essalatione*) выясняют, сколько воды (по объему) вытекло из резервуара, ибо вместо вытекшей воды поступило столько же воздуха (пара), и по объему вытекшей воды определяют, что (испарившаяся) вода растворилась в таком же количестве воздуха. Этим прибором можно также легко измерить, в каком объеме более редкого воздуха расширяется определенное количество сжатого воздуха и, хотя эта тема уже обсуждалась в нашей метеорологии, все же в интересах дела можно на ней еще раз остановиться».

Следует описание соответствующих опытов.

Несмотря на все недостатки прибора, описанный опыт Порты интересен в качестве первой попытки количественного определения испарения. Кроме того, следует указать, что при небольшом изменении подъемной трубы этот прибор можно использовать для подъема воды из резервуара вверх помощью пара. Его следует рассматривать как видоизмененный героновый шар. При применении двух резервуаров их подъемные трубы снабжаются краном, который соединяет их вместе, так что можно получить непрерывную струю воды, наполняя попеременно один резервуар и оставляя другой пустым. В этом виде, увеличенный и крепкий этот аппарат, вероятно, совпадает с паровой машиной, изобретенной маркизом Ворчестером, ибо в своей работе «*A Century of the Names and Scantlings of the Marquis of Worcester's Inventions 1663*»¹ он пишет:

«68. Замечательный и высокомогущий способ поднять воду вверх огнем, но без втягивания или всасывания, ибо, как говорят философы, при этом существует определенный предел высоты; при данном же способе нет никакого ограничения, если сосуды достаточно крепки. Я взял кусок от целой пушки, конец которой был разорван, и наполнил его на три четверти водой; после того, как я закрыл сломанный конец и запальное отверстие и завинтил их и развел под ними огонь, она разорвалась с громким треском по истечении 24 часов;

¹ Приведенной в книге. (Henry Dircks, *The life, times and labours of the second Marquis of Worcester*, London 1845).

и лишь после того, как я нашел способ делать сосуды так, чтобы они укреплялись внутренней силой и наполнялись один за другим, вода стала в одном из них подниматься и бить на высоту 40 футов непрерывным фонтаном. Сосуд, наполненный водой, разжиженной огнем, поднимает 40 (сосудов) холодной воды вверх. А человек, обслуживающий аппарат, должен поворачивать лишь два крана так, чтобы, когда один сосуд наполнен водой, другой начал бы давить и снова наполнился холодной водой и так далее, причем все время поддерживается равномерный огонь, что может делать тот же человек в промежутках между необходимыми поворотами крана.

Ввиду того, что здесь приводится разрыв ствола пушки в доказательство размера развивающихся внутри сил, то несомненно, что это была паровая машина в смысле того, да в л е н и я, и часто повторяющееся явление, что первые пригодные для дела машины были низкого давления или, скорее, атмосферные машины, этим как бы оспаривается, ибо машины, подобные ворчестеровским, пригодны к употреблению, так как они еще в настоящее время применяются, например, на сахарных заводах в качестве сокоподъемника. Словами цитаты о том, что, когда один сосуд полон водой, другой начинал давить и снова наполнялся холодной водой, видимо, хотя и сказать, что выдавленная вода была горячеей, т. е. что машина состояла только из комбинации двух непосредственно нагреваемых героновых шаров, подобно сделанной Соломоном де Ко. Но ввиду того, что едва ли было возможно довести холодную воду до теплоты кипения раньше того, как вытечет вся вода из другого сосуда, и обеспечить, таким образом, непрерывный поток, мы склоняемся к мнению, что образование пара, как и в только что описанном аппарате Порты, происходило в особом паровом котле.

Обращаясь снова к цитированному сочинению, находим главу IX второй книги со следующим заглавием: «Как можно получить сильный непрерывной силы ветер для кузницы и охлаждения комнат, а также о некоторых ошибках Герона». Она гласит:

«*AB* (рис. 304) — большой сосуд или камера. На дне отверстие *E*, от которого идет канал *F* длиной в 1 фут. Камера имеет горлышко *G*, через которое должен дуть ветер, а сверху — воронку *C*. Когда вода из канала *D* выливается в эту воронку, то она приводит с собой воздух, который вместе с водой устремляется в камеру *AB*. Вода отводится горлышком, поднимается по каналу вверх и вытекает. Внутрь же входит через *C* столько же воды, сколько выходит через *F*, так что камера всегда наполнена до *F*. И, так как вода непрерывно стремится в камеру *AB* и всегда несет с собой воздух, то через горлышко *G* всегда будет выходить ветер».

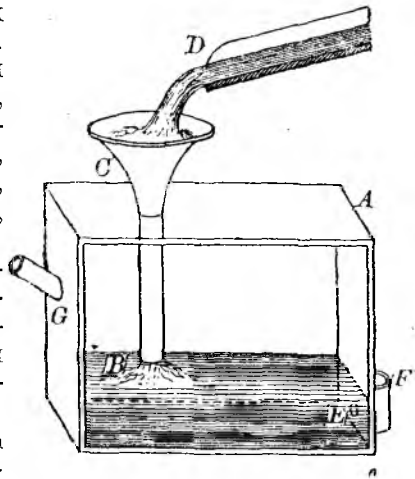


Рис. 304.

Несовершенное описание этого аппарата дано Порты уже в «*Magia naturalis*» в 1589 г. Там в главе VI девятнадцатой книги говорится:

«Действие воздуха в качестве мехов мы видели в Риме. Устраивается закрытая со всех сторон камера. Сверху через воронку она наполняется определенным количеством воды. В стенке имеется небольшое отверстие, через которое мощной струей выходит воздух. Он выпускается с такой силой, что отлично раздувает огонь в пламя и легко заменяет в железных и медных кузницах воздуходувные меха. Впуск устроен так, что впускать воду можно по желанию».

Это наиболее старое описание гидравлического цилиндрического меха.

В «*Pneumaticorum libri III*» Порты продолжает:

В Неттуно, близ Рима, устроены две камеры для того, чтобы в то время, как одна наполняется ветром, другая освобождалась от воды, и, пока эта снова наполняется, первая

освобождается от ветра. При этом способе ветер всегда раздувает огонь и весьма сильно. По нашему способу обеспечивается непрерывный ветер, но меньшей силы».

Этот метод имеет смысл лишь в случае понимания под «ветром» сжатого воздуха, который образуется в то время, как камера наполняется водой; под «освобождением от ветра» надо понимать исчезновение этого воздушного давления, которое происходит одновременно с освобождением от воды. То и другое относится как к гидравлическому цилиндрическому меху, так и к водостолбовой воздуходувной машине, и поэтому сомнительно, к какому виду мехов относится

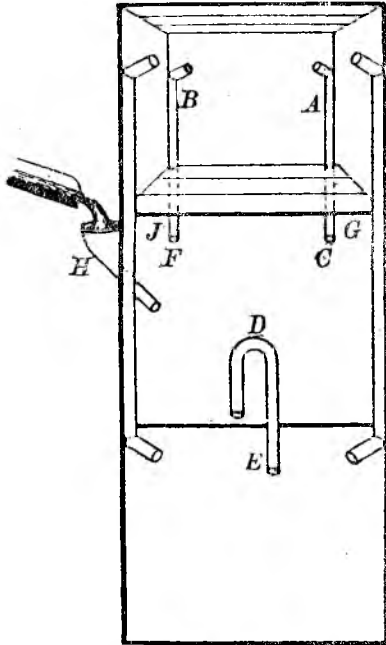


Рис. 305.

горизонтальная перегородка, через которую проходит сифон *DE*; когда отделение камеры *CF* наполнено водой, то она стекает через сифон в нижнюю часть колодца. Через другие трубы из комнаты или из отделения шахты (*camera*) отводится собравшийся ветер, с тем чтобы многими трубами усилить его. Когда хотят получить ток воздуха, то дают струе воды (*il fiume*) вылиться в воронку, и немедленно по выходе воздуха из шахты и прохождении его в камеру он настолько охлаждается, что те, кто спит в комнате, начинают ощущать сильный холод во всех членах».

Это описание неясно, ввиду того что слово «*prozzo*» переводится и как «колодец» и как «шахта», а слово «*canale*» — канал и труба, и, повидимому, под «*camera*» понимается в одних случаях комната, в других — отделение шахты или какое-либо другое помещение. Но ввиду того, что о спуске воды из нижнего отделения шахты ничего не говорится, приходится считать, что здесь предполагается колодец, в котором, когда вода из верхнего отделения стекала в нижнее, естественный уровень воды не поднимался, и что, поэтому, дело идет просто о гидравлических цилиндрических мехах, резервуар которых образован верхним отделением шахты.

Если же считать, что шахта внизу была закрыта и что вода, спускающаяся в нижнее отделение через сифон, вытесняла воздух в комнату, то было бы необходимо предусмотреть периодический выпуск воды из этого нижнего отделения.

аппарат в Неттуно. Вероятнее, однако, что вода вышеописанным способом проникает в камеры, но вытекает не непрерывно. Вместо постоянного открытого спуска (*F*) был, повидимому, устроен кран, который выпускал воду лишь периодически, после наполнения камеры. Во время притока воды такая камера могла служить и гидравлическим цилиндрическим мехом и водостолбовой воздуходувной машиной, причем обнаруживалось сильнейшее давление ветра.

Порта продолжает:

«Я хочу указать еще на один способ, который может дать очень сильный ветер — это, когда мы вгоняем его через трубу в камеру; причем, чем длиннее труба (т. е. чем больше высота напора), тем сильнее ветер. Таким способом можно в сильную жару охлаждать комнаты (*camere*), получив сильный ветер наподобие того, который мы видели в Тиволи».

AB (рис. 305) — комната, под ней глубокий колодец (*prozzo*) *CF*, отверстие которого закрыто крышкой *GJ* так, что воздух не может выйти. Через отверстие проходит большая открытая воронка *H*, которая припаяна к нему и захватывает воду из большой трубы (*canale*) (на рисунке воронка пристроена сбоку). Чем выше труба (или чем выше расположен канал) и чем больше сила напора воды в воронку, тем лучше, ибо это обеспечивает большее количество и более холодный воздух. От колодца идут трубы *CA* и *FB* в камеру, в которую по ним проходит ветер. На половине высоты колодца имеется

Возможно, что воду выпускают в верхнее отделение до достижения уровнем ее верхней точки сифона; при этом верхнее отделение служит отчасти водяным столбом, отчасти гидравлическим цилиндрическим мехом, в то время как проникающая вода выталкивает воздух в комнату, а затем вновь выпускает воду в верхнюю камеру, в то время как нижняя освобождается. Для этого требуется непрерывное наблюдение служителя, но ввиду того, что шахта глубока, то выпуск воды из нижнего отделения во всяком случае труден, если не невозможен. Поэтому мы считаем это предположение неправильным.

В главе XII, озаглавленной «Способ, которым можно воду заставить очень высоко подняться в воздухе», Порта говорит:

«Я хочу показать, каким образом можно из одного отверстия поднять в воздухе воду на 100 или 200 футов, что вызывает удивление и удовольствие. Это будет большим украшением для садов, особенно при посещении гостей.

Берут резервуар *DE* (рис. 306) размером в зависимости от количества воды, которую хотят заставить подниматься в воздухе. Он должен быть из очень прочного железа или меди, для того, чтобы воздух и сила воды его не разнесли, как это часто случается; кругом он должен быть запаян. Почти со дна его поднимается труба *GF*, которая настолько поднята над ним, насколько это требуется для пропуска воды. Она достигает крышки резервуара и хорошо припаявается, дабы не пропустить воздух. В резервуар входит труба, которая вводит воду и воздух из ктезибиевой машины (насоса). Если хотят, чтобы вода поднималась в воздухе, поворачивают ручку *A*, как обыкновенно, вверх и вниз, чтобы поршень, поднимая воду, поднимал и воздух, а при спуске вода, смешанная с воздухом, попадала в резервуар. Как только она попадает в резервуар, то воздух, попавший туда в большом объеме, выдавливает сжатую воду вверх. Чем скорее двигают названную ктезибиеву машину, тем больше входит воздуха и воды и последняя выбрасывается вверх с большою силой и не прекратит выбрасываться, пока не остановится движение насоса».

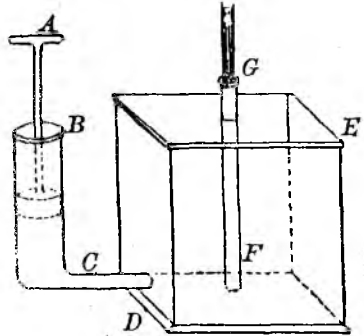


Рис. 306.

Это описание насоса с воздушным резервуаром в основном совпадает с тем, которое уже за 1700 лет до этого дал Герон Старший (ср. рис. 11, стр. 20), но должно было пройти еще сто лет, пока пожарные насосы стали снабжаться воздушными резервуарами. Характерно для изложения обоих авторов, что они ничего не говорят об эластичности, сжатии и расширении воздуха, заключенного с самого начала в воздушном резервуаре, а приписывают выбивание воды тому, что новый воздух вместе с водой поступает в резервуар.

Глава XIII озаглавлена: «Как можно заставить звучать орган только действием воды и движения клавишей». Резервуар гидравлического цилиндрического меха охватывает воздуходувку и вал вращающегося органа, дудки которого проходят, не пропуская воздуха, в крышку. Вода, проникающая в резервуар через воронку, приводит во вращение небольшое водяное колесо, а через него и вал, в то время как воздух, попавший вместе с водой, выходит через открытые трубки, и орган дает звук.

В главе XIV Порта впервые дает правильное описание изобретенного Ктезибием и описанного Героном и Витрувием водяного органа древних. Это описание в основном соответствует тому, которое мы дали в главе, посвященной Герону (стр. 30). Уже в своей «*Magia naturalis*», кн. XIX, гл. II, Порта пишет об этом предмете, не придя, однако, все же к правильному представлению о водяном органе древних.

Остальные главы «*Pneumaticorum libri III*» Порта для нас мало интересны.

ВИТТОРИО ЦОНКА

(1568—1602 г.)

Ранее мы упоминали работу Цонка «*Novo Teatro di Machine et Edificii*» (Padua, 1621) и полагали, что это издание Цонки является наиболее старым, однако впоследствии оказалось, что в Мюнхенской королевской дворцовой и государственной библиотеке имеется это сочинение в издании 1607 г., содержание которого совпадает с вышеупомянутым во всем, исключая посвящение. Эти посвящения издателя являются в обоих изданиях единственным вступлением. В издании 1607 г., после похвалы инженерному искусству, сказано:

«Это соображение, сиятельный господин, заставило меня сохранить, не дать погибнуть и не дать быть забытой попавшей мне в руки ценной работе Витторио Цонка, архитектора Падуи».

На титульном листе автор называется еще точнее: «*Architetto della Magnifica Communità di Padua*».

Из этого следует, что Цонка умер до 1607 г. городским архитектором Падуи, а так как более точных данных о его личности в книгах найти было нельзя, то пришлось обратиться к К. Келлеру, профессору высшей технической школы в Карлсруэ, доктору *honoris causa* Падуанского университета, с просьбой навести там необходимые справки. Через него наша просьба была передана д-ру Кароло Феррарис — ректору университета, проф. Глория — инспектору архива и А. Капелло — архивариусу Museo Civico в Падуе. Любезности этих господ мы обязаны следующим письмом последнего на имя д-ра К. Феррарис:

«...В списках умерших (т. I.) под датой 15 ноября 1602 г. помещен Витторио Цунко, умерший в приходе св. Джакомо на Руре. Ему было 35 лет, и таким образом он родился в 1568 г. То, что написано Цунко, а не Цонка, не имеет значения, ибо и другие члены этой семьи назывались то Цонка, то Цонки и даже Цунки, и Витторио в актах городской ратуши назван Цунка. Из них явствует, что он по его просьбе был назначен постановлением ратуши от 12 февраля 1597 г. городским архитектором. Это, была, однако, лишь почетная должность и к его назначению было присоединено пояснение, что из этого не вытекает для других обязанности пользоваться его услугами и предпочитать их другим.— Его сочинение «*Novo Teatro di Machine etc.*» наверняка вышло в 4 изданиях: в 1607 г. — издание, указанное в вашем письме, второе — в 1621, находящееся в университетской библиотеке, и третье — 1627 г. упоминается Ведовам в его «*Biografie degli scrittori Padovani*» и Петруччи в «*Biografie degli artisti Padovani*» и, наконец, четвертое, относящееся к 1656 г. и находящееся в нашей библиотеке. Появление нескольких изданий этого труда указывает на высокую ценность, которую ему придавали в то время, и на деловитость составителя.— Относительно зданий, которые были выполнены по его чертежам, я не мог найти никаких указаний».

Сочинение Цонка составляет небольшой том *in folio* в 115 страниц, из которых 42 занимают гравюры, а остальные описания. Его теоретические исследования не имеют для нас никакой ценности, но тем более интересна его работа, ибо она дает первые точные пояснения тогдашнего применения машин во многих отраслях промышленности. Поэтому здесь воспроизводится большинство его гравюр в уменьшенном размере и важнейшее из их описаний.

На стр. 1 изображен ворот с бесконечным винтом (рис. 307), о котором, между прочим, говорится следующее:

«...Двое рабочих поднимали таким воротом на самое высокое здание Падуи груз в 20 000 фунтов, как-то: камни, известь, железо и прочие строительные материалы. В настоящее время этот ворот оставлен, так как появились другие машины, производящие ту же работу помощью конного привода и блока. Винт сделан из хорошего металла (бронзы) и отлит из целого куска. На концах устроены железные ручки длиной в $1\frac{1}{4}$ фута (локтя), чтобы с каждой стороны было место для рабочего... Колесо, прикрепленное к канатному барабану и вращаемое винтом, сделано из железа, дабы оно меньше снашивалось; диаметр его равен 9 дюймам, ширина $1\frac{1}{2}$ дюйма, на колесе нарезано 18 скошенных зубьев закругленной формы, так что они точно подходят в углубления винта. В середине сделано квадратное отверстие с длиной сторон около $\frac{1}{4}$ дюймов. Оно охватывает цаффу канатного барабана, длиной в $2\frac{3}{4}$ фута и такой толщины, что зубья колеса остаются свободны. Конец барабана у колеса должен быть толще, чем противоположный, где прикреплен ремень, для того чтобы при натяжении его грузом канат наматывался на тонкий конец и медленно двигался. Цаффы барабана и он сам сделаны из одного куска того же дерева. Одна — более длинная — такого же размера, как отверстие в колесах, и длиной в $\frac{3}{4}$ фута. На ней прикрепляется колесо помощью куска железа крючкообразной формы, который прибит гвоздями к барабану. Перед ним устанавливают еще деревянный диск такого размера, чтобы углубления зубьев оставались свободны, закрывая головки крючков. Остальная часть цаффы круглая, такова же и короткая цаффа.

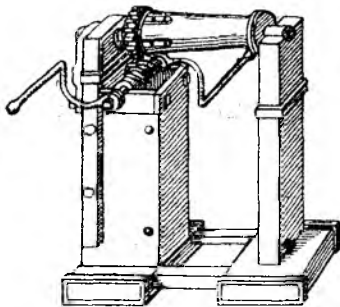


Рис. 307.

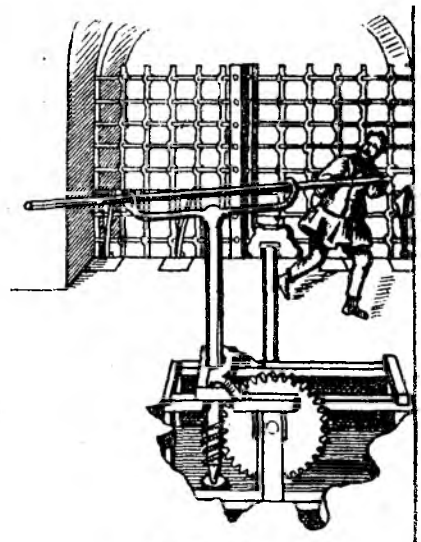


Рис. 308.

Опоры, т. е. отверстия, в которых вращаются цаффы, выкладывают кожей, чтобы дерево не стиралось. Вся машина сделана из дубового дерева. Стойки, особенно те, на которых находятся винты, связаны железными полосами, прибитыми гвоздями...».

Указанный вес в 20 000 фунтов, поднимаемый этой машиной помощью двух людей, повидимому, преувеличен; это, как видно, объясняется тем, что включение сложного блока при описании подъемника в то время часто не упоминалось.

На стр. 3 изображено воспроизведенное на рис. 308 приспособление для подъема железной опускной двери. Винт, устроенный на нижнем конце вала ручного привода, захватывает червячное колесо, сидящее на горизонтальном валу. На другом конце этого вала зубчатое колесо захватывает вертикальную зубчатую рейку, посаженную на решетчатую дверь. Несколько собачек, которые упираются на квадратные каменные плиты пола, предупреждают его падение при прекращении давления или, если во время подъема, происходит разрыв. Горизонтальный вал лежит под полом и изображен лишь в целях наглядности.

На стр. 6 изображена подъемная машина, о которой сказано, что она вытеснила при строительных работах ворот с бесконечным винтом. Это есть вертикальный конный привод, канатный барабан которого одновременно

наматывает один канат и разматывает другой. Оба каната идут горизонтально под направляющим шкивом и затем вверх к сложному блоку через место постройки. Это устройство соответствует подъемной машине Агриколы, о которой говорилось выше на стр. 85; станина ее состоит из подмостков, которые легко установить и снять.

На стр. 14 изображена пловучая мельница. Между двумя понтонами установлено подливное водяное колесо, которое приводит один жернов и одно точило на одном понтоне и молотообразный пестик на другом. Такие пестики мы уже встречали в гравюрах времен гусситских войн (рис. 85, стр. 60). Около пестиков примечание, что ими можно пользоваться в случае отсутствия мельницы; Цонка говорит, что молот служит для того, чтобы размалывать зерно в каменных ступках до обработки его на мельнице. Удивительно, что этот примитивнейший способ размельчения зерна так долго удержался. — Диаметр водяного колеса равен примерно 12—14 футам; об остальных же колесных передачах говорится следующее:

«Диаметр зубчатого колеса на конце вала водяного колеса равен $5\frac{1}{4}$ футам и на нем нарезано 54 зубца. На шестерне 6 цевок. Зубцы колеса и цевки шестерни, в зависимости от расположения, были треугольного типа, именно 48, 54 или 60 зубьев, и 6, 9 или 12 цевок...».

Для подливного водяного колеса диаметром в 12—14 футов можно установить 7 об/мин и тогда для указанной Цонка нормальной передачи $6 : 54 = 1 : 9$ для подвижного жернова получается около 63 об/мин. Это соответствует данным Белидора, который в своей «Architectura hydraulica», 1737 г., ч. I, § 638, говорит, что бегун должен обернуться в минуту максимально 60 раз, чтобы мука не нагрелась. Из рисунков Рамелли мы в свое время пришли к выводу, что подвижные жернова его водяных мельниц делали лишь 28 об/мин (стр. 173), но, по данным Цонка, аналогичным указаниям Белидора, приходится полагать, что Рамелли и здесь рассматривал свои конструкции только кинематически и не учитывал необходимой скорости работы инструмента. Жернова у Цонка не обшиты кожухом, а лежат в больших открытых сверху ящиках, куда собирается мука, в то время как у Рамелли кожух наверху открыт, а у Бессона совершенно закрыт. Также у Цонка отсутствует башмак под загрузочной воронкой, который всегда фигурирует у Рамелли; на самой же воронке имеется смешивающее или встряхивающее приспособление.

На стр. 18 изображена обыкновенная мельница с подливным колесом; а на стр. 21 такая же мельница с несколькими верхнебойными водяными колесами, из которых каждый приводит один мельничный постав. В описании говорится, что вода для последней из указанных мельниц собирается в прудах, откуда она по шлюзам и каменным или деревянным каналам направляется к колесам. Канал у резервуара должен иметь ширину в $1\frac{1}{2}$ фута и длину в 10—12 локтей и иметь уклон, по крайней мере, в 2 фута. У колеса он должен сужаться и иметь вдвое больший уклон, чтобы вода скоплялась больше и поступала с большей силой напора. Далее Цонка говорит:

«Когда собранная вода стремительно струится на колеса, то они начинают приходить в движение. Но, ввиду того, что диаметр этих колес очень велик (16—20 футов), они очень тяжелы; поэтому делают отверстия в 3 или 4 непроницаемых перегородках для того, чтобы вытекание воды облегчало движение колеса».

Он считал возможно более сильный напор воды на непроницаемые перегородки основным средством для обеспечения хороших результатов работы верхнебойных водяных колес, и эту же ошибку повторил Белидор, который в цитированном выше сочинении (кн. II, гл. I, § 664) спускает воду по наклонной трубе на полвысоте колес и пропускает ее через желоб в самую глубокую точку колеса. Германские горняки еще в первой половине XVI в. уже знали правильный прин-

ции конструкции верхнебойных водяных колес, как это явствует из рисунков Агриколы (ср. рис. 143, 144 и 153, стр. 92, 93 и 98). В отношении зубчатой колесной передачи Цонка говорит следующее:

«Ввиду того, что большие водяные колеса движутся медленно, увеличивают число зубьев колес и окружность зубчатого колеса. Оно делается с 48 зубьями и диаметром в $7\frac{1}{2}$ футов... Шестерня делается с 6 цевками и полный оборот водяного колеса дает 14 оборотов жернова...».

Для верхнебойного водяного колеса данного размера надо полагать $4\frac{1}{2}$ об/мин, и, следовательно, при данной передаче снова получается 63 оборота жернова в минуту.

На одной из приведенных жерновых мельниц большое колесо захватывается кроме мельничного привода, сидящей на горизонтальном вальке шестерней с 12 зубьями. На другом конце этого валька заклинено колесико с 20 зубьями, которое захватывает шестерню с 10 зубьями на вертикальном вальке. Этот последний выступает из ящика и несет на верхнем конце звездообразное колесико (протрясочное колесо) с 10 спицами (лучами). В описании сказано, что «мука просеивается так, как работают пекари. «Предполагается, повидимому, сеялка, как ее описывает Кардано (ср. стр. 121).

На стр. 25 изображена мельница с косым ступальным колесом для привода волами (рис. 309). Подобное ступальное колесо для привода человеческой силой встречается уже у Рамелли (рис. 228; стр. 159). В описании говорится, что мельница хорошо мелет хлеб в Венеции (где нельзя было применять водяных колес). Далее говорится:

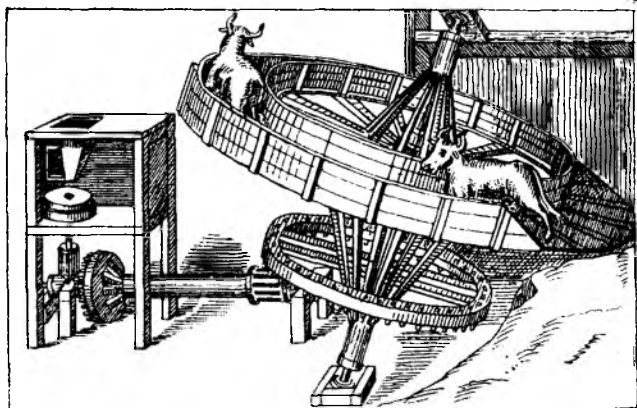


Рис. 309.

«Вал ступального колеса длиной в 15 футов наклоняется одним концом на треть своей длины от горизонтали. В середине насажено колесо диаметром в 21 фут с наклоном так, что по нему могут ходить животные. В то время, как они идут, колесо поддается, а они остаются все время на том же месте. Однако они очень устают, и поэтому надо иметь две пары животных и менять их через каждые два часа. Сбоку колесо имеет ограждение, дабы животные не пугались высоты. Вал имеет наверху деревянную цапфу, внизу — железную, и стоит на металлической опоре, ибо на него приходится весь груз, а железо в металле очень устойчиво, подобно стали в латуни. Над ступенчатым колесом на том же валу насажено колесо меньшего диаметра с 144 зубьями, которое приводится в движение сидящей на горизонтальном валу шестерней с 12 цевками; на конце этого вала насажено колесо с 48 зубьями, как это в большинстве случаев встречается и у других мельниц. Но шестерня, которая приводит жернова, имеет 12 цевок, так что жернова делают 48 оборотов, в то время как ступальное колесо оборачивается один раз...».

На стр. 28 изображен конный привод, который приводит мельничный постав помощью трансмиссионного вала, лежащего под полом, подобно изображенному на гравюре Мариана Якоба из времен гуссентских войн (рис. 112, стр. 69).

На стр. 30 изображена воспроизведенная на рис. 310 дробильная мельница с бегуном (с подвижными жерновами) с приводом от водяного колеса снизу. В описании сказано так:

«Современная машина, называемая дробильной мельницей (pistrino), служит для размельчения различных материалов, необходимых мастеру для анпретирования шкурок и приготовления кожи (т. е. размельчения кноперов, чернильных орешков и прочего для дубления), а также и другим для раздавливания льняных семян для получения из них масла».

Диаметр водяного колеса равен 12 футам, число зубьев зубчатого колеса 48 и шестерни 12.

На стр. 33 изображена мельница с конным приводом, схожая с воспроизведенной на стр. 28, с той лишь разницей, что зубчатое колесо одновременно приводит еще горизонтальный вал с точилом.

На стр. 36 изображена шлифовальня с приводом от водяного колеса (рис. 311). В описании сказано следующее:

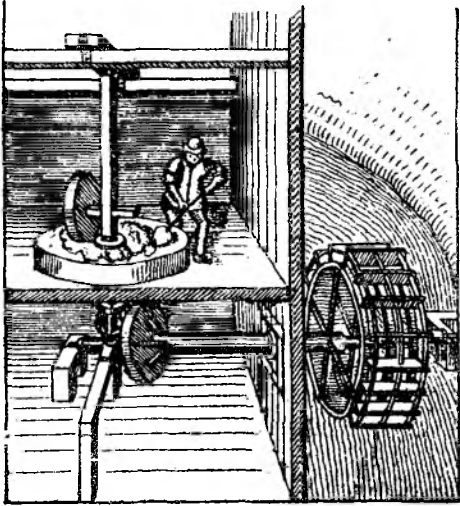


Рис. 310.

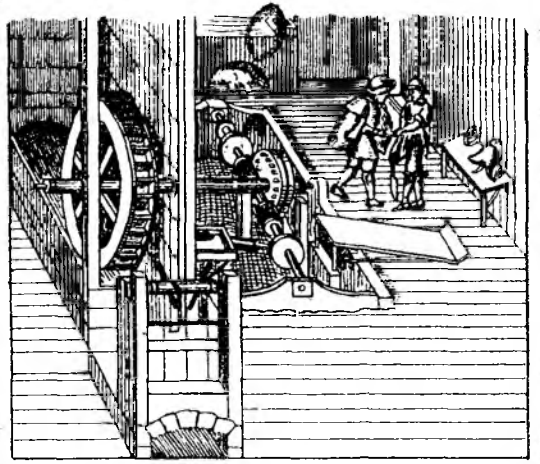


Рис. 311.

«...Можно установить два шлифовальных круга и несколько полировальных дисков, как это изображено на рисунке. Водяное колесо приводится в движение путем открытия водонапорного щита. Таким образом вода попадает в канал шириной в 2 фута, где находится колесо диаметром в 15 футов; оно быстро движется в то время, как вода упирается в его лопасть. Между ними установлено несколько ящичков с отверстиями для захватывания воды и направления ее через канал в желоб, проложенный по другую сторону досчатой стены шлифовальной мельницы; там вода вытекает через трубку и служит мастеру для шлифования. На другом конце вала водяного колеса насажено зубчатое колесо с 60 зубьями, которое приводит две шестерни с 15 зубьями каждая. Эти шестерни неподвижно соединены с валом точильных кругов. Этот вал сделан из железа, дабы лучше противостоять поступательному и быстрому движению. Шлифовальные круги оборачиваются четыре раза на каждый оборот большого колеса... Однако надо заметить, что если вода в избытке, то не требуется никакой колесной передачи».

Пауль фон-Штеттен в своей работе «Kunst-und Handwerks-geschichte der Stadt Augsburg» (Augsburg 1779), S. 141, документально доказывает, что в 1389 г. на городском рву существовала такая же шлифовальная мельница.

На стр. 39 изображена шлифовальня с ручным приводом (рис. 312). Тот факт, что применяемый здесь шпуровой привод в то время еще не был распространен, объясняет то, что Цонка в начале своего описания называет его хорошей конструкцией, а в конце говорит, что его изобретение было очень важно, и уподобляет его изобретению инструмента, называемого дрелью (Trappano), которым расверливают железо, сталь, кости и другие предметы. Вспомним, что Кардано в своей работе «De subtilitate» (Нюрнберг, 1550 г.) указывает на веревочный

привод, которым сверлят геммы (гравированные драгоценные камни) как на «способ, достойный изумления» (ср. стр. 110 и рис. 171). В очерке, посвященном Бессону, мы упоминали, что в работе Гарцони «Piazza universale» (Венция, 1601) изображена литейная мастерская для олова, где токарный станок приводится маховичком и веревкой. Между тем мы установили, что рисунок в этом сочинении взят из книги Иоста Аммана «Stände u. Handwerker mit Versen von Hans Sachs», появившейся в 1568 г. и недавно переизданной издательством Г. Хирта в Мюнхене.

На стр. 42 изображена с у к н о в а л ь н я (рис. 313). В описании сказано следующее:

«Настоящая машина служит для валяния и прессовки сукон и шапок из шерсти и для очистки от жира рубашек, чулок и других предметов. [Отсюда как будто явствует, что сукновальни служили также и прачечными и могут считаться наиболее древней формой прачечного заведения.] Это устройство считается чрезвычайно устаревшим; тем не менее, оно применяется и используется многими ре-

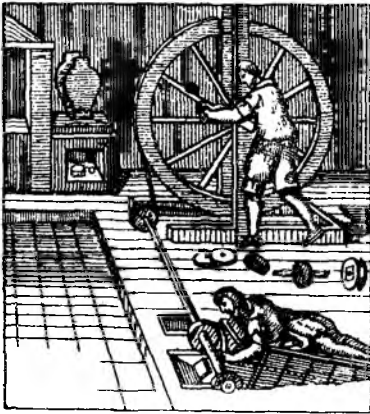


Рис. 312.

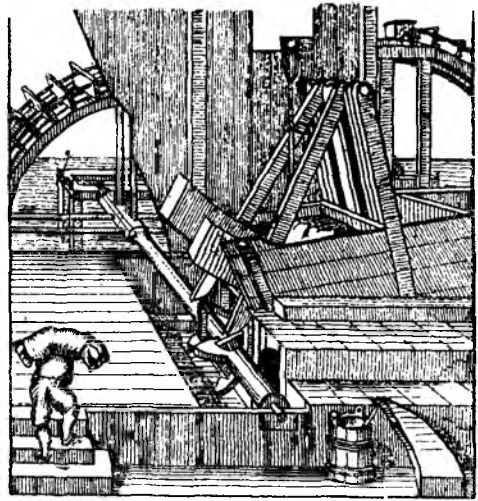


Рис. 313.

месленниками города Падуи. Оно имеет небольшое водяное колесо диаметром в 7—8 футов, вследствие чего при подъеме воды в реке колесо покрывается водой и не может двигаться. Кроме того, недостатком его является то, что на валу очень мало подъемных кулаков, что обуславливает очень медленное движение молотов».

На рисунке на переднем плане изображена отдельная головка молота. Справа на заднем плане стоит черпачное колесо, поднимающее воду из реки в канал, который направляет ее через окно в рабочее помещение и спускает в валяльные корыта. Слева на заднем плане стоит водяное колесо, приводящее в движение пару сукновальных молотов четырьмя подъемными кулаками.

В «Истории технологии» И. М. Ноншэ (Гёттинген, 1807 г., т. I, стр. 287) сказано, что «сукновальни существовали уже в конце X столетия», однако, без указания источника.

Что в Аугсбурге сукновальня существовала уже в 1389 г., доказано П. фон-Штеттенном документально (см. выше).

На стр. 45 изображен воспроизведенный на рис. 314 в и н т о в о й п р е с с е, служивший для придания глянца полотнам, холстам и другим тканям и удаления складок по выходе их с ткацких станков.

На стр. 47 изображен виноградный пресс древнеримского или, вернее, греческого типа, как его описывает Плиний, в том виде, в котором он еще широко употреблялся в Италии того времени.

Изображенный на стр. 50 маслоэкстракционный пресс в основном не отличается от приведенного винного пресса.

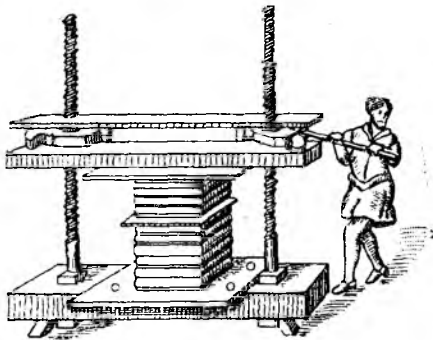


Рис. 314.

На стр. 53 изображен каток (каландр) со ступальным колесом, а на стр. 56 подобный же каток с конным приводом (рис. 315). Здесь впервые встречается перемена направления движения помощью двух конических зубчатых колес, насаженных друг против друга на горизонтальном валу; одно из них захватывает попеременно шестерню, установленную на верхнем конце вала привода, в зависимости от того, к которому из колес она прижимается путем перемещения балки, в которой установлена верхняя цапфа вала привода. В описании каландра на стр. 53 сказано так:

«Важнейшей в этой машине, по словам мастеров, является часть, которая называется рабочий стол (*lavrativa*), над которым на нескольких круглых стержнях, обвитых расправляемым материалом, движется большой груз из камней. Этот рабочий стол есть возвышающаяся над землей деревянная доска длиной по крайней мере в 15—16 футов. Если по условиям места можно сделать ее длиннее, то это еще лучше. Груз делает 6 оборотов (на материи), или же только 2, или же больше — до 12, в зависимости от усмотрения мастера и сорта материи которую хотят прокатать. Можно сказать: для холста достаточно 5—6 оборотов, для камлота и тому подобных материй лишь 2 оборота. Вся длина машины может достигать почти 44 футов».

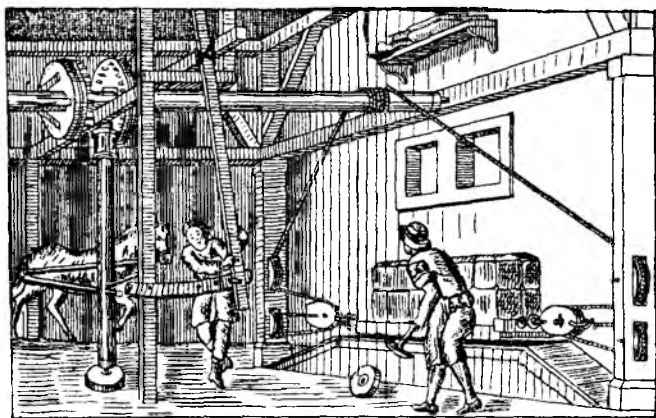


Рис. 315.

Здесь следует вспомнить о каландре с конным приводом Бессона (рис. 217, стр. 148).

На стр. 62 изображено черпачное колесо с конным приводом, наподобие описанного Витрувием, воспроизведенное нами на рис. 52, стр. 45).

На стр. 64 изображен воспроизведенный на рис. 316 типографский пресс. Описание Цонка не вполне соответствует рисунку, ибо на нем винт с четырехугольной

пшлячкой всажён в верхнюю поперечину станины, т. е. неподвижен, а длинная гайка, на которой висит направляющая с нажимной доской, охватывает его нижнюю часть и вращается; в описании же винт изображен вращающимся, а гайка неподвижной в верхней поперечине станины.

В описании сказано, между прочим, следующее:

«...Винт должен быть отлит из металла, ибо тогда он лучше и чище. Его можно сделать и из железа, но это не так хорошо; он должен иметь четырехгранную нарезку... Винт входит в

гайку, сделанную также из металла, и она не выпускает винт за поперечину. Нажимная плита также отливается из металла, чтобы быть гладкой, ибо она должна ровно нажимать на шрифт. Из железа она будет хуже, ибо молотом ее трудно сделать такой ровной. . . Если же хотят сделать нажимную плиту из дерева, то надо взять оливковое дерево. Внизу на винте (по рисунку — на гайке) висит четырехгранная железная буква, которая помощью шнура поднимает нажимную плиту вверх. Эта буква сделана четырехугольной формы для того, чтобы винт (или гайка) лучше нажимали своей конической стальной цапфой, т. е. буква служит для придания жесткости спускающейся с винта (или гайки) на нажимную плиту конической стальной цапфы. Кроме того, она служит для поддержания прямого направления. Буква прикреплена к толстой части цапфы штифтом, проходящим через отверстие; этот штифт помещается на месте вала винта (или цапфы у гайки), который входит в букву на два пальца; этим предотвращается сдвиг, а не вращение цапфы в букве. Позади этого приспособления на высоте в $2\frac{1}{2}$ фута, на которой человеку удобно работать, установлен стол с колесами, занимающий пространство между стойками, заключающими всю конструкцию. На столе движется тележка, в которой заключен шрифт. Рабочий передвигает тележку взад и вперед ручкой помощью шнура, намотанного на валец. Внизу под тележкой в длину прикреплено несколько железных полос и несколько таких же на столе, по которым она, смазанная мылом, скользит легко. После того, как рабочий сделает нажимным рычагом винта два оборота, он перетягивает рукояткой тележку вправо, открывает раму наподобие окна, вынимает оттуда напечатанные листы, берет обеими руками наполненные шерстью маты, смачивает их типографской краской из ламповой сажи, льняного масла и смолы, один или два раза ударяет их друг о друга, затем вставляет шрифт в рамы, запирает их, отводит налево, прижимает рычагом винт вниз и так повторяет печатание. Таким образом печатают один за другим бесконечное число листов».

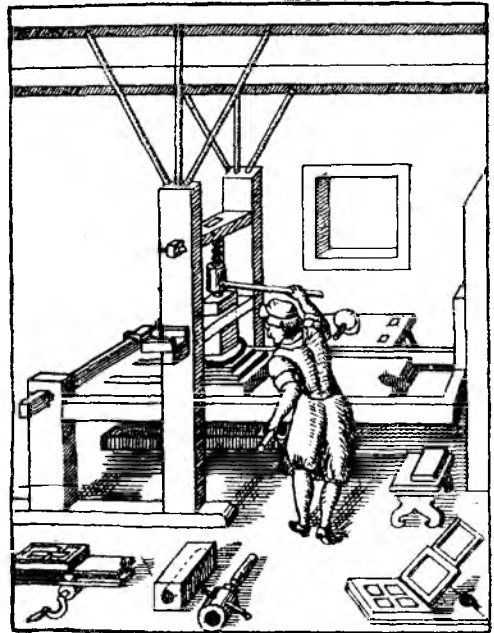


Рис. 316.

Следующее далее более точное описание механизма, который движет тележку взад и вперед, не вполне правильно; из детального чертежа, однако, явствует, что это — тот же механизм, который применял Бессон на лесопильной раме для подачи (продвижения) распиливаемого бруса (ср. рис. 211, стр. 145) и который и ныне применяется на ручных прессах (см. Karmarsch und Heeren «Technologisches Wörterbuch», 3. Aufl., Fig. 673).

Поппе в цитируемом выше сочинении (т. III, § 277) говорит следующее:

«Пресс Гутенберга, который сделал Конрад Засбах, был готов в 1436 г. До этого печатали просто на деревянных табличках помощью бегуна из рога. Первый рисунок этого пресса находится в издании Plautus Komödien, Daventriae, 1518 а. р. Teod. de Borne. Нюрнбергский механик Леонард Даннер впервые в 1550 г. ввел лагунные шпиндели в типографские прессы».

Более подробные данные о Леонарде Даннере имеются у Дощельмейера в его «Historische Nachrichten von Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern», (Nürnberg, 1730).

На стр. 68—75 Цонка описывает тростильный станок с водяным приводом. Сначала он дает чрезвычайно своеобразное описание двигательного механизма, а затем только движущейся части крутильной машины. В целях облегчения понимания приводится сначала последняя часть этого описания, данная на стр. 74 его работы и изображенная на рис. 317.

В технологическом словаре Кармарша и Хеерена, т. VIII, стр. 134, сказано следующее:

«Крутильная машина для шелка состоит обычно из изображенных на рис. 4217 частей. На вертикальном шпинделе неподвижно установлена катушка, наполненная строченными нитями. На верхней более тонкой части шпинделя свободно вращается и движется взад и вперед колпачок с двумя зубцами. Горизонтально расположенная катушка (у Цонка мотовило) приводимая колесами, захватывает мотовилом сученую нить, и поводок под катушкой начинает двигаться наподобие разматывающей машины (у Цонка отсутствует поводок, ибо у него нить наматывается намотки)... Крутильная машина раньше делалась круглой или овальной, теперь же исключительно прямоугольной, двусторонней в 2—3 яруса с 60 веретенами на каждом...»

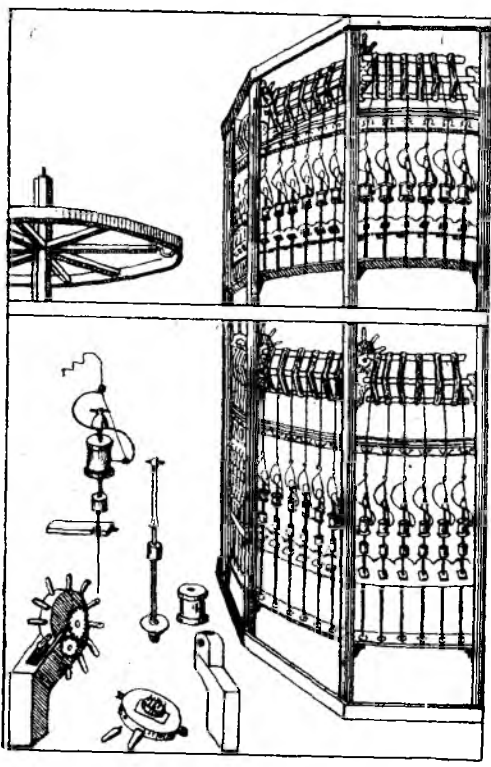


Рис. 317.

Здесь речь идет о круглой крутильной машине, из которой на рисунке воспроизведены лишь некоторые вертикальные отделения. Эта машина имеет два яруса. На стр. 70 своей работы Цонка пишет:

«После того, как мы окончили описание механизма (т. е. внутренней части двигательного механизма), остается еще рассмотреть так называемые погонны или ярусы (*varghi*), которые движутся вокруг первой части. Каждый ярус имеет ряд мотовил и веретен, число таких рядов зависит от высоты помещения, в котором устанавливается машина. Они круглой формы, и ширина отделений должна соответствовать размерам мотовила. Поэтому вокруг механизма устанавливается 16—17 столбиков, которые дают 18 промежутков, куда устанавливаются мотовила. На столбики устанавливают направленные внутрь консоли или опоры. На эти консоли, которые на конце расщеплены (ср. деталь чертежа на рисунке слева внизу) устанавливаются диски с 7—8 зубцами или валиками (червячные колеса), которые движутся помощью винтообразных согнутых брусков на механизме; они называются змеями (*serpi*). На оси этих дисков насажены малые зубчатые колеса с 18 зубьями; они захватывают зубчатые колесики с 12 зубьями, которые прикреплены к нижележащей оси мотовил. Число дисков равно числу мотовил, консоли же с дисками идут попеременно с консолями без дисков. Каждое мотовило охватывает 6 шелковых мотков и под ним движется круглая поперечина, в середине которой между

каждыми двумя стоечками прикреплено по стеклянной трубке. Под стеклянной трубкой помещены М-образные согнутые железные проволоки, так называемые «лошадки» (*cavaletti*), которые поддерживают направление нити своим углублением. Нить движется по стеклянным трубкам, чтобы не порваться, и попадает, наконец, во вращающееся мотовило. Внизу, далее, имеются другие консоли, прикрепленные к внутренней стороне стоечек, на них находится идущая кругом деревянная сволочка, у которой в каждом отделении по шести отверстий, для такого же числа стеклянных пяточек, где железные веретена (шпиндели) вращаются в масле. Как видно из детали чертежа, шпиндели—круглые, внизу заостренные, а в части входящей в катушки, — четырехугольные, чтобы катушка вокруг них не вращалась. Под катушкой помещается железный стержень, который своей тяжестью не допускает подъема веретен вверх. Над стеклянными пяточками устраивается деревянная сволочка, которая вырезана вверх в форме кобылок скрипки и в которую вставляются другие четырехгранные дощечки, прикрепленные внутри деревянными штифтиками; концы же, выступающие из сволочки, имеют вырезы. В них проходят веретена и удерживаются там штифтами. Эти дощечки, так называемые раковинки (*conchette*), могут устанавливаться приблизительно на половину высоты веретен. После прикрепления катушки с шелком на веретена, на верхний конец насаживают коло-

колообразный колпачок с двумя рукавичками из согнутой железной проволоки, из которых верхний не выходит дальше середины колпачка, а нижний — середины катушки. Оба они образуют петли, через которые проходит шелковая нить, когда она идет с катушки, чтобы затем через стойки и стеклянную трубку направиться на лежащее сверху мотовило.

Двигательный механизм машины (рис. 318) описывается Цонка следующим образом:

«На конце вала водяного колеса насажено зубчатое колесо с 40 зубьями, которое приводится вертикальной шестерней с 10 цевками. Над ним, на том же валу, насажено зубчатое колесо с 36 зубьями, с приводом шестерней с 9 цевками, помещенными на поперек лежащем железном валу. На другом его конце насажена шестерня с 12 цевками, которая движет колесо с 108 зубьями; это последнее помещается внутри машины, из которой той части

многие брусья направлены на зубчатое колесо и которая вращается вокруг вала, находящегося в середине ее, и снабженной одной верхней и одной нижней цапфой. От вала звездообразно поперек колеса идут 8 деревянных спиц и несколько выступают из него. На их концах стоят 8 деревянных стоек, которые соединены в верхнем конце с валом — колесом и столькими же поперечинами. Если эта часть очень высока и служит для двух или трех ярусов, то в середине устанавливается еще такое колесо со столькими же поперечинами. Вокруг стоек установлены в косом направлении бруски, которые называются «змеями». Они прикрепляются к двум соседним стойкам, правыми концами несколько выше, а левыми несколько ниже [они образуют восьмеходовой винт очень большого диаметра, высота которого составляла немного больше $\frac{1}{8}$ шага]. Они охватывают своим нижним концом болты на дисках, которые выступают внутрь над мотовилом, и вращают их по направлению к нам. Вместе с ними вращается большее зубчатое колесико и приводит другое такое же колесо под ним, которое сидит на валу мотовила, вследствие чего мотовило вращается в обратном направлении. — На валу механизма прикреплены еще 4 поперечных бруска, которые выступают больше чем «змеи» и достигают веретен. На концах их насажено по дугообразному поперечному бруску (так что они все вместе образуют почти замкнутое кольцо), обтянутому кожей; они захватывают веретена и вращают их при обходе вала. К правому концу каждого из этих брусков прикреплен шнур, проходящий через ролик на валу, к которому приделан свинцовый или каменный груз, натягивающий правый конец бруска для того, чтобы он не упирался в веретена».

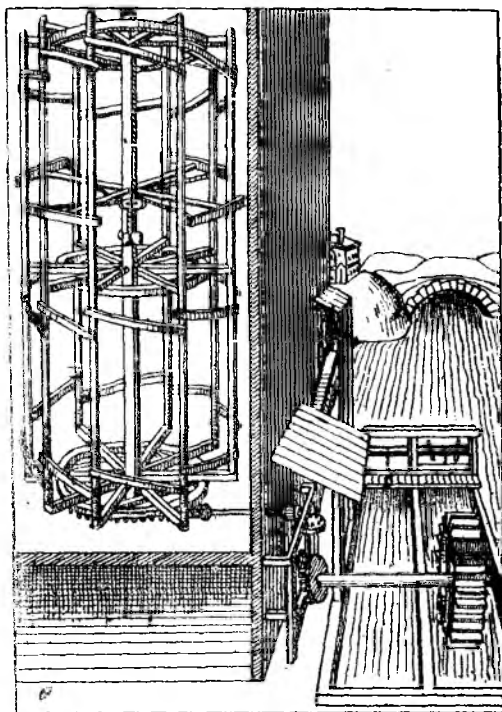


Рис. 318.

На рисунке приводится лишь одна крестовина с такими дугами, а для каждого яруса, с которого хотят крутить, необходима отдельная крестовина. Также и три фланца змеевика (винтовая резьба) по их числу и высоте не соответствуют изображению этажей. Цонка продолжает:

«Если имеется очень мощный двигатель, то им можно приводить в движение еще вторую крутильную машину, установив посредине механизма второе зубчатое колесо, подобное нижнему, которое приводит в движение такую же крутильную машину помощью шестерни на горизонтальном валу со второй шестерней на другом конце».

Водяное колесо движет тогда две машины, каждая с 2—3 ярусами по 16—18 отделений с 6 веретенами каждое. Это составляет всего 384—648 веретен.

После описания (которое нами дано раньше) ярусов или погонов Цонка предлагает еще другой способ вращения веретен, а именно:

«Если хотят крутить шелк, то извне, вокруг веретен прокладывают кожаный пояс (ремень) в два пальца шириной, который удерживается на месте помощью согнутого куска железа на одной из поперечин механизма. Этот ремень держится 8—16 стойками при помощи установленных посредине цапф (или роликов — *repetto*). Но пояс устраивается не всегда. Когда крутильная машина вследствие течения воды вращается влево, то шелк закручивается стремечком внутрь, и указанным способом поступают лишь при вращении машины вправо».

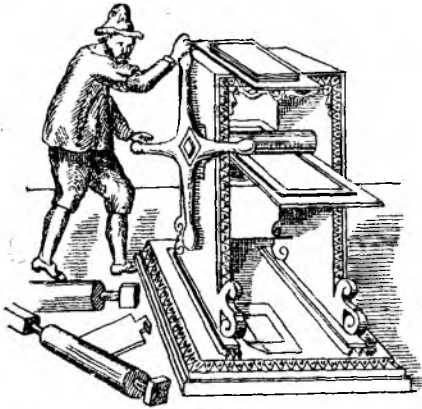


Рис. 319.

Здесь впервые упоминается ременный привод. Под «согнутым куском железа, удерживающим его на месте», надо понимать, вероятно, железный обод, который укладывался вокруг одной из крестовин механизма и не давал ремню соскальзывать. Согласно описанию, такой ремень шел лишь на половину яруса. Если крутили на всех веретенах, то для каждого яруса требовалось два ремня. Далее Цонка говорит:

«Шелк скручивают больше или меньше, в зависимости от требования, и это делается следующим образом: зубчатые колесики, которые сидят посредине диска (многоходовые червяки), убираются и насаживаются большие или меньшие, в зависимости от требования больше или меньше закручивать. Насадка колес производится помощью нескольких железных спиц, которые помещаются на диске и укрепляются чекой (как это видно на рисунке детали)».

На стр. 76 изображен типографский станок для печатания с медных досок (рис. 319). Это — цилиндрический вальцовый пресс, сделанный целиком из дерева. Для вальцов рекомендуется буковое или грушевое дерево без сучков. Вальцы установлены на деревянных опорах так, что их можно поставить дальше или ближе или вынуть. Между вальцами проходит ровная, гладкая доска, выложенная бумагой. Бумага для напечатания предварительно

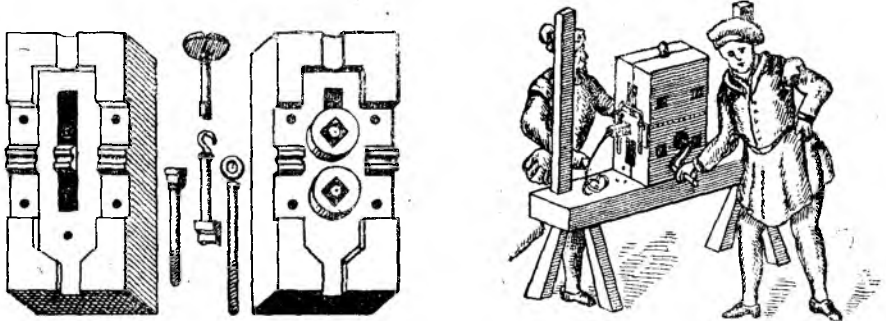


Рис. 320.

несколько увлажняется, покрывается ровным войлоком и затем прокатывается. Черная типографская краска приготовлялась из обугленной скорлупы ореха или горького миндаля или винных дрожжей, особенно часто из ламповой сажи, тонко размалывалась на порфиловом бруске, высушивалась и затем замешивалась олифой или, еще лучше, янтарным лаком (*vernice d'ambra*). До нанесения краски медная доска нагревается с обратной стороны ее над жаровней.

Старейшие из известных нам гравюр на меди относятся к середине XV века.

На стр. 80 Цонка описывает небольшой прокатный стан для прокатки оконного свинца (рис. 320).

«...Свинец обрабатывается только дисками. Они вместе с цапфами или осью выкованы из одного куска стали... На концах оси квадратны для того, чтобы можно было закрепить рукоятку для вращения дисков, когда машина закрыта. Диски (видно справа наверху) внутри досок держатся цапфами. На другом рисунке (слева наверху), изображающем внутреннюю сторону, а частью и на первом, видно 7 отверстий, из которых средние служат для цапф дисков. Они вставлены в лагунные гильзы для большей сохранности их и стальных цапф, ибо при другом металле они быстро снашиваются. Единственный каналчик (в середине рисунка наверху слева) сделан из стали, чтобы резать свинец наподобие дисков. Два другие каналчика (у входа и выхода) вырезаны из того же орехового дерева, что и стенки машины. Стенки соединяются четырьмя винтами, проходящими через другие отверстия. Вся машина идущим извне болтом укрепляется на устойчивой станине, чтобы рабочие могли работать. Сверху идет винт и проходит через вырезанный канал, в нижнем конце которого устроен ползун, который при натяжении винта находит на верхний диск и соединяет крепко оба диска. На нижнем рисунке видны рабочие за работой и выходящий через выпускную трубку свинец для окон; трубка укреплена штифтами...»

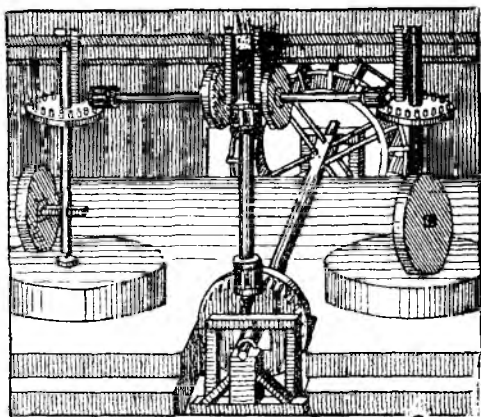


Рис. 321.

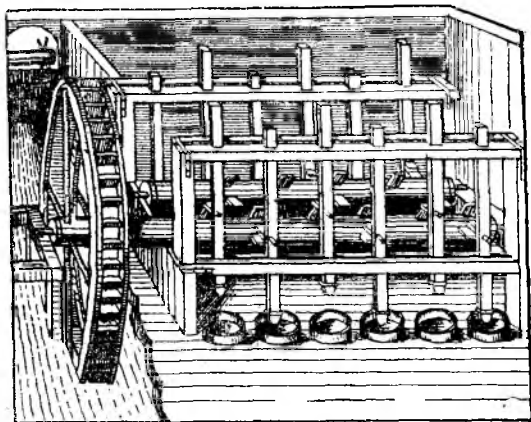


Рис. 322.

Среди рисунков Леонардо да Винчи имеется прокатный стан для производства оловянных и цинковых листов; Леонардо же, насколько можно судить по имеющимся данным, для производства равномерно тонких медных пластин и тому подобного применял только волоочильные станы, на которых можно делать лентообразные полосы максимальной ширины в руку.

На стр. 82 изображена мельница для размола древесного угля для приготовления пороха (рис. 321). В описании говорится:

«Эта мельница отличается от прежде описанной для раздавливания кноперов или чернильных орешков лишь тем, что у нее два жерновых постава с приводом от одного мотора... и что бегун при каждом ходе описывает лишь одну треть окружности при одном обороте водяного колеса... Однако эта скорость вполне соответствует цели, ибо рабочий при этом лучше может регулировать и наблюдать за углем при его переворачивании и движении, что особенно важно потому, что для артиллерии не требуется очень тонкого помола, в то время как чернильные орешки приходится очень сильно размалывать. Все зубчатые колеса, за исключением сидящего на валу водяного колеса, имеют 36 зубьев, а шестерни — 12 цевок. Диаметр водяного колеса равен 16 футам, зубчатое колесо на его валу имеет 54 зубца, а шестерня 18 цевок.. Цапфы вертикального вала сделаны из железа в форме желудя для более легкого вращения, а опоры к ним из металла...»

На стр. 85 изображен толчий стан для размола пороха для бомбард (рис. 322). Он имеет два ряда, в каждом по шесть пестиков квадратного сечения из граба или белого бука, толщиной в $1\frac{1}{2}$ фута и длиной в 6—7 футов, внизу с головкой из бронзы, прикрепленной сквозным клином. Пестики одного ряда поднимаются непосредственно от гидравлического колеса каждый по-

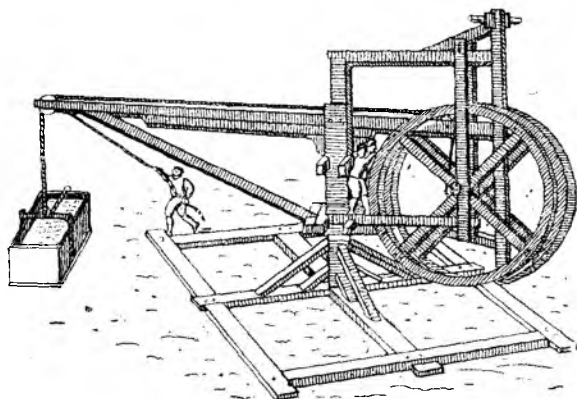


Рис. 323.

мощью четырех подъемных кулаков; они (кулаки) сделаны из грабовых дощечек длиной в $\frac{3}{4}$ фута; пестики же противоположного ряда поднимаются валом, лежащим параллельно первому. 24 подъемных кулака на каждом валу захватывают друг друга наподобие зубцов колес и передают движение от первого вала на второй. Для этой цели они насаживаются на каждом валу так, что через каждую $\frac{1}{24}$ оборота сцепляются два других кулака, что не предусмотрено ни на рисунке, ни в описании. Ступки под пестиками так-

же из бронзы. Диаметр водяного колеса равен 13 футам, высота станины толчейного стана—5 футам. Между стр. 88 и 89 сочинения Цонка вложено два листа другого формата. На правой стороне первого из них, тоже 88, изображен поворотный кран (рис. 323) для выемки земли из крепостных рвов, описания которого нет. Станина машины со стрелой вращается вокруг неподвижной стойки. Поворотные краны, описанные Витрувием, Леонардо да Винчи и Рамелли, стояли или лежали на вращающихся дисках (ср. стр. 43). Среди рисунков времен гусситских войн (рис. 64, 67, 68, стр. 55—56) имеются лишь краны, укосины которых вращались вместе со стойкой крана. Лишь у Бессона имеются

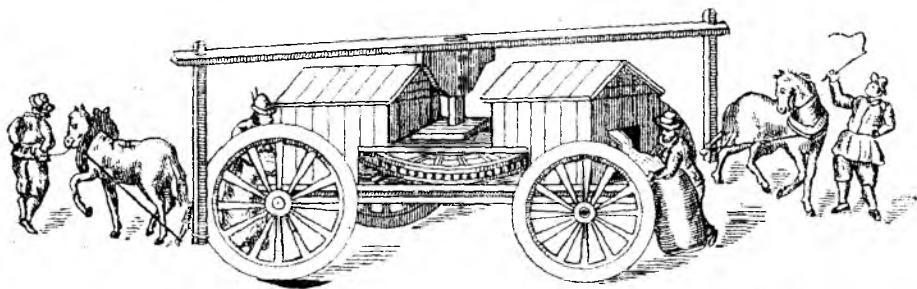


Рис. 324.

краны с неподвижной стойкой, вращающейся станиной и вылетом в форме балансира (коромысла) (рис. 219, стр. 150), который, однако, приходится признать чрезвычайно непрактичным.

Обратная сторона того же листа без пагинации имеет рисунок, воспроизведенный нами под № 324. Надпись гласит: «Новое изобретение муксмольной передвижной войсковой мельницы, сделанное Помпео Таргоне, инженером его светлости Амброзио Спинола, генерала его католического

величества во Фландрии». Небольшой рисунок на той же странице изображает мельницу во время перевозки со святыми и привешенными сбоку коромыслами. Описание также отсутствует.

Иог. Бекманн в цитированном сочинении, т. I, стр. 356, говоря об этой полевой мельнице, сообщает:

«Изобретатель был, как показывает само имя его, итальянец, прославившийся во время ужасной осады Ла-Рошели при Людовике XIII, куда он был вызван, ибо он еще ранее 1603 г., при Спиноле, закрыл гавань дамбой во время длительной осады Остенде. Все те, которые подробно описывали судьбу гугенотов, историю Ришелье и Людовика XIII, и осаду Ла-Рошели, помнят и знают Таргоне. Он был на французской службе в качестве «Intendant des machines», однако его многочисленные и дорого стоящие сооружения не дали тех результатов, на которые он рассчитывал».

Упомянутая здесь осада Ла-Рошели длилась 13 месяцев и окончилась 29 октября 1628 г. сдачей города. Как уже упоминалось в очерке, посвященном Рамелли, он в течение 8-месячной тщетной осады того же города в 1572 г. состоял в свите тогдашнего герцога анжуйского, впоследствии короля Людовика XIII.

Мишо в своей «Biographie universelle» сообщает об Амброзио маркизе де Спинола, величайшем полководце своего времени, следующие данные: «Он происходил из знатного рода, который еще с XII в. занимал одно из первых мест в генуэзской республике; родился в 1571 г. и до 30 лет стремился исключительно к увеличению своего наследственного имущества, предоставив своему младшему брату Федерико следовать своей склонности к военному делу. Этот последний поступил в 1598 г. на службу к Филиппу III, королю Испании, вскоре сделался адмиралом и убедил своего брата также поступить на испанскую службу. На часть своего состояния Амброзио на вербовал в течение двух месяцев полк в 9000 опытных вояк и в мае 1602 г. он с этими своими собственными солдатами выступил из Генуи, в то же самое время, как оттуда выплывали 10 галер под командой и на средства его младшего брата, для покорения Нидерландов власти Филиппа».

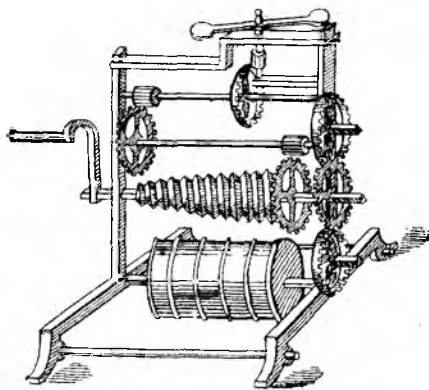


Рис. 325.

Поэтому Цонка лишь в 1602 г. мог узнать конструкцию мельницы, которую Амброзио Спинола привез на поле битвы; то, что к этому рисунку нет описания, объясняется тем, что Цонка неожиданно скончался в ноябре того же года; то же можно сказать и в отношении предыдущего рисунка; однако возможно также, что этот лист вложен не Цонка, а позднейшим издателем.

Второй лист, находящийся между стр. 88 и 89, с одной стороны чистый, а с другой стороны помеченный 89-й страницей, изображает воспроизведенный на рис. 325 вертел, приводимый часовой пружиной. В описании говорится:

«Настоящая машина сконструирована искусно и просто, достойна немецкого духа изобретательства, вся из железа, за исключением червяка... Она приводится в движение не грузами, занимающими много места, а пружиной, многократно навитой на железную ось и помещенной в барабане такого размера, что пружина может размотаться, если отпустить затяжку. Если ее хотят подтянуть, то вращают ручку червяка до тех пор, пока шнур не сматывается с барабана, один конец которого прикреплен гвоздем, служащим одновременно для укрепления пружины изнутри. В то время, как шнур укладывается в нарезки червяка, пружина

жина наматывается в барабане на ось, а остальные колеса останавливаются. Это делается помощью малой стальной пружины на толстом конце червяка, к которому тесно примыкает внутреннее зубчатое колесо...».

Последнее колесо приводит в движение лежащую наверху ось через шестерню и зубчатые колеса, а сверху помещается так называемый уравнительный баланс, который регулирует ее скорость. На четырехгранном конце вала червяка (противоположном ручке) установлен вертел. Позади него, вне станины, установлено цилиндрическое зубчатое колесо, которое помощью двух захватывающих колес вращает цапфы, находящиеся — одна сверху, а другая — снизу, на которые также можно установить вертела.

Заглавие сонета одного итальянского поэта — Гаспара Вицекomes показывает, что переносные часы, которые, вероятно, приводились пружиной, были известны уже к концу XV в. Это заглавие гласит следующее:

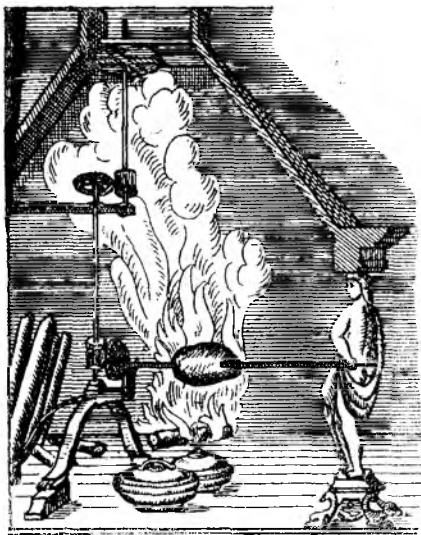


Рис. 326.

«Делают маленькие переносные (portativi) часы, которые очень искусно ходят без перерыва, показывают часы, ход планет и праздничные дни и бьют, когда того требует время. Этот сонет в уста влюбленного, который, глядя на такие часы, сравнивает себя с ними» (ср. Иог. Бекмани, цит. соч., т. I, стр. 177).

Ввиду того, что эти переносные часы считались карманными, то оспаривали изобретение карманных часов Петером Геллем в 1510 г. в Нюренберге, в доказательство чего Габ. Дюпельмайер цитирует, между прочим, одно место из сочинения Иогана Коклеуса «Commentario über die Cosmographie des Pomponii Melae», появившегося в 1511 г. в Нюренберге, которое гласит следующее:

«Ежедневно изобретаются искуснейшие вещи, и молодой Петер Геле на самом деле делал до сих пор такие вещи, которые поражают ученейших математиков. Так, он сделал из железа маленькие часы со многими колесиками, которые могут по желанию поворачиваться, ничего не весят, показывают 40 часов, бьют и могут поместиться в кошельке или на груди».

Ввиду того что в предыдущей надписи Гаспара Вицекomesа просто говорится о «переносных» часах и сообщается, что они также показывают ход планет и праздничные дни, то надо полагать, что речь шла не о карманных часах, а о стоящих или столовых часах.

То же изображение вертела с приводом часовой пружины, подобно данному Цонка, имеется и в «Орега» Бартоломео Скапни (Венеция 1570). Он был поваром пашы Пия V. Его сочинение — это огромная поваренная книга с многими рисунками кухонной утвари.

И. Х. М. Поппе (цит. соч., т. II, стр. 451) говорит, что Монтэнь, который в 1580 г. объездил Германию, Италию и Швейцарию и «Journal du Voyage» которого издал в 1774 г. в Париже Герлон, во время этого путешествия видел в Бриксене вертел с приводом от груза через зубчатый перебор, наподобие упомянутых Цонка. Утверждение, высказанное Поппе там же, на стр. 450, прим. 59, о том, что книга Скапни содержит рисунок вертела с дымовым приводом, неправильно. Он имеется в книге Цонка, на стр. 90, и воспроизведен на рис. 326 настоящего сочинения. О двигателе этой машины сказано следующее:

«...Наверху, на железном бруске, помещают колпачок или ветряное колесико (*virandola*) из тонкой белой жести, подобно германской, ибо она легка. Его приклепывают к крестовине из витого железа с четырехугольным отверстием посредине для того, чтобы при вращении вращался и валик. Ветровое колесико делается круглой формы и должно занять все отверстие дымовой трубы, чтобы весь дым поступал туда. Если же это отверстие слишком велико, то его сужают дощечкой или чем-либо другим подходящим так, чтобы оставалось место лишь для ветрового колесика...».

На стр. 94 Цонка приводит рисунок бумажной мельницы (рис. 327) и говорит:

«... Здание строится у реки, водяное колесо устанавливается в подходящем месте так, чтобы оно подавало воду в здание. Чем чище вода, тем лучше будет бумага. Тряпье, подлежащее размолу, подается в деревянных корытах, где оно растаптывается приведенными водою пестиками до тех пор, пока не превратится в совершенно тонкое мягкое тесто. Это тесто вынимают и замешивают в другом месте водой. Затем мастер помощью определенных для этой цели предназначенных форм делает лист бумаги...».

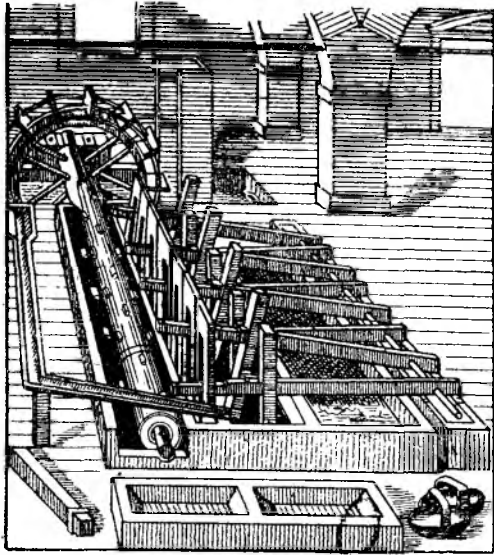


Рис. 327.

На стр. 96 изображена машина для чесания шерстяных сукон (рис. 328). В описании говорится следующее:

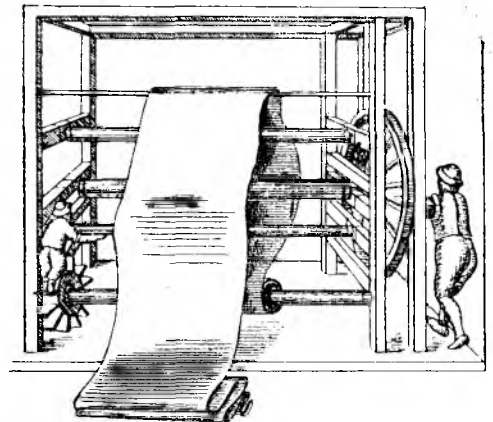


Рис. 328.

«Изобретение настоящей машины очень полезно было, ибо благодаря ей один рабочий может в короткое время обработать много локтей сукна, причем гораздо лучше, чем это делалось прежними способами. Раньше, после натяжения сукна рабочие поднимали руки вверх и чесали его с большим трудом снизу, что стоило очень дорого. В этой машине карды накладывают на валы, которые приводятся в движение одним рабочим, вращающим рукоятку с маховичком; таким образом чешут сукна и другие шерстяные изделия с небольшим трудом. Колеса приводятся в движение одним человеком, если мастера хотят чесать лишь один кусок сукна, двумя при двух кусках, для каковой цели машину увеличивают до двух валов с зубчатыми колесами. Затем человек вращает рукояткой маховичок, который на рисунке, изображающем обработку сукна, помещен между четырьмя вертикальными стойками. На валу маховичка насажена шестерня, которая приводит зубчатое колесо диаметром в 1 пальмо (около 215 мм) или больше. С ним соединено меньшее зубчатое колесо, которое вращает большее (колесо, насаженное на цапфу помещенного сверху кардного вальца, так что сукно опускается очень медленно. Кроме того, маленькое колесико вращает еще другое малое колесо или шестерню на другом кардном вальце. Это последнее колесико, если оно омывается водой, чешет сукно быстрее. Дальше внизу установлен еще один вал, на левом конце которого насажено колесо с несколькими лопастями, на которое садится мальчик и вращает колесо с валом. Он держит одной рукой сукно, чтобы оно было хорошо растянуто, ступает одновременно на колесо и наматывает сукно на вал...».

На стр. 100 изображена воспроизведенная на рис. 329 модель насоса с качающимися поршнями. Конструкция в общем соответствует

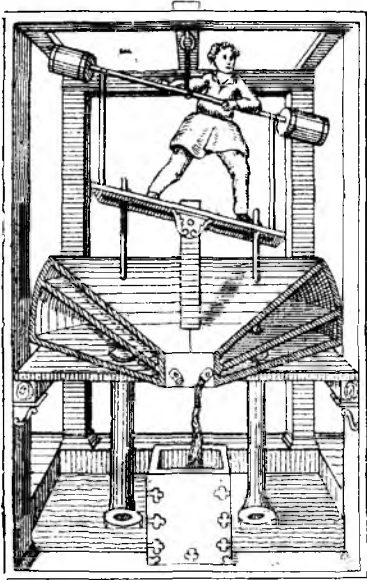


Рис. 329.

рисунку Мариана Якоба (рис. 105, стр. 66), где одной парой обыкновенных воздуховдных мехов накачивается вода; здесь же меха заменены двумя насосами с качающимися поршнями, подобно описанным Рамелли (рис. 240, стр. 162). Вследствие того, что поршни в кожухе должны двигаться, необходим второй балансир, на который давит рабочий, с двумя опускающимися за поршнями шатунами. На нем лежит балансир, который рабочий держит руками. У Цонка он снабжен маховыми грузами, ибо он полагал, что это облегчит работу; однако это дает лишь сильные удары поршней на пол кожуха.

На стр. 103 изображен насос с глубоким поршнем (рис. 330). Здесь мы впервые встречаемся с «прямоугольной вращающейся кулиссой», хотя она имеет эллиптическую форму, что сокращает подъем, и ползун заменен антифрикционным роликом.

На стр. 105 изображен двухцилиндровый насос (рис. 331), построенный по тому же принципу, как тот насос, который мы нашли среди рисунков Мариана Якоба (рис. 104, стр. 66); однако узкое пространство между корпусом насоса и поршнем доведено до прорези, в то время как обычно они плотно примыкают друг к другу. Выпускное отверстие должно отстоять от верхнего

краса насоса и поршнем доведено до прорези, в то время как обычно они плотно примыкают друг к другу. Выпускное отверстие должно отстоять от верхнего

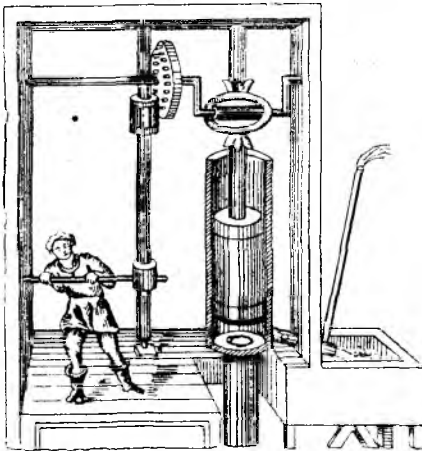


Рис. 330.

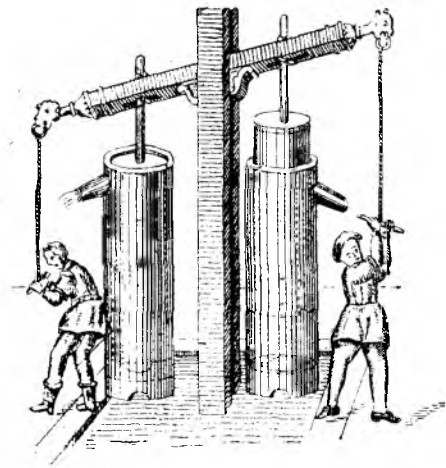


Рис. 331.

края корпуса насоса и верхний конец паза от верхнего конца поршня на таком расстоянии, чтобы паз был закрыт, когда вода доходит до его верхнего конца. При дальнейшем опускании поршня давление оказывается лишь через выходное

отверстие. Все эти соотношения конструкционного порядка на рисунке Цонка не предусмотрены.

На последних страницах его сочинения имеются еще два насоса, качающийся желоб и проект *regretium mobile*, основанный на неправильных предположениях, которые для нас не представляют интереса. Вместо этого в заключение мы рассмотрим до сих пор еще неупомянутые рисунки на стр. 9, 12 и 58.

На стр. 9 изображен **к а м е р н ы й ш л ю з** (рис. 332), а стр. 12 показывает детальные рисунки шлюзовых ворот. В описании говорится:

«... Камеру можно сделать прямоугольной или овальной, подобно изображенной на рисунке. Ворота должны быть снабжены затворными щитами, которые открываются лебедками и закрываются вследствие их веса. Но, прежде всего, ворота должны хорошо замыкаться (подходить друг к другу); они делаются из дерева, не поддающегося гниению... Таким образом они установлены на протекающей через Падую реке для удобства города и также в местечке Стра, в 5 милях от Падуи, где Брента собирает воду для судоходства в Венецию и других надобностей. Подобные устройства имеются у местечка Доло, но здесь они излишни и имеют целью лишь подводить более чистую воду в лагуны Венеции для предохранения

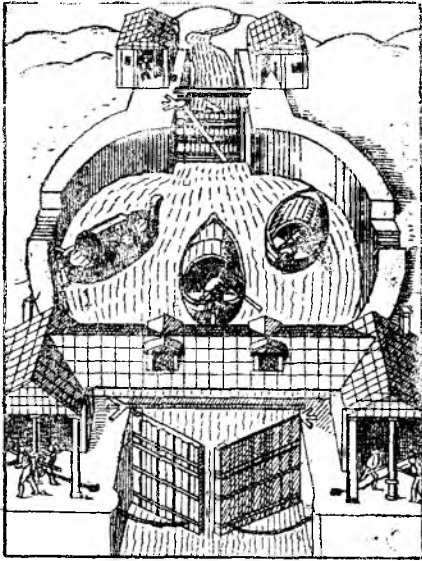


Рис. 332.

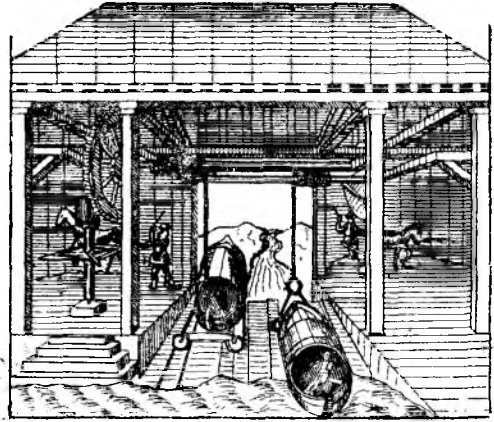


Рис. 333.

их от изменения... Когда суда приближаются для прохождения через ворота, сначала открывают маленькую дверку, которая вращается вокруг оси, проходящей через ее середину, помощью цепи, обмотанной на ворот, или же открывают другое выпускное отверстие (щит) подъемником, для того чтобы вода в камере стояла на одном уровне с водой наверху. Затем открывают ворота для прохода судов и снова закрывают их...».

Детальное описание различных шлюзов находится в «Oeuvres de Mathématiques» Симона Стевина, изданных Альбертом Жираром (Лейден 1634). Рюльман в своей «Geschichte der Technischen Mechanik» сообщает, что Стевин родился в 1548 г. в Брюгге, умер в Гааге в 1620 г. и создал в 1586 г. свою теорию косых поверхностей и рычагов (коромысел).

После того как Стевин (см. указанное сочинение, стр. 601) описал простые шлюзы и камерные шлюзы с так называемыми «трубами», соединяющими бьефы с камерами для впуска и выпуска воды, он продолжает: «До сих пор, в целях облегчения понимания нового описываемого далее изобретения, мы говорили о вещах, которые уже давно находятся в употреблении». Затем описывается двухстворчатый шлюз у устья канала в гавани; этот шлюз

можно быстро открыть для промывки гавани помощью вытекающей воды и углубления ее.

На стр. 58 изображен подъемник с конным приводом для проведения судов по передвижным платформам через плотину. При этом судно помещается на низкой тележке на роликах; на рисунке (рис. 333) надпись: «Тележка из Цафозина». Фузина — ныне местечко у устья Canale di Brenta. В описании Цонка говорит:

«На лагунах в 5 милях от Венеции, где кончается река Brenta, воздвигнуто прилагаемое сооружение, называемое сагго, которое провозит барки для удобства едущих из реки в лагуны и обратно. Эта тележка сделана из квадратных брусьев; два подлиннее — на их концах кольца для подвески крючков каната, и два более коротких, которые их соединяют так, что они образуют квадрат. Посредине его помещаются еще два бруса одинаковой длины (параллельно длинным брусьям). В квадратном внутреннем пространстве имеются 4 ролика с железными цапфами и крепкими железными обручами такого диаметра, что они не выступают из-за брусьев для того, чтобы барки на тележке не нарушали их движения. Они могут иметь диаметр в 1 фут и ширину в $\frac{3}{4}$ фута. Остальное устройство устанавливается на суше. Оно состоит из вертикального вала с двумя крест-накрест расположенными тягами, в которые впрягают лошадей, и сверху насаженной шестерни. Она приводит в движение зубчатое колесо, которое прикреплено на валу так, что канат с железным крючком для натягивания барки наматывается на него... Лошадь на правом берегу реки тянет барку по лагуне, а лошадь на левой стороне — по реке, во избежание беспорядка и путаницы... К этому надо еще добавить, что между рекой Brenta и лагуной, где тележка образует переправу, устроена крышеобразная каменная кладка с очень тупыми углами, такой вышины, до которой вода доходит при максимальном подъеме. Форма верхней части видна на рисунке. Там, где движутся колеса тележки, устанавливают две несколько возвышенных каменных колес, у подножия, где они с обеих сторон входят в воду, устанавливают две очень большие каменные плиты равной твердости, так что тележка при переезде не разбивается и не снашивается...»

В новейшее время наклонные поверхности применяются, например, на каналах Эльбинг-Оберланд и североамериканском Моррис-канале, причем в первом случае они приводятся в движение локомотивом, а во втором — силой воды.

ГЕНРИХ ЦЕЙЗИНГ

(Ум. 1613 г.)

К наиболее известным в Германии старинным сочинениям по машиностроению относится вышедшая в 1612—1614 гг. в малых in quarto листах книга «Theatrum machinarum etc. durch Henricum Zeisingk, der Architektur Studiosum, in Verlegung Henning Grossen des jüngeren, Buchhändler in Leipzig»; однако большая часть ее не может считаться оригинальным произведением.

Об авторе ничего неизвестно; только из датированного 1 сентября 1613 г. предисловия ко второй части видно, что он умер до окончания работы. Выпуск третьей части, повидимому, был осуществлен одним издателем, ибо в предисловии к четвертой (части) сказано, что большая часть ее переведена «с итальянского и французского языков Иеронимом Мегизером, историком курфюршества саксонского».

Что побудило Цейзинга к изданию его книги, видно из предисловия (обращения к читателю), из которого мы и приводим отдельные места:

«... Составление книги из ряда рукописей и работ отдельных остроумных людей, которые изобрели машины, требует большого и напряженного труда...».

«... И для того, чтобы благосклонный и любознательный читатель не натолкнулся на чужое и неизвестное, что могло бы помешать ему в правильном понимании машин, то, в первую очередь, в «Theatrum» приводится в качестве введения книжечка «Von rechten Grund und Verstand Waag und Gewichts», которая незадолго до этого времени была сдана в печать на немецком языке высокообразованным и известным математиком и медиком Д. Гвальтеро Герминио Ривино...».

«... В следующих частях встречаются различные искусные мельницы и винты и прочие изобретения и удачные механизмы. Эти и еще другие полезные вещи я предполагаю также издать в ближайшее время и уверен, что любознательному читателю это будет приятно, особенно потому, что сочинения авторов, писавших об этих предметах, невозможно получить на немецком языке и к тому же они вышли в больших форматах и очень дороги; этот же «Theatrum» будет издан в удобном формате и по небольшой цене».

Приводим еще следующее небезынтересное в культурно-историческом смысле место из обращения к бургомистру и ратуше города Лейпцига:

«...Поэтому я не жалел труда и сил для того, чтобы снабдить это почтенное сочинение чертежами и гравюрами, ибо я видел, что это полезное искусство гравюр и печати до этого времени было в Лейпциге незнакомо и чуждо, и я считал несправедливым, что этот достохвальный город должен быть еще долгое время лишен этого вида искусства¹...».

В подписи этого предисловия имя «Цейзинг» написано без «k» на конце, и мы сохранили это начертание.

Соответственно поставленной цели большинство гравюр в «Theatrum» Цейзинга является уменьшенными копиями из сочинений более старых авторов или

¹ Гравюрное дело было известно в Мюнхене уже за 100 лет до этого.

же чертежами по их данным, мы не могли этого доказать лишь в отношении 36 гравюр из 128, и поэтому они признаются оригинальными.

Первая часть содержит 25 гравюр. Из них % № 1, 2, 3 взяты из работы Гвальтерия Ривино, №№ 8, 9, 10, 13, 15, 17, 21 и 23 — заимствованы у Бессона: 21, 33, 30, 35, 31, 38, 53. По данным Витрувия составлены №№ 11, 12 и 14, а по данным Кардано №№ 20, 23, 24 и 25. Оригинальными могут считаться №№ 4, 5, 6, 7, 16, 18 и 19.

Вторая часть содержит также 25 рисунков. Из них первый дает сделанный по данным Витрувия нивеллир (Chorobat) (стр. 39). №№ 2 и 12—18 включительно скопированы у Цонка: стр. 61, 100, 103, 105, 107, 110, 112, 114, №№ 6—10 взяты из таблиц 47—50 и 44 Бессона. За оригинальные могут считаться №№ 3, 4, 5, 11, 19 и 20—25.

Из 26 таблиц третьей части №№ 1, 2, 3, 5, 8, 10—14 и 16 взяты у Рамелли (соответственно таблицы 128, 127, 123, 124, 132, 114, 115, 116, 135, 134 и 136), №№ 6, 7, 18, 21, 22, 23 — у Цонка (стр. 25, 89, 43, 85, 94), № 9 и 15 — с таблиц Бессона (№ 28 и 13). Оригинальными могут считаться №№ 4, 17, 19, 20, 24—26.

Четвертая часть содержит 28 таблиц. Из них №№ 1—4, 6, 7, 27, 28 скопированы у Цонка (стр. 45, 47, 50, 64, 76, 96, 1 и 3), № 8—11 — с таблиц Бессона (7, 8, 9, 59), № 12—26 — с таблиц Рамелли (стр. 169, 170, 168, 173—183 и 189), № 5 изображает книгопечатню, подобную изображенной у Цонка.

Пятая часть содержит 24 таблицы. Из них №№ 1, 2, 3, 13—21 взяты с таблиц Рамелли (185, 184, 187, 88, 85, 86, 79, 76, 64, 73, 9 и 95), № 11 с таблицы 19 Бессона. Остальные номера, именно 4—10, 12 и 22—24, повидимому, оригинальны, но изображают гидравлические и пневматические игрушки, подобные тем, которые встречаются у Герона Александрийского.

В введении к первой части Цейзинг приводит определение понятия «машины» по Витрувию и говорит о «замечательной природе» круга (по Аристотелю), затем он делит машины по приводящим их силам.

Первую группу образуют сами себя движущие машины (т. е. те, которые движутся натянутой пружиной). Среди них поименованы:

«Малые, бьющие, показывающие часы и будящие часики и такие, которые изображают движение планет; они делаются в настоящее время в Германии с большим прилежанием и тщательностью. Ввиду того, что это искусство достигло высокого совершенства, их можно получить сделанными весьма тщательно и тонко размером в большой палец руки».

Поппе, говоря в своей «Истории технологии», Гёттинген 1810, т. II, § 247, о карманных часах, сообщает:

«Тотчас же после изобретения этого механизма стало считаться чем-то особенным иметь очень малые часы, например, в пуговицах, на шейных цепочках и пр. Так, архиепископ Паркер в своем завещании от 5 апреля 1575 г. отказал своему брату Рихарду свою палку, в набалдашнике которой были часы (Sommer's Canterbury Supplement, № 14, p. 36). Это пристрастие сохранилось до XVII в. В XVII в. особенно излюблены были шейные часы, которые подвешивались вокруг шеи на тонкой ценной цепочке. Пандироллус (rerum memorabilium etc., P. I. Francof, 1660, Tit. X, p. 168) и Флудд (vtriusque Cosmi... Historia, Oppenh., 1618, cap. 4) говорят о шейных часах и о часах — кольцах, как об очень ценных».

Среди машин, приводимых в движение ветром, указываются:

«Большие фуры, которые приводятся в быстрое движение по суше ветром путем натяжения парусов, изобретенные в наше время в Нидерландах искусным математиком Симоном Стевино».

В книге Вередария (псевдоним генерального директора почт Гейнриха Стефана), «Buch von der Weltpost», III Aufl., 1894, S. 95, об этих повозках с крыльями сказано:

«... Имеются известия от XVII в. о применении парусных повозок; имеется и ряд рисунков того времени, дающих разъяснения о конструкции и применении этих повозок. Наш рисунок со старой гравюры изображает «парусную повозку Шевелинга». Епископ Wilkins в своей «*Mathematical Magic*», London 1648, пишет об этом способе сообщения следующее: «Сила ветра, действующая на паруса, может быть использована также и для движения повозок, так что этим способом можно с успехом «ходить под парусами» на суше, как на судне по воде. Такие повозки с незапамятных времен применяются на равнинах Китая и Испании; однако максимальный успех они имеют в Голландии, где они значительно превосходят скорость самых быстроходных судов. Там на этих повозках в течение нескольких часов 6—8 человек перевезлись на расстояние до 20—30 голландских миль, причем рулевой, сидящий у кормы, легко может давать ей любое направление». — Далее приводится рисунок аналогичной парусной повозки (такая же находится в Берлинском почтовом музее), которую построил математик Симон Стевин для графа Морица Нассауского (1567—1625)».

Гравюры первой части «*Theatrum*» Цейзинга, которые можно считать оригинальными, незначительны. № 4 изображает рычаг и безмен. На рис. 5 изображено, как помощью двух длинных рычагов, на концах которых установлены ящики, наполненные камнями, можно разобрать стену; № 6 — способ выкорчевывания кряжа рычагами, № 7 изображает горизонтальный и вертикальный ворот простейшей конструкции, № 16 — копер простейшего вида, № 18 и 19 — стоячий и лежачий ворот с бесконечным винтом.

Во второй части № 3 изображает черпачное колесо для ручного привода, № 4 — ковшевой элеватор с конным приводом, № 5 — черпачное и водяное колесо.

№ 11 (рис. 334) обозначен как:

«Очень хорошая машина для подъема помощью водяного колеса с тремя рычагами в треугольнике (т. е. трехкратно согнутая ось, — кривошип, плечи которого по отношению друг к другу установлены под углом в 120°) воды на башню, откуда вода может быть направлена самотеком в город».

В описании сказано:

«... Чем сильнее вода, тем больше рычагов можно установить на колесе, которым накачивают воду, так что вместо треугольника можно устанавливать и пятиугольник (т. е. пятикратно согнутую ось). Здесь же привод осуществляется треугольником, обозначенным А. Он должен быть отлит из латуни, очень прочен, таков, чтобы вес его равнялся, по крайней мере, 7 центнерам. Хотя колесо приводится в движение свободно текущей водой, однако оно поднимает воду не из реки, а из прекрасного чистого родникового колодца, откуда она поднимается по трубе С, идет по горизонтальной трубе D, над которой стоят три стоячие (дере-

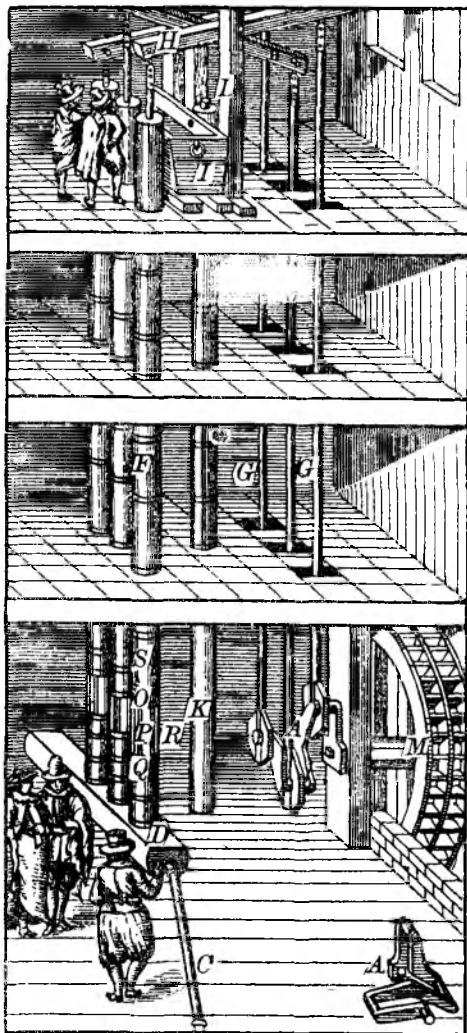


Рис. 334.

вянные) трубы Q , укрепленные железными кольцами. В этих трубах установлены прочные латунные цилиндры P , на которых лежат спускные вентили. Три деревянные трубы O , укрепленные над латунным цилиндром внизу и вверх крепкими железными кольцами, можно вынуть, ибо над ними установлены насосные поршни. Когда рычаги оборудуются новыми прокладками (т. е. поршни заново соединяются), то их освобождают сверху от балансира H и спускают цилиндры вниз. Когда они набиты заново, то трубу O вставляют снова, укрепляют ее стойками R и уплотняют старым полотном или лоскутами... Труба S над штоками O отлита из латуни, шириной в $\frac{1}{4}$ локтя. Туда входят клапанные поршни с кожаной прокладкой. На этих медных трубах стоят деревянные трубы F , с железными кольцами, чтобы их вода не могла разорвать, ибо она, вследствие значительной высоты, имеет большой вес. Наверху из этих труб вода стекает в медное корыто I , из которого она снова попадает в трубы K и под землей проходит в город».

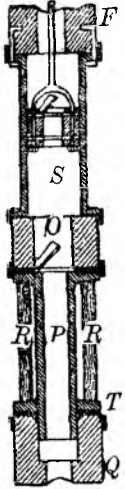


Рис. 335.

Это описание трудно понять, главным образом, потому, что в настоящее время под «цилиндром» насоса понимаются трубы, в которых движется поршень, здесь же так называется нижняя труба с всасывающим клапаном; находящаяся наверху латунная труба S , шириной в $\frac{1}{4}$ локтя, в которой движется поршень, не имеет особого названия.

Мы пытались на рис. 335 изобразить конструкцию насоса соответственно этому описанию. Латунный цилиндр насоса S укреплен в железной подъемной трубе F . Латунную трубу P , на которой пристроен всасывающий клапан, можно несколько продвигать вверх и вниз в деревянной трубе Q . Короткая деревянная труба O охватывает всасывающий клапан и образует благодаря этому до некоторой степени кожух вентиля. С одной стороны стойки или раскосы прижимают фланцы T (которые в описании не упоминаются) вниз к всасывающей трубе Q , с другой стороны труба P с вентиляльным кожухом O прижимается к насосу цилиндру S , и сдавливает прокладку между S , O и P так же, как между T , Q и P . Если убрать эти подпорки, то латунная труба P несколько опускается и вентиляльный кожух легче вынуть. Если же освободить рычаги от балансира и спустить его, то в пространстве между всасывающим вентиляем и цилиндром появляется поршень и может быть заново набит.

Своеобразным является в этой конструкции отсутствие какого бы то ни было винтового соединения.

Надо еще указать, что на детальном чертеже (рис. 334) в углу направо внизу тройной кривошип A оканчивается еще четвертой цапфой концентрической втулки, в то время как на главном рисунке она вместе с соответствующей опорой опущена, вероятно, из боязни, что опора слишком закроет тройной кривошип.

№ 19 изображает подъемник, составленный из деревянных труб с металлическими соединительными частями, предназначенный для опорожнения вышестоящего пруда.

№ 20 (рис. 336) имеет следующую надпись:

«Другая машина для подъема воды насосом в корыто помощью водяного колеса и направления ее дальше нагнетательным механизмом на высокую гору».

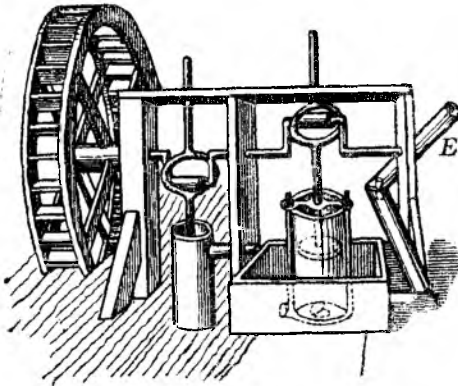


Рис. 336.

В описании сказано:

«...Деревянные трубы *E* должны быть укреплены железными полосами и кольцами, чтобы не расходиться под влиянием большого напора воды...».

Ввиду того, что издесь, где речь идет о подъеме воды на высокую гору, говорится лишь о деревянных подъемных трубах (железными кольцами, надо

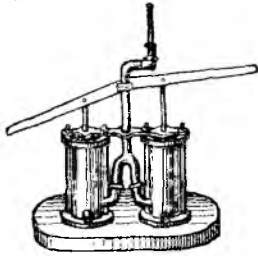


Рис. 337.

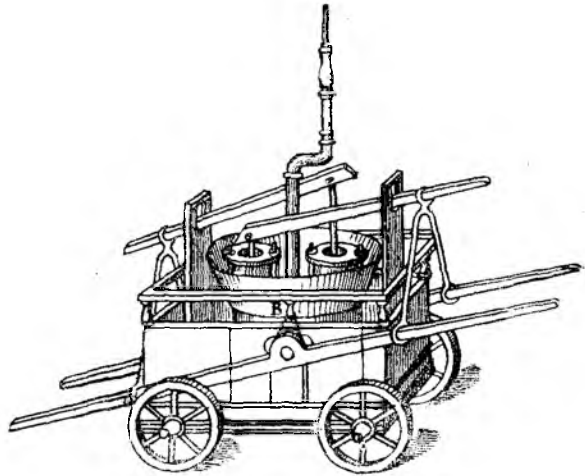


Рис. 338.

полагать, что чугунные трубопроводы в начале XVII в. еще не были известны.

№ 21 изображает архимедов винт, конструкция которого отличается от описания Витрувия (ср. стр. 48) лишь тем, что винтовые шаги образуются не из согнутых деревянных планочек, прикрепленных друг над другом гвоздями и склеенных смолой, а из секторообразных дощечек, прилаженных друг к другу сбоку. Они всажены в сердечник и в кожух, причем этот последний обязан железными ободами, а все вместе внутри и снаружи покрыто (уплотнено) смоляным слоем. Железные цапфы двигаются в подшипниках с латунными антифрикционными роликами.

№ 22—25 (независимо от рисунка, сделанного Вальдо Урбино по описанию Герона) являются старейшими рисунками пожарных насосов, которые нам известны. № 22, 23 и 24 воспроизведены на наших рис. 337, 338, 339 и 340. № 25 изображает применение такого насоса на пожаре.

Надпись Цейзинга гласит:

«Прекрасное новое изобретение — машина или пожарный насос, очень полезный во время пожара; до сих пор не было подобного приспособления, тогда как в настоящее время оно может служить источником спасения от пожарного бедствия».

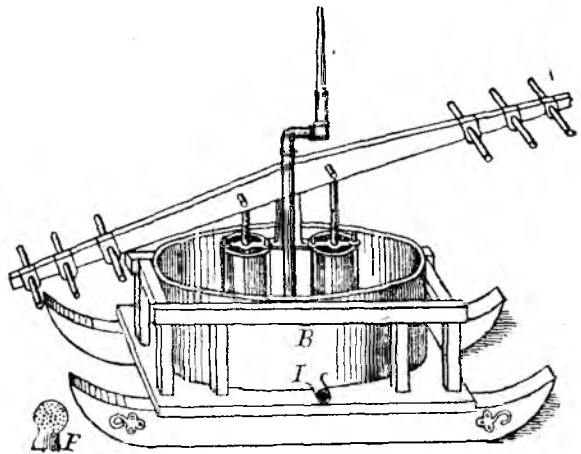


Рис. 339.

В описании сказано:

«Нехватает похвал и слов для выражения того, какую пользу и спасение при пожаре оказал этот пожарный насос, ибо 5—6 человек, подающих воду в насос и управляющих им для направления воды в огонь, могут сделать больше, чем несколько сот человек при других способах».

В описании к детальному рисунку № 24 (рис. 340) сказано:

«Отливают две крепких латунных трубы (цилиндра), обозначенных на гравюре *A...* В зависимости от желаемой крепости сооружения они должны быть 2—10 или больше дюймов в ширину, в высоту же около одного или полутора локтя и внутри также широко и гладко отделаны, внизу же должно быть крепкое дно. Также внизу должно быть довольно большое круглое или четырехугольное отверстие, а внутри на каждом отверстии вентиль *B*. Такое отверстие можно делать внизу на стене у дна или же внизу в дне, что удобнее и лучше, ибо насосы (поршни), которые внутри приделаны к железным штангам *M* и точно установлены, должны втягивать воду через эти отверстия, и трубы (цилиндры) должны стоять в медном котле, как на гравюре № 22 *B* (рис. 338) или же в медной ванне, как изображено на гравюре № 23 (рис. 339) и обозначено тоже *B*; все вместе с котлом или вместе с ним в деревянном ящике прикрепляется и заделывается внизу крепкими болтами и винтами из меди... Кроме того, в трубах (или цилиндре) должны иметься другие отверстия, по одному в каждой, через которые всосанная вода снова выдавливается. В них имеются трубки, которые идут вверх одна над другой, как это изображено на гравюре № 24 через *C* (рис. 340), а наверху на каждом конце установлен вентиль. Эти трубы упираются внизу в разветвление (вилкообразная труба) насоса... Железные насосные поршни обозначены *M* и внизу к ним приделаны медные поршни *L*. Верхняя часть насосного поршня неподвижна на штанге, нижняя же часть вставляется сверху, посредине вдавливают кожаную прокладку и привинчивают винтом *N* (т. е. гайкой). Насосные штанги вделаны вверх в крепкую поперечную балку (балансир) *I*. Он стоит на прочном

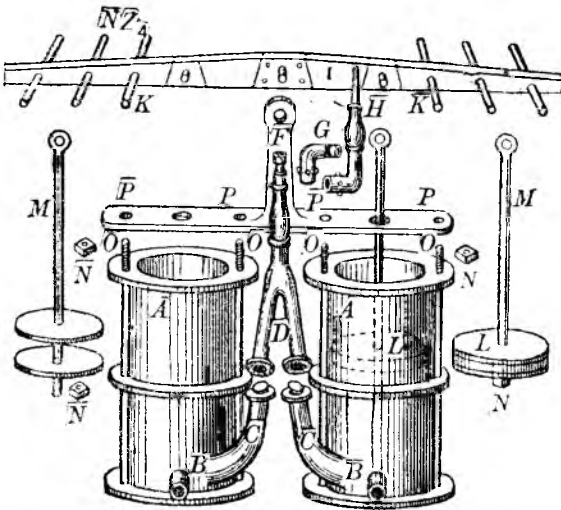


Рис. 340.

штоке или поперечном железном бруске *F*. Он прикреплен поперек на ящике, ибо он должен выдержать всю силу движения. Он имеет отверстия *P*, через четыре из них проходят болты *O*, которые его укрепляют, а также большие трубы (цилиндры) к ящику, а через остальные проходят в цилиндры насосные штанги.—Когда теперь вода втягивается через нижние вентили в насосные трубы, то она прижимается рукавами или ответвлениями *C*, направленными вверх в разветвление *D*, где она попадает в трубу и проталкивается к верхнему концу ответвленной трубы. Наверху на трубе насажен колпачок (коленчатая труба), он должен быть так установлен, чтобы его можно было поворачивать, как, например, части крана поворачивают друг в друге. Этот колпачок имеет выход или отверстие в сторону, так что он имеет форму наугольника, и чтобы он не отходил от горлышка трубы, на которой он насажен, вокруг трубы делается зарубка и через колпачок (т. е. через его стенки) с обеих сторон в зарубки должны входить маленькие винтики. Они держат колпачок так, что он не снимается и не соскакивает под напором воды или при вращении. В отверстие колпачка вставляется последний кусок насосной трубы *H*; однако лучше, чтобы отверстие колпачка вставлялось в последнюю насосную трубу *H* и хорошо пригнано. И подобно тому, как можно вращать колпачок *G* на его трубе *D*, то и труба *H*, куда входит нос колпачка, должна вращаться. Тогда, вследствие подвижности колпачка, можно воду в любое мгновение направлять и поливать куда угодно; вследствие же подвижности насосной трубы (штанги) *H* можно воду направить вверх и вниз, как угодно... Надо также заметить, что в балансире *F* по обоим концам вставляются поперечные брусья или его охватывают железными полосами, чтобы 12—14 человек, в зависимости от силы, с которой желательно произвести поливку воды, могли натягивать его; кроме того, надо заметить, что последняя обозначенная *H* труба должна быть очень длинной, около трех локтей и не менее, ибо, чем она длиннее, тем выше можно прогнать воду, наподобие того, как дутьевая

трубка действует тем дальше, чем она длиннее... Такие шланги со всеми их частями можно поместить либо в котел, который помещается в специальном ящике на повозке, подобно изображенному на № 22 (рис. 338), или же его можно установить в медную ванну в прочном ящике на дровни или салазки, как на гравюре № 23 (рис. 339). Малые пожарные насосы можно также делать так, чтобы обе трубы (цилиндра) привинчивались к крепкому латунному или медному листу, как на гравюре № 22 (рис. 337), затем они вставляются в бочку с водой, и оттуда можно поливать комнаты, брандмауэр, дымовую трубу или что потребуется...».

В заключение специального описания гравюры № 22 (рис. 338) замечается:

«Вверху котла *V* должна быть латунная крышка с отверстиями, чтобы в насосные трубы попадала только вода без примеси дерева, камня или грязи».

В специальном описании гравюры № 23 (рис. 339) имеется такое место:

«К этому надо еще заметить, что внизу из медной ванны выходит труба, обозначенная *I*, далее — изображенная слева внизу часть *P*, которая является полым медным поршнем или шаром, в котором проделаны многие малые отверстия. Этот поршень (который на рисунке не изображен), когда его вставляют в трубу, идущую из ванны, сгибается в горле под себя; и такой же устроен на одной шланге, чтобы можно было втянуть воду из желобов на улице, которые загорожены предохранительной доской, снизу в насосные трубы. Однако этот насос имеет внизу в котле латунную поперечную трубу, на которую опираются обе большие латунные насосные трубы (цилиндры) и втягивают воду снизу из котла (или из уличных желобов)...».

Из всего вышеизложенного следует, что эти пожарные насосы не имели ни ящика для сжатого воздуха, ни пожарных рукавов, и поэтому не совсем понятно, что подразумевается под этим «новым изобретением», которое так восхваляет Цейзинг, так как известно, что пожарные насосы подобного рода уже описывались Героном Старшим Александрийским, учеником Ктезибия, еще во II в. до н. э. (см. стр. 22).

«Однако сомнительно (говорит Иог. Бекманн в своих «Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen», Leipzig, 1797, В. IV, S. 431), чтобы их применение было всеобщим и чтобы древний Рим уже обладал этими полезными машинами. Плиний Младший, который в 111 г. н. э. был легатом в Вифинии, сообщая императору Траяну, что большая часть города Никомедии сгорела, говорит («Письма», 42, книга 10):

«Пожар разгорелся, во-первых, вследствие силы ветра и, во-вторых, из-за лености жителей, ибо установлено, что зрители этого громадного бедствия стояли неподвижно и ничего не предпринимали. Кроме того, во всем округе не было ни п о ж а р н о г о н а с о с а (et alioqui nullus usquam in publico siphō), ни пожарных ведер и вообще никакого аппарата для подавления пожара, хотя все перечисленное мною было уже в подготовке».

«Среди этих огнетушительных аппаратов «сифоном» повидимому был пожарный насос Ктезибия, хотя некоторые считают, что под ним следует понимать лишь водопроводы, каналы, трубы для распределения воды в городе. Однако я не могу отрицать, что это слово означает также и такие трубы, особенно, если вспомнить одно место у Страбона, где он говорит о подземных водопроводах Рима (lib. 5, ed. Almel, p: 360):

«В город поступает через акведук столько воды, что потоки текут через город в клоаки и почти в каждом доме имеется наполненная цистерна, трубы (sifonas) и каналы».

«Однако я могу привести (продолжает Иог. Бекманн) одно важное доказательство того, что Плиний предполагал также и пожарные насосы, из одного сочинения того же времени, а именно: Апполодор, строитель, помощью которого пользовался император Траян при постройке знаменитого дунайского моста и при возведении некоторых крупных сооружений в Риме, в послесловии своей книги о военных орудиях (Poliorcetica, p. 32 в Veterum mathematic. opera), говорит следующее:

«Когда верхняя часть здания, к которой труден подъем, сильно горит и вблизи нет прибора, называемого сифоном, то иногда приспособляют просверленные трубы—как их делают птицеловы—в тех местах, куда хотят направить воду, и рукава, наполненные водой, соединяются вместе и выбрасывают воду в места, охваченные огнем».

При этом мы вспоминаем, что шитая кожа животного, т. е. рукав, является старейшей формой воздуходувного меха (ср. Dr. Ludwig Beck, «Geschichte des Eisens», Bd. I, S. 97 и 75) и что мех является также древнейшим видом водяного насоса (ср. «Гравюры времен гусситских войн», рис. 105, стр. 66).

«Тот факт, что по крайней мере в IV в. под сифоном подразумевали пожарный насос (продолжает Бекманн), ясно доказывает Гезихий, так же, как и Исидор¹, который, правда, жил лишь в начале VII в.»

Первый написал лексикон, в котором он говорит:

«Сифон — аппарат для подачи (выбрасывания) воды во время пожара».

Последний в своем сочинении «Origines s. Etimologiae» XX, 6, говорит:

«Сифоном называется сосуд, который подает воду выдуванием. Такие аппараты применяют на Востоке. Как только они видят, что загорелся дом, то они бегут к нему с пожарным насосом (cum siphonis) и тушат огонь; им же они чистят алтари (или каменные памятники) путем выпуска на верхние части их воды».

«Из слов «такие применяются на Востоке» можно заключить, что пожарные насосы на Западе даже в VII в. еще не были в употреблении».

«В доказательство того, что во времена Ульпиана² в Риме уже были пожарные насосы, приводится только одно место. Именно то, где он, переименовывая те предметы, которые входят в состав продаваемого дома, говорит (Digest., XXXIII, 7, 18):

«Кислота (acetum), которая хранится для тушения пожара, а также покрывала, сделанные из доскутьев (centones, которыми пытаются тушить огонь), пожарные насосы (siphones), штанги и лестницы, рожи, губки и веники должны быть налицо, как об этом говорят многие, а также и Пегас».

«Также и Александр из Александрии³, заявление которого, конечно, ничего не решает, именно так понимал насосы, когда в своем сочинении «Dies geniales», V, 24, p. 342, говорит:

«Сифонами называют кожаные рукава (или меха, follibus), связанные с трубами или гидравлическими машинами, которые своим движением выбрасывают воду в верхнюю часть зданий и которые также называются пневматическими машинами».

Эти fistulae follibus junctae, — говорит Иоганн Бекманн, — и есть те самые трубы, которые предлагал уже Апполодор; однако при этом мы могли бы также указать на упомянутые уже ранее насосы из мехов (рис. 105, стр. 66), которые были нарисованы Якобом Марианом около 1440 г., т. е. примерно за 80 лет до написания Александром из Александрии вышеприведенного отрывка.

В отношении упомянутого места из Ульпиана Иог. Бекманн, в противоположность тем, которые из этого заключают, что в начале III в. н. э. в Риме были пожарные насосы, говорит следующее:

«Но если это слово (siphones) должно обозначать пожарный насос, то это место слишком много доказывает, ибо тогда к тому, что отдельные дома имеют собственные насосы, следовало бы отнести как к обычному явлению. Это, должно быть, были лишь небольшие ручные насосы, каковые имеют немногие дома; и это место

¹ Гезихий из Александрии, грамматик IV или VI в. н. э. Исидор Испанский был в 594 г. епископом Севильи (в Испании) и умер в 636 г.

² Известный римский юрист, родился ок. 170 г. н. э. в Тире, ок. 228 г. убит в качестве префекта преторианцев ими же самими.

³ Собственно Алессандро Алессандре, неаполитанский адвокат, жил в 1461—1523 гг.

«Когда верхняя часть здания, к которой труден подъем, сильно горит и вблизи нет прибора, называемого сифоном, то иногда приспособляют просверленные трубы—как их делают птицеловы—в тех местах, куда хотят направить воду, и рукава, наполненные водой, соединяются вместе и выбрасывают воду в места, охваченные огнем».

При этом мы вспоминаем, что шитая кожа животного, т. е. рукав, является старейшей формой воздуходувного меха (ср. Dr. Ludwig Beck, «Geschichte des Eisens», Bd. I, S. 97 и 75) и что мех является также древнейшим видом водяного насоса (ср. «Гравюры времен гусситских войн», рис. 105, стр. 66).

«Тот факт, что по крайней мере в IV в. под сифоном подразумевали пожарный насос (продолжает Бекманн), ясно доказывает Гезихий, так же, как и Исидор¹, который, правда, жил лишь в начале VII в.».

Первый написал лексикон, в котором он говорит:

«Сифон — аппарат для подачи (выбрасывания) воды во время пожара».

Последний в своем сочинении «Origines s. Etimologiae» XX, 6, говорит:

«Сифоном называется сосуд, который подает воду выдуванием. Такие аппараты применяют на Востоке. Как только они видят, что загорелся дом, то они бегут к нему с пожарным насосом (cum siphonis) и тушат огонь; им же они чистят алтари (или каменные памятники) путем выпуска на верхние части их воды».

«Из слов «такие применяются на Востоке» можно заключить, что пожарные насосы на Западе даже в VII в. еще не были в употреблении».

«В доказательство того, что во времена Ульпиана² в Риме уже были пожарные насосы, приводится только одно место. Именно то, где он, переименовывая те предметы, которые входят в состав продаваемого дома, говорит (Digest., XXXIII, 7, 18):

«Кислота (acetum), которая хранится для тушения пожара, а также покрывала, сделанные из доскутьев (centones, которыми пытаются тушить огонь), пожарные насосы (siphones), штанги и лестницы, рожки, губки и веники должны быть налицо, как об этом говорят многие, а также и Пегас».

«Также и Александр из Александрии³, заявление которого, конечно, ничего не решает, именно так понимал насосы, когда в своем сочинении «Dies geniales», V, 24, р. 342, говорил:

«Сифонами называют кожаные рукава (или меха, follibus), связанные с трубами или гидравлическими машинами, которые своим движением выбрасывают воду в верхнюю часть зданий и которые также называются пневматическими машинами».

Эти *fistulae follibus junctae*, — говорит Иоганн Бекманн, — и есть те самые трубы, которые предлагал уже Апполодор; однако при этом мы могли бы также указать на упомянутые уже ранее насосы из мехов (рис. 105, стр. 66), которые были нарисованы Якобом Марианом около 1440 г., т. е. примерно за 80 лет до написания Александром из Александрии вышеприведенного отрывка.

В отношении упомянутого места из Ульпиана Иог. Бекманн, в противоположность тем, которые из этого заключают, что в начале III в. н. э. в Риме были пожарные насосы, говорит следующее:

«Но если это слово (siphones) должно обозначать пожарный насос, то это место слишком много доказывает, ибо тогда к тому, что отдельные дома имеют собственные насосы, следовало бы отнести как к обычному явлению. Это, должно быть, были лишь небольшие ручные насосы, каковые имеют немногие дома; и это место

¹ Гезихий из Александрии, грамматик IV или VI в. н. э. Исидор Испанский был в 594 г. епископом Севильи (в Испании) и умер в 636 г.

² Известный римский юрист, родился ок. 170 г. п. э. в Тире, ок. 228 г. убит в качестве префекта преторианцев ими же самими.

³ Собственно Алессандро Алессандро, неаполитанский адвокат, жил в 1461—1523 гг.

когда они открыты лишь недалеко позади фронтовой стены... Струи кончались или ударялись (о потолок комнат) непосредственно почти за фронтовой стеной, где они падали... и, следовательно, могли достичь лишь передней стороны огня в передних комнатах и не достигали других частей этого пожара, оставляя его свободно распространяться назад и по сторонам. Все действие этого насоса направлялось на фронтовую стену и она, благодаря этому, стояла несколько дольше, хотя для этих насосов было бы лучше, если бы ее убрали с дороги; и уж если они не могли быть полезны для пожаров, возникших в передних, наиболее легко доступных, помещениях, то они, несомненно, ничего не могли сделать против пожара внутренних помещений и задних флигелей... В этих же наиболее частых случаях (ибо кухни и другие помещения, где обычны деревянные постройки и больше всего применяются огонь и свет, расположены в задней части дома) эти насосы ничего не могут сделать, когда передняя часть дома продолжает стоять, и они лишь тогда начинают действовать, когда огонь, поглотив внутреннее помещение, усиливается, распространяется во все стороны и достигает фронтовой стены».

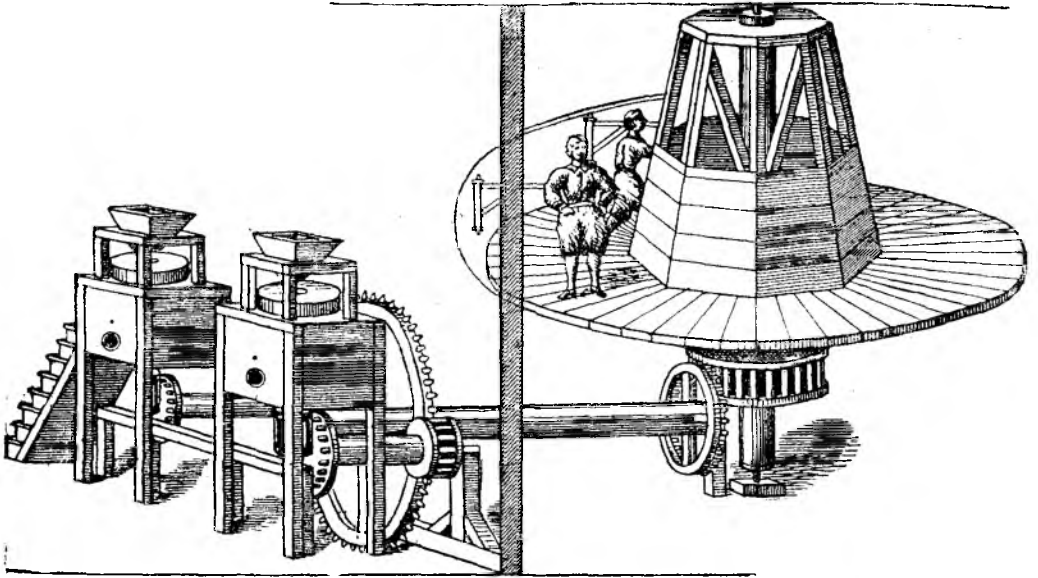


Рис. 341.

Если в Амстердаме, после того как устроили насосы старой конструкции таких больших размеров, что их пришлось перевозить и устанавливать на улицах, они дали такие плохие результаты, то, вероятно, и в Риме произошло то же, к тому же дома там были очень высоки, а улицы узки. Сенека пишет (*Congrovers. 9, lib. 2, p. 153*):

«Жилые дома, строящиеся такими высокими, приводят к тому, что жилища, которые делаются для пользы и защиты, являются в настоящее время скорее опасностью, чем защитой. Высота домов и узость улиц так велики, что это не только не является защитой от огня, но и не дает выхода ни в одну сторону».

Поэтому надо полагать, что в древние времена могли широко применяться только ручные пожарные насосы и, очевидно, таковые имелись не только у общины, но и у зажиточных домовладельцев для защиты отдельных домов. Конечно, домовладельцы должны были быть состоятельными, для того чтобы иметь все предметы, перечисленные Ульпианом. Ибо, кто хочет тушить огонь кислотой, должен иметь большое количество ее, если же тушить его мокрыми рогожами и покрывалами, то их также надо иметь много или такого большого размера, как парусины, которые изображает на своих рисунках Ян ван дер Хейде в качестве прежде обычного

способа тушения пожаров. Часто вся крыша горящего дома покрывалась одним или несколькими полотнами.

Однако надо полагать, что уже в древние времена иногда возвращались к постройке больших насосов, перевозимых на повозках, надеясь на пользу от их мощной струи воды.

Пауль фон Штеттен в своей «Kunst und Handwerksgegeschichte der Reichsstadt Augsburg», появившейся в 1779 г., сообщает, что в счетах строительного управления Аугсбурга пожарные насосы встречаются впервые в 1518 г. Они называются там «инструменты для огня» или «водяные насосы для пожаров» и делались ювелиром Антоном Блатнером из Фридберга, который в указанном году был гражданином Аугсбурга. Из указания, что колеса и штанги делались колесных дел мастером, и из указанных дальше размеров их можно заключить, что это были большие перевозные пожарные насосы. Но до изобретения шланг практические опыты с этими насосами дали такие же неудовлетворительные результаты, которые описывает Ян ван дер Хейде, и восторг, с которым Цейзинг говорит об этих насосах как о новом изобретении, показывает лишь, что или прежние опыты этого рода в свое время были снова забыты или что наш автор не знал о них или же не имел практических данных для правильного суждения.

В третьей части его сочинения на гравюре № 4 изображена мельница с двумя поставами, которая приводится большим горизонтальным ступальным колесом человеческой силой (рис. 341). Малое ступальное горизонтальное колесо для людей было уже у Агриколы (рис. 131, стр. 85), это же своим размером напоминает, скорее, наклонно стоящее венецианское ступальное колесо для привода волами, которое описывает Понка (рис. 309, стр. 203).

Гравюра № 16 воспроизводит лесопильню, изображенную на табл. 136 Рамелли (см. рис. 277, стр. 135); № 17 — воспроизводится на рис. 342. Она выгодно отличается от предыдущих. Рукоятка, которая движет пильные поставы, насажена у Рамелли на вал водяного колеса,^г здесь же она находится на быстро движущемся передаточном валу с маховиком. Салазки с краем, которые у Рамелли, как большой струбцинок для зажима, захватывают распиливаемый брус, образуют здесь крепкую раму, на которой лежит прикрепленный несколькими железными скобами брус. У Рамелли эта тележка с брусом движется канатом, который несколько раз обвит вокруг вала храпового колеса и один конец которого прикреплен к задней, а другой к передней части каретки; здесь канат заменен цепью, концы которой прикреплены на вальках спереди и сзади у повозки. Обратное движение последней производится у Рамелли от руки, в то время как здесь устроен включающийся и выключаю-

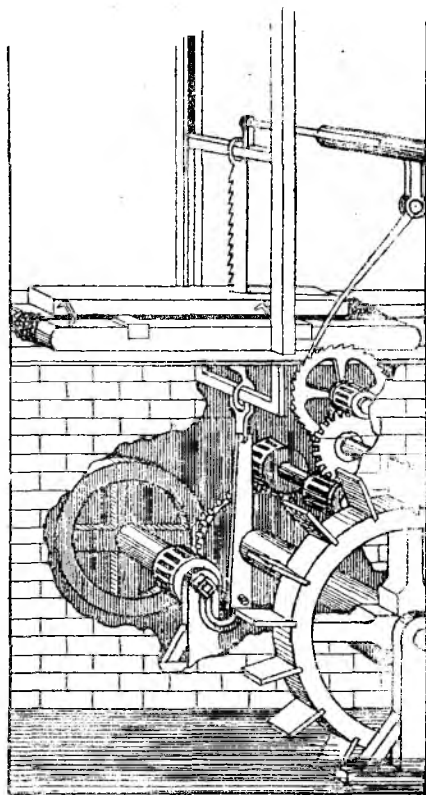


Рис. 342.

щийся механизм, которым осуществляется обратное движение от водяного колеса.

№ 18, как уже указывалось выше, есть копия с у к н о в а л ь н и, изображенной Цонка на стр. 18 его сочинения (см. рис. 313, стр. 204). У Цейзинга к ней имеется надпись:

«Машина или устройство для валяния сукон, а также и беленого холста».

№ 19 отличается от нее лишь тем, что подъемный кулак сукновального молота не непосредственно насажен на вал водяного колеса, а сидит на передаточном валу, и что с другой стороны он соединен зубчатыми колесами с валом большого точильного круга.

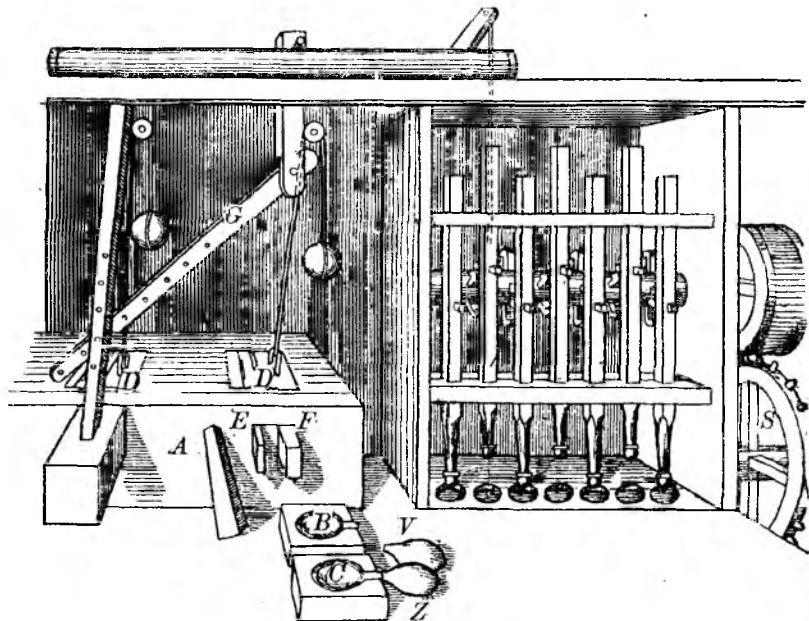


Рис. 343.

Надпись гласит:

«Другой род и вид сукновальни, в которой сыромятники промывают кожу, с корытом и точильным кругом».

№ 20 — «Машина или маслобойня, которой можно выжимать всякое масло, как-то: из миндаля, ореха, льняного и свекловичного семени» (рис. 343).

Это есть древнейшее изображение клинового пресса для производства масла. Прессы этого рода, которые встречаются еще в настоящее время на малых маслобойнях, отличаются от изображенного здесь только тем, что у них клин может быть забит или выбит сверху тяжелыми пестиками, здесь же это производится в горизонтальном направлении тяжелым деревянным молотом, который подвешен на горизонтальном валу над прессом; он может действовать попеременно на одно и другое прессовое приспособление помощью переводного механизма.

Описание Цейзинга гласит:

«Такая мельница приводится в движение водяным колесом, на валу которого помещается шестерня S. Она захватывает своими зубцами зубчатое колесо, в валу которого соединены накрест выступы, по числу пестов, которые внизу обшиты железными головками и в силу своей

тяжести, когда рычаг касается выступа и песты подняты вверх, опускаются прямо вниз в выдолбленные сосуды, которые внизу на дне обшиты железом. Там тот материал, из которого желают сделать масло, раздробляется. Затем его обжигают в котле и в теплом виде укладывают между двумя ленточными полотнами *VZ* в формы *BC* и вставляют в дубовый брус *A*, в который сверху спускается другой четырехугольный брус *D*, а снизу подпирает клин *E*, который спереди несколько уже, чем сзади. Затем между ними вставляют клин *F* и направляют колотушку плечом *G* с отверстиями, как и балка, на которой висит колотушка, на клин. Так один выступ (подъемный кулак) захватывает на валу один брус *M* (который на рисунке не приводится) у стены и тянет его вниз; при этом движении другой выступ (вероятно, другое плечо рычага, которое сидело с брусом *M* на оси) захватывает верхний брус (на горизонтальном валу), от которого спускается вниз веревка, и тянет ее; колотушка поднимается очень высоко и зашелкивается. Так колотушка вбивает клин и с большой силой выжимает масло, которое внизу через большую дубовую колоду *A*, у которой имеется отверстие, вытекает в подставленный сосуд».

Совершенно такое же устройство приводится у Бейера в «Theatrum Machinarum Molarum oder Schauplatz der Mühlenbaukunst», Leipzig 1735, S. 81, как общепринятое в Германии для масляных мельниц. На стр. 83 идет описание «голландской мельницы для выжима масла», которая размельчает масляные семена бегунами и тяжелыми пестиками и нагретый измельченный материал прессует на клиновом прессе, клинья которого сверху забивают тяжелыми пестиками. Однако незначительное применение этого рода масловыжимных мельниц в Германии еще в 1735 г. явствует из введения и заключительного замечания к бейеровскому описанию. Первое гласит так:

«После ясного обсуждения пригодности здешних маслоотжимных мельниц мы предложим вниманию читателя модель голландского изобретения и покажем при этом, как оно движется от воды, в то время как большинство машин в Голландии приводится ветром. Рисунок взят из Moele-Boek Питера Лимперха».

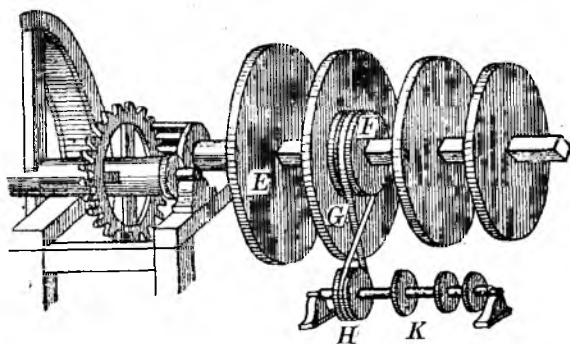


Рис. 344.

В заключение Бейер говорит:

«Водяное колесо надо делать таким широким, как на таблице XXVIII (изображающей прежде описанное устройство), и для этого требуется вдвое больше воды. Было бы также хорошо, если бы установили такое большое колесо с необходимым количеством воды и два таких толчейных стана, как мы изобразили для нашей масловыжимной мельницы, и тогда, вероятно, можно было бы сделать столько же, сколько на голландской мельнице, ибо здесь они очень нужны. Однако мы сохраняем за голландской мельницей все ее значение. Она, несомненно, полезна в Голландии, но будет ли она так же хороша с водяным приводом, неизвестно, ибо здесь на силу ветра рассчитывать не приходится».

Цейзиговский № 24 изображает к у з н и ц у, где пара мехов и хвостовой молот приводятся водяным колесом и довольно сложной трансмиссией с зубчатой колесной передачей.

№ 25 изображает ш л и ф о в а л ь н ю с приводом водяным колесом, основная часть которой воспроизведена на рис. 344. Текст к этому особенно интересен тем, что здесь в п е р в ы е упоминаются ремни для передачи вращательного движения. Из самого описания это непосредственно не видно, ибо там сказано следующее:

«На другом (т. е. на втором) диске расточено колесо *F* с выемкой; на нем лежит трубка *G* и приводит колесо *H*, на железной оси которого насажены три малых колесика *K*, которые называют ипунтовальным инструментом для очень тонких предметов и полых рапирных и сабельных клинков».

Затем следует «объяснение модели», т. е. объяснение частей, обозначенных на рисунке буквами.

Большой толстый диск *E*.

Другой диск, к которому ведет ремень, *F*.

Ремень *G*.

Колесо *H*, которое охватывается ремнем.

Тот факт, что часть *G* в тексте называется «трубкой», а в объяснении «ремнем», можно объяснить опечаткой. Это может, однако, также значить, что ремень закручивался по винтовой линии, так что его можно было нарисовать, как трубку. Этот вид перехода от давно известного шнурового привода к ременному приводу не невероятен, и то обстоятельство, что о ременном шкиве говорится, что он выточен с отверстием, также как бы указывает на то, что поперечное сечение ремня мыслилось круглым. На рисунке в этом отношении ничего не видно.

№ 26 озаглавлен:

«Другой вид машины, которой стачиваются оружие и всякие инструменты, почти аналогичный предыдущему».

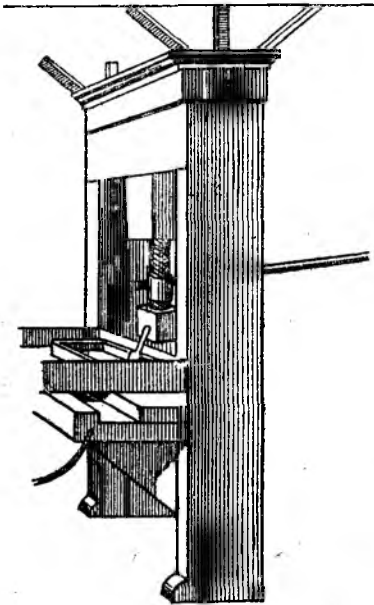


Рис. 345.

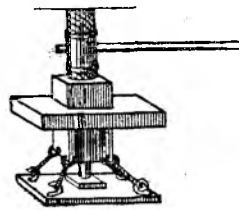


Рис. 346.

Из описания приводим следующие отрывки:

«...Поскольку точила требуют ежедневно (т. е. целый день) воду, то над ними устроен желоб, куда водяным колесом, помощью двух ковшей, ежедневно наливается вода, которая идет на точильные круги».

Это устройство мы видели уже в описании

и на рисунках у Цонка (стр. 204 и рис. 311).

Цейзинг продолжает:

«Малый предмет, который отполировывают досветла, вращается ремнем подобно долбежному инструменту (прежде описанной) полировальной мельницы».

В «объяснении» сказано:

«Колесо, на которое накладывается ремень *F*».

Из четвертой и пятой частей исследуемого сочинения приводим еще гравюру № 5 четвертой части, основные части которой воспроизведены на наших рис. 345 и 346, ибо на них яснее, чем на цонковском рисунке книгопечатного пресса (рис. 316, стр. 207), видно, что в то время у этих прессов нажимная плита была подвешена к четырехугольной направляющей гильзе только шнуром (рис. 345), так, чтобы нажимная плита могла подаваться до равномерного нажима на поверхность пресса. В остальном отсылаем к описанию Цонка (стр. 207).

САЛОМОН ДЕ КО

(1576—1630 г.)

В середине XIX в. имя Саломона де Ко называлось очень часто, ибо известный французский физик Араго старался приписать ему изобретение паровой машины, и создалось убеждение, что маркиз Ворчестер подслушал и украл у Саломона де Ко его секрет о силе пара и что де Ко сошел с ума и кончил свою жизнь в Бисетре (Париж). Эта легенда, однако, никаких исторических подтверждений не имеет, и, вообще, все сведения о жизни де Ко настолько скудны, что кажется, будто они взяты лишь из заглавий его сочинений. Таковы:

1. «La Perspective avec la raison des ombres et des miroirs». Londres 1612.
2. «Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines et plusieurs dessins des grottes et fontaines». Francfort 1615.

Почти в то же самое время во Франкфурте-на-Майне появился лежащий перед нами немецкий перевод этой работы. Там автор на заглавном листе именуется «инженером и строителем пфальцского курфюршества».

3. «Institutions harmoniques», Francfort 1615, посвященные королеве Анне английской. И эта работа переведена на немецкий язык.

4. «Hortus Palatinus», Francfort 1620, со многими гравюрами де Бри.

В этом сочинении описываются украшения и улучшения, которые автор произвел в садах курфюрста в Гейдельберге.

5. Новое издание «Les raisons des forces mouvantes», Paris 1624.

6. «La pratique et la démonstration des horloges solaires», Paris 1624.

Если предположить, что автор жил в стране, где появились его труды, то отсюда следует, что он жил до 1612 г. в Англии, затем до 1620 г. в Германии и затем до 1624 г. во Франции (Париж). Тот факт, что сочинение под № 3 посвящено английской королеве, а труд, изданный в 1610 г., курфюрсту Фридриху V, который после 1610 г. правил в Гейдельберге и в 1619 г. короновался на свое несчастье венгерской короной, женатому на Елизавете, дочери Якова I английского, говорит за то, что он был близок к английскому двору. В качестве инженера и строителя курфюрста он спроектировал и построил при Фридрихе V «елизаветинские постройки» и в честь курфюрстины «елизаветинские ворота» Гейдельбергского замка.

Мишо в своей «Всемирной биографии» говорит, что Саломон де Ко родился в Нормандии в конце XVI в., другие же указывают годом его рождения 1576. Годом его смерти Мишо считает 1630 г., другие же 1626 или 1641 г. Если прибавить это к тем предположениям, которые вытекают из заглавий его произведений, то получится вся известная нам биография нашего автора.

Более детальное ознакомление с его книгой «Причины движущих сял» покажет долю участия Саломона де Ко в изобретении паровой машины.

Первый том начинается аристотелевским определением четырех стихий (элементов), а именно:

I. «Огонь — это стихия горячая, светящаяся, сухая и легкая, которая благодаря своему жару обладает большой силой».

Для иллюстрации последнего свойства указывается на извергающие огонь горы, пушки и несколько ниже описанные аппараты, в которых «стихия огня» (т. е. солнечное тепло) должна поднять воду.

II. «Воздух—это стихия сухая и легкая, которую можно сжать и которая при этом проявляет большую силу».

В подтверждение приводится насос, подобный описанному делла Порта, или геронов шар, и к этому добавляется следующее:

«Однако, сила эта становится еще больше, когда воздух получен из воды, нагретой в сосуде, и превращен в пар, и это испарение остается в сосуде. Возьми, например, медный шар с внутренним диаметром в 1 фут и толщиной (стенок) в 1 дюйм, наполни его через отверстие в стенке водой, закрой хорошенько отверстие шипом так, чтобы вода (или пар) не могли выйти, и положи шар в огонь. Так ты найдешь, что когда он хорошо нагреется, то образующееся внутри давление с громким треском разрывает его, как петарду».

В нашем очерке о делла Порта (стр. 190) уже указывалось на описанный Альбертом Магнусом в XIII в. опыт с «sufflator»ом. Описанный здесь прибор отличается от него лишь тем, что отверстие настолько плотно закрывается, что пробка не вылетает, а шар разрывается, несмотря на толщину стенок в 1 дюйм. Этим дается еще более поразительно ясное понятие о громадной силе пара. Маркиз Ворчестер сделал еще шаг вперед, по этому направлению, взяв для разрыва вместо описанного шара пушечный ствол и взорвав его паром (стр. 196).

После сопоставления различных определений воды и земли Саломон де Ко переходит к обсуждению 18 так называемых теорем, а именно:

I. «Элементы можно на некоторое время смешать, после чего они снова возвращаются на свое место».

Для пояснения этого наш автор говорит:

«Для этого приведу следующий пример: возьми круглый медный сосуд *A* (рис. 347), который хорошо закрыт и запаян. Вставь в него трубу *BC*, которая опускалась бы так глубоко, то водамочет проникнуть между ней и дном сосуда только в *B*. Верхний конец с краном *D*



Рис. 347.

выставь из сосуда так, чтобы его можно было в случае надобности открывать и закрывать. Вверху в *E* сосуд имеет отверстие с пробкой, чтобы вливать в него воду; если емкость шара равна трем мерам, то сначала налей одну меру воды, поставь шар на 3—4 минуты на огонь, причем верхняя пробка должна быть открыта, и затем сними его с огня. Через несколько времени перелей воду в другой сосуд (в одну меру) и тогда окажется, что часть воды, которую ты налил в шар, испарилась и исчезла. Затем снова наполни сосуд как раньше, хорошенько закрой кран и пробку, снова на такой же срок поставь на огонь, снова сними его, дай ему остыть, снова вылей из него воду и там окажется тот же вес и объем, который был влит. Отсюда следует, что вода, которая в последнем случае осталась в неизменном количестве, в первом случае, ввиду возможности выхода пара (частично) вследствие напора огня, улетучилась в воздух. — Это можно еще сделать другим способом, а именно: влей меру воды в указанный шар, закрой верхнюю пробку и

оставь кран на трубе открытым, поставь его на огонь и поставь сосуд, которым вымеряли воду, под горлышко крана; тогда окажется, что вода проникает через кран и выталкивается вверх до шестой или восьмой части, которую образует пар; он поднимает воду и затем с силой выпирает сам. То же относится и к ртути, которая от тепла совершенно улетучивается и испаряется. Но когда этот пар (vapor) снова охлаждается, то он возвращается к своему первоначальному состоянию и становится опять ртутью...».

Надо заметить, что здесь описываются опыты по к о н д е н с а ц и и, о которых делла Порта еще не имел правильного понятия, как это видно из его прибора, который предназначен для определения объема пара, образующегося из определенного количества воды (ср. рис. 303, стр. 196). Саломон де Ко ясно говорит, что водяной пар является улечувившейся испарившейся водой; что при охлаждении он снова превращается в такое же количество жидкой воды, из которой он вышел вследствие нагревания (т. е. словами теоремы: смешение воды с теплом или огнем).

В трех следующих «теоремах» де Ко обсуждает гидравлический сифон, указывая, что в его коротком колене вода поднимается лишь вследствие того, что она опускается ниже в другом колене, т. е. достигает там места, более низко расположенного, чем уровень исходного положения.

В связи с этим идет следующая теорема:

V. «Вода помощью огня поднимается выше своего уровня».

Это было уже в только что изложенном опыте, ибо вода при этом «поднималась вверх и выбрасывалась через кран», но в очень небольшом количестве, как это было и в описанном делла Порта приборе, предназначенном для измерения объема пара, получающегося из определенного количества воды (рис. 303, стр. 196). В целях лучшего изображения силы, с которой пар выбрасывает воду вверх, де Ко несколько изменяет контрольный прибор и в объяснении к следующей теореме говорит, между прочим, так:

«...В-третьих, вода может быть вытеснена и огнем (теплом), для чего можно пользоваться различными машинами, из которых я остановлюсь лишь на одной. Возьми медный шар *A* (рис. 348), который кругом хорошо закрыт и запаян. Сбоку в стенке имеется втулка *B*, через которую впускают воду. Сверху идет труба *BC* почти до дна шара. Наполни шар водой, закрой хорошенько пробку и поставь шар на огонь, и тепло начнет поднимать воду вверх».

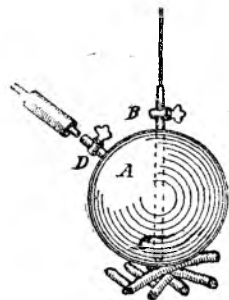


Рис. 348.

Это единственная «паровая машина», описанная де Ко. Она едва ли может считаться новым изобретением, ибо делла Порта уже за 14 лет до этого в своей работе «Pneumaticorum libri III» при обсуждении насоса говорил: «Если желают воду направлять вдаль без помощи воздуха, то надо немного подогреть дно сосуда» (ср. стр. 191).

Когда де Ко в приведенной выдержке говорит, что можно применять различные машины для выбрасывания воды помощью огня, то он при этом, вероятно, подразумевает прибор Герона, в котором воздух нагревается на огне и, расширяясь, продвигает воду вверх (см. рис. 15, стр. 21); он также имеет в виду позднее описанные им приборы, в которых этот подъем воды осуществляется «стихией огня» (солнечным теплом). Следующая «теорема» гласит:

VI. «Воду можно поднять помощью воздуха, лишь когда она опускается ниже своего уровня».

Для пояснения этого положения описывается геронов шар и при этом отмечается, что этот прибор, как его описали Герон и Кардан, не может поднять воду кверху, если верхний сосуд почти пуст, ибо оба сосуда расположены близко друг от друга и между ними нет расстояния. Порта уже указывал и на это обстоятельство (ср. стр. 192).

VII. «Воду можно поднять различными машинами, которые приводятся водой или иными средствами».

В качестве примера приводится водоподъемный винт, который сделан из винтообразно согнутой медной или свинцовой трубы.

VIII. «У гидравлических машин тяжесть воды (т. е. давление воды) измеряется ее высотой (т. е. «водяным столбом»)».

IX. «Воздух пропускает воду, если она сильно сжата».

В теоремах X—XVII излагаются пять «механических сил», основанных на применении принципа возможных скоростей, а в теореме XVIII на основании этого принципа исчисляется давление, которое можно произвести помощью винтового пресса.

В нашем очерке о Лорини указывалось, что он в своей работе, появившейся в 1597 г. в Венеции, уже применял принцип возможных скоростей к винту. Этот принцип обычно рассматривался как принадлежащий Галилею, так что позднейшие математики, например, Карно, именовали его «принципом Галилея». Галилей имел свою первую профессию в 1589 г. в Пизе, а в 1592 г. получил кафедру в Падуе. Его сочинение «*Della scienza meccanica*», где рассматриваются механические силы при применении принципа возможных скоростей, появилось впервые в 1649 г. после его смерти, последовавшей в 1642 г., но Мерсенн уже в 1634 г. сделал по тетрадам и записям учеников Галилея перевод под заглавием «*Les mécaniques de Galileo*» и сдал его в печать.

Маловероятно, чтобы Лорини узнал о применении принципа возможных скоростей от Галилея, ибо, в то время как он начал преподавать, ему было уже около 44 лет. Это более вероятно в отношении Саломона де Ко, однако для этого все же надо допустить, что он был в школе Галилея или же узнал об этом от тех, которые там учились.

Следующие отрывки из первой книги упомянутой работы Саломона де Ко называются «проблемы». Таковы:

I. «Как поднять воду помощью реки или текущей воды и о действии насоса».

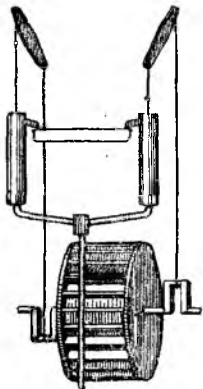


Рис. 349.

Здесь приводится снимок и описывается воспроизведенная нами на рис. 349 насосная установка. Вал подливного водяного колеса диаметром в 12 футов и шириной в 6 футов снабжен по обоим концам 4-дюймовыми металлическими ручками. На одном уровне высоты установлены два всасывающих насоса шириной в 10—12 дюймов, приводящихся помощью этих рукояток двумя балансирами; наверху насосы имеют открытые цилиндры, высота их—8—9 футов для того, чтобы поршни с ходом в 4 фута в своем высшем положении имели над собой еще 4 фута воды (ввиду недостаточной набивки), чтобы воздух не проникал в цилиндр, особенно при подъеме воды свыше 15—20 футов. Ширина труб при диаметре поршня в 12 дюймов должна составлять 4 дюйма; далее говорится:

«Делаются еще другие насосы, у которых корпус стоит в воде, а подъемник (поршневой шток) внизу и ходит взад и вперед».

Такой насос уже описан и изображен у Лорини (рис. 289, стр. 185). Саломон де Ко продолжает:

«Однако я не советую пользоваться этим изобретением, ибо у него много недостатков и приходится все время его чинить, так как, когда вода начинает подниматься, то примеси, которые она с собой несет, оседают между клапанами, так что они неправильно закрываются. При нашем же типе насоса этого не случается, ибо вода поднимается вверх к всасывающему вентилю по трубе, которая уходит в воду лишь на 1 фут или несколько больше, в зависимости

от обстоятельств; благодаря этому вентили не подвергаются опасности повреждения от при-
месей, находящихся в воде».

II. «Другой способ подъема воды помощью текущего ручейка».

Здесь изображена насосная установка, воспроизведенная на рис. 350. Она отличается от предыдущей тем, что водяное колесо верхнебойное и что насосы установлены на различной высоте и нижняя вода, всосанная из приводящего канал водяного колеса, выходит в резервуар, из которого ее высасывает верхний насос.

III и IV. «Как при помощи лошади поднять воду из источника или реки».

Изображенная здесь насосная установка (рис. 351) состоит из одного всасывающего и нагнетательного насоса с двумя корпусами и клапанным поршнем, висящим на канатах, которые наматываются на два параллельно установленные барабана. На осях этого канатного барабана насажено по одному полузубчатому цилиндрическому колесу и ремённому шкиву. Эти колеса захватывают также полузубчатое промежуточное колесо, которое непрерывно вращается в одном и том же направлении помощью конного привода и конической зубчатой передачей. Вокруг шкива обвит шнур, идущий от ведущего ролика так, что полузубчатое колесо отодвигает назад этим шнуром колесо с холостым водопуском, затем первое расцепляется, а второе в то же время зацепляется с промежуточным колесом. Таким образом насосные поршни натягиваются попеременно колесами, находящимися в сцеплении; при обратном ходе колес поршни силой тяжести опускаются.

Этот механизм напоминает рамелиев (ср. рис. 236 на стр. 161), однако неидентичен ни с одним из его механизмов.

V. «Как поднять часть воды из источника (помощью остальной части)».

Это осуществляется героновым шаром с крановым управлением, аналогично нижеописанному, с той разницей, что здесь краны двигаются рукой.

VI. «Чрезвычайно послушное и тонкое изобретение, которым сосуды предыдущей конструкции можно закрывать и открывать помощью воды».

Прибор, построенный подобно геронову шару (рис. 352), работает следующим образом: «Сначала краны *E* и *O* открыты, кран *K* закрыт. Вода течет через *E* в верхний сосуд *A*, а воздух выходит из *A* через трубу *C* и кран *O*. Когда *A* полно, то вода поднимется в трубу *L* и вытекает через *Y* в бадью *N*, подвешенную на шнуре *M* с противовесом *Q*. Когда бадья наполняется наполовину, то она опускается вниз, закрывает краны *E* и *O* и открывает кран *K*. Через *K* и трубу *D* вода непосредственно течет в нижний сосуд *B* и сжимает находящийся там воздух, который поднимается через трубу *C* в верхнюю часть сосуда *A*, давит на находящуюся в нем воду и выталкивает ее через трубу *P* вверх. Одновременно под влиянием давления сжатого воздуха вода в нижнем сосуде *B* поднимается в трубах *IL* вверх и выте-

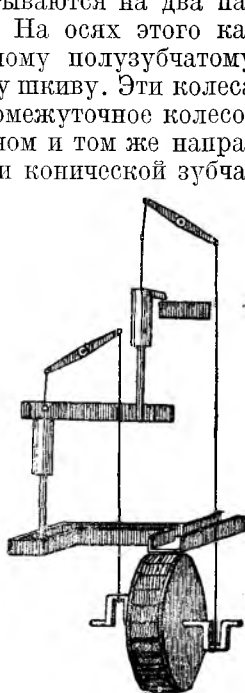


Рис. 350.

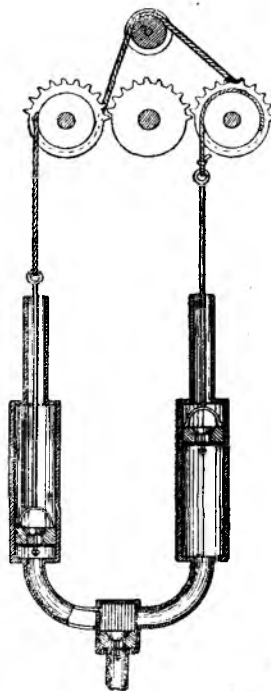


Рис. 351.

кает через трубку *x* в бадью *N* в момент достижения максимального сжатия воздуха. Выпускное отверстие *x* должно быть так отрегулировано, чтобы при наполнении нижнего сосуда *B* бадья наполнялась до определенного предела, после чего она опрокидывается, опустошается и снова становится в исходное положение. Как только она опустошается, противовес *O* подтягивает ее вверх, закрывая при этом край *K* и открывая краны *E* и *O*. Через *O* вода вытекает из *B*, причем воздух, находящийся в сосудах, расширяется так, что процесс можно начать сначала.

Седьмая и восьмая проблемы обсуждают водяные часы, девятая — воздушную камеру, а десятая — свистящие птицы Герона (рис. 16 и 24). Далее следует:

XII. «Машина, которой можно приводить часовой механизм».

Она состоит из закрытого кругом сосуда, наполовину наполненного водой. Через сальник (коробку с набивкой) в крышке проходит вертикальная труба,

поддерживаемая поплавком, и опускается до воды. Воздух в сосуде расширяется под действием солнечного или дневного тепла; этот воздух давит на воду, которая поднимается по трубе вверх, а поплавок опускается вместе с трубой. К поплавку прикреплен шнур, проходящий через направляющий ролик, а на другом конце его находится груз. С направляющим роликом соединен указатель, который вращается в том или ином направлении в зависимости от подъема или опускания поплавка. Прибор этот скорее — воздушный термометр, чем часы.

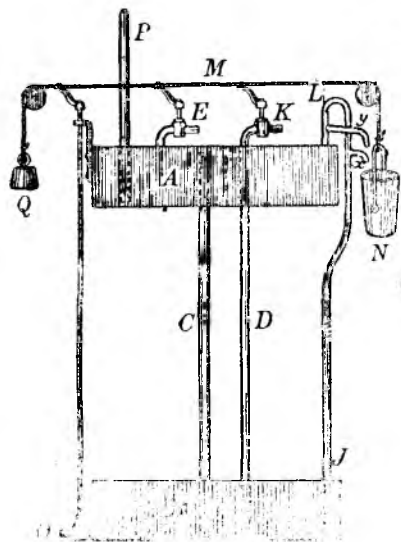


Рис. 352.

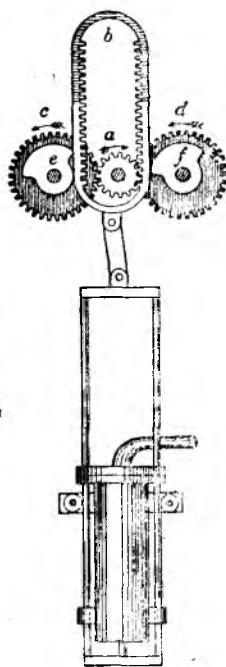


Рис. 353.

четырнадцатой и пятнадцатой предлагается увеличить мощность этой машины помощью зажигательного стекла. Затем следует:

XVI и XVII. «Как поднять воду насосом и водяным колесом».

На валу водяного колеса насажено зубчатое колесо, которое захватывает шестерню, помещенную на валу зубчатой передачи. На этом втором валу насажена вторая шестерня *a* (рис. 353), которая захватывает петлю *b* с зубьями внутри и образует вместе с ней так называемое маточное колесо. Непосредственно за шестерней *a* на валу зубчатой передачи помещается неподвижно такое же колесо, которое захватывает два зубчатых колеса *c* и *d*, установленных справа и слева от петли; диаметр этих последних колес вдвое больше, чем шестерни *a*. На параллельных осях этих зубчатых колес помещены, кроме того, два некруглых диска *e* и *f* (форма их видна на рисунке), которые передвигают петлю маточного колеса, при-

XIII. «Очень искусная машина для подъема стоячей воды».

Это должно осуществляться наподобие предыдущего аппарата помощью солнечного тепла. В проблемах

чем в его низшем положении — в одну сторону, а при высшем — в другую, так что она попеременно захватывает справа или слева шестерню *a* и тем самым движется вверх и вниз. Движение петли маточного колеса вверх и вниз передается поршню этого насоса помощью шатуна и рамы одного из цилиндров *n a c o c a*. Несколько странно, что Саломон де Ко изображает и описывает здесь этот тип насоса, в то время как в первой проблеме он предостерегал от применения такого насоса.

XVIII. «Машина, которой при водяной силе помощью водяного колеса можно довольно быстро резать дерево».

Это есть лесопильная рама, у которой тележка с брусом подается помощью груза, опускающегося на канате, который перекинут через направляющий ролик и привязан к тележке. Саломон де Ко при этом замечает:

«Эти машины чрезвычайно распространены в швейцарских горах и распиливают в большом количестве еловые деревья и доски. Они также применяются в больших городах и лесах, где часто приходится распиливать доски и другой древесный материал для построек».

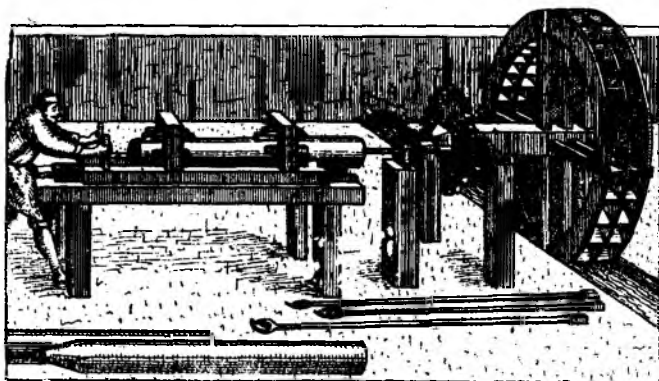


Рис. 354.



Рис. 355.

Однако они не во всем тождественны применяемым швейцарцами, ибо они продвигают дерево помощью нескольких шестерен (гребенчатых колес) и одного храпового колеса (*goquet*) к пильному полотну, но, ввиду того, что все время приходится ее ремонтировать, то я по возможности избегаю применять это устройство и пользуюсь гирями, из которых каждая весит 200—300 фунтов... Можно применять сразу 2, 3, максимум $\frac{1}{4}$ полосы пилы... Когда бревно доходит до конца, то один или два человека воротом и канатом передвигают его обратно.

XIX. «Очень полезная машина для сверления деревянных труб».

На рис. 354 мы даем изображение этого сверлильного станка в уменьшенном размере.

XX. «Очень полезная машина, употребляющаяся при сильных пожарах».

Это—очень простой пожарный насос без ящика для сжатого воздуха в кадке на салазках.

XXI. «Тонкая и послушная машина для точки овалов».

У этого токарного станка шпиндель установлен на коромысле, у которого вращающаяся ось внизу. На шпинделе насажен овальный диск, который постоянно прижимается к неподвижной опоре благодаря тому, что коромысло подтягивается к опоре грузом на шнуре, идущем через направляющий ролик.

В проблемах XXII—XXV — последних в первой книге — Саломон де Ко приводит механически-музыкальные игрушки, подобные героновским свистящим

птицам, однако с той разницей, что он для воспроизведения пения птиц и т. п. пользуется малыми вращательными органами, приводимыми малыми водяными колесами. Такие органы с приводом от водяного колеса встречаются уже у делла Порта (стр. 199).

Вся вторая книга лежащего перед нами сочинения посвящена гротам и фонтанам для украшения княжеских домов и садов.

Третья и последняя книга обсуждает конструкцию органа. Здесь лишь «вторая проблема» представляет для нас интерес, а именно:

«Инструмент, которым выравниваются и сглаживаются оловянные или свинцовые отливки (для дудок органа)».

«Когда свинец или олово отливается в плиты, то применяют изображенный (рис. 355) плочильный станок, который устроен следующим образом:

A и *B* — два длинных железных или латунных вальца, которые должны быть очень ровны и гладки. Ось верхнего вальца *A* проходит через стойку и с внешней стороны четырехгранна, так что в нее вставляется крестовина и ею можно вращать стержень с большой силой. Между этими двумя вальцами вставляют одним концом плиту, вращают крестовиной верхний валик кругом и так обрабатывают всю плиту. Ее можно не только сгладить, но и сделать любой толщины, ибо *C* и *D* — два винта, которые натягивают на куски лежащего внизу железа и меди для того, чтобы верхний валик ближе прижимался к нижнему, пока плита не сделается желаемой толщины. Это видно еще лучше на фиг. *E*».

Следует напомнить о прокатном стане для оловянных фольг, которые встречаются в рукописях Леонардо да Винчи, а также о прокатном стане для оконного свинца, описанном Цонка (рис. 320, стр. 210).

ФАУСТ ВЕРАНТИЙ

(Около 1617 г.)

Одна из замечательнейших старых книг по машиностроению озаглавлена: «*Machinae novae Fausti Verantii Siceni cum declaratione latina, italica, hispanica, gallica et germanica. Venetiis cum Privilegiis*». Год издания отсутствует, однако, обычно принято считать годом ее появления 1617 г. В сочинении Мишо «*Biographie Universelle*» Paris, Delagrave et Co, о некоем Антонио Верантии сказано: «Он был архиепископом Грана, приматом и вицекоролем Венгрии, известен дипломатическими миссиями при важнейших европейских дворах; происходил из знатной семьи, родился 20 мая 1504 г. в Себенико в Далмации и умер 15 июня 1573 г.». Затем о Фаусте Верантии сообщается следующее: «Он был племянником предыдущего, епископ *in partibus de Canadium* (т. е. венгерского графства Цсанад), но попал в немилость венгерского двора, ибо запутал его в спор с Римом во время церковных бенефиций; он написал целый ряд сочинений, а именно:

1) «*Wörterbuch in fünf Sprachen*», Venedig 1595. 2) «*Logica suis instrumentis formata*», Venedig 1616. 3) «*Machinae novae addita declaratione latina, italica, gallica, hispanica et germanica*», Venedig, in folio. В последней работе много рисунков; там изображены не только машины, но и мосты, церкви и другие замечательные сооружения, которые он наблюдал во время своих путешествий».

Тот факт, что «*Machinae novae*» и словарь, указанный под № 1, вышли на пяти языках, заставляет предполагать, что обе работы издавались одним и тем же лицом.

В «*Universalexicon*» Цедлера, Leipzig und Halle 1746, такое предположение не разделяется, однако без всякого указания мотивов. Если считать за основание духовный сан, то надо указать, что в прежние времена многие духовные лица занимались физикой или «естественной магией», как она в ту пору называлась. Альберт Магнус был епископом Регенсбурга и позднее доминиканским монахом в Кельне; аббат Вальдо фон Урбино впервые опубликовал сочинения Герона; в XVII в. особенно известны в этой области были иезуиты Афанасий Кирхер и Каспар Шотт.

То, что Фауст Верантий на титульном листе своей «*Machinae novae*» именуется с прибавкой «*Sicenus*», объясняется тем, что Зиге была одной из семи префектур, на которые была разделена Далмация во времена венецианского господства; вероятно, это название при латинизации превратилось в «*Sicae*».

Правильность предположения Мишо, что Верантий описывает только то, что он видел во время своих путешествий, можно проверить по содержанию его сочинения. Текст озаглавлен: «Объяснение к изобретенным нами машинам». Введение начинается следующими словами:

«Искусство делать машины считается, по мнению многих мировых мудрецов, наиболее важным искусством в строительстве, ибо оно требует большого ума. И если даже машины, применяемые издавна, вызывают такую похвалу, то насколько большей славой достойны те, которые спустя так много веков строят новые...».

Из этого следует, что Верантий так же, как и Витрувий, считал машиностроение частью архитектуры, поэтому он в своих «*Machinee povae*» упоминает инженеров и строителей церквей; понятие же «машинь» понимает еще в таком широком смысле, что всякое удачное вспомогательное приспособление относит к машинам.

В следующих главах обсуждаются:

1. **Наводнения в Риме.** Верантий считает, что Тибр так часто затопляет Рим вследствие того, что его русло очень извилисто и слишком сужено старыми мостами. Он предлагает срезать закругления прямыми каналами, а русло расширить в местах установки мостов.

2. **Венецианские колодцы.** Указывается на то, что в Венеции нет колодцев с пресной водой, и автор полагает, что он нашел не слишком дорогой способ помочь этому, но ввиду того, что уже многие проекты до него были неудачны и что у многих насчет этого существует предубеждение, то он пока о своем плане умалчивает. Кроме того, он уверен, что нашел средство сохранять хлеб в течение долгих лет и защищать его от огня и сырости; однако это изобретение годится только для князей, преследующих цели всеобщего блага, и надо остерегаться, чтобы частные лица не использовали его во вред пароду.

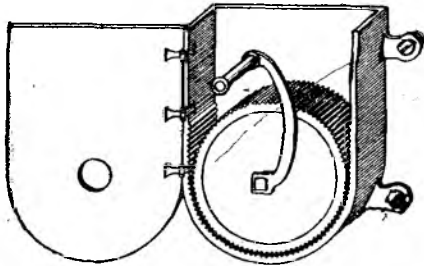


Рис. 356.

3. **Мосты в Вене, в Австрии.** Верантий говорит, что один его приятель умеет сохранять мосты, особенно деревянные, от разрушения во время ледохода. Соответствующий рисунок изображает простой деревянный мост с боковыми откосами, которые защищают его от напора ледяных глыб.

4. **Церковь в Себенико.** Эта глава интересна для нас только тем, что из нее явствует, что наш автор родился в Далмации и был близок к Себенико — месту рождения упомянутого Антония Верантия.

5. **Прекрасная форма храма.** Рисунок изображает церковь в стиле Ренессанса, вероятно, по собственному проекту автора.

6. **Огненные, водяные и солнечные часы.** Первые состоят из зажигательного шнура, который в определенный момент перегорает и подает сигнал. Водяные и солнечные часы не представляют ничего интересного.

7. **Железная мельница, которую можно переносить с места на место (рис. 356).** Она похожа на железную вальцовую мельницу, описанную и изображенную Рамелли (рис. 274, стр. 173).

Следующие шесть глав представляют значительно больший интерес, ибо из них явствует, что конструкция горизонтальных ветряных колес привлекала особое внимание не только в конце XVII в., как утверждает Рюльман в первом томе своего «Учения о машинах». Верантий говорит:

«Машины, мельницы, приводимые в движение ветром в том виде, в котором они в настоящее время применяются, все одной и той же формы; но они неудобны, ибо вал у них расположен в горизонтальной плоскости и его приходится поворачивать в зависимости от ветра. Это требует, чтобы весь мельничный постав был подвижен и вращался и чтобы он опирался на один единственный шпindel, который держит его в вертикальном положении. Поэтому жернова устанавливаются в верхней части этой мельницы, т. е. в такое место, которое не соответствует их природе. Мы же нашли способ для неподвижной установки мельниц, причем они не зависят от направления ветра, так что не требуется труда для улавливания его. Для этой цели они имеют вертикально установленный вал, а крылья или лопасти устроены так, что они захватывают ветер с одной стороны и пропускают его свободно с другой».

В противоположность этому следует напомнить о воспроизведенном Гвальтерием Х. Ривием около 1547 г. горизонтальном ветряном колесе (см. рис. 191

в очерке о Кардано) и рисунке Бессона 1560 г. на 50 листе его сочинения (см. стр. 153). Верантий продолжает:

«Кроме того, обычно на наших мельницах ветряное колесо помещается на высшей точке башни, а измельчающие приспособления находятся в самом низу, причем их может быть больше или меньше, соответственно силе ветра. Такие машины встречаются различных типов, а именно:

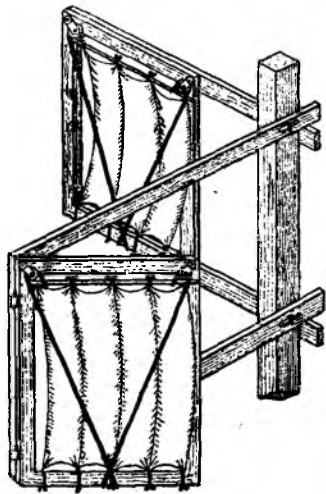


Рис. 357.

8. Мельницы с полотном на крыльях (рис. 357). У них вертикальный вал, к которому поперек прикреплены два бруска. На крайнем конце каждого помещаются рамы, в которых натянуто полотно. Рамы поставлены одной своей боковой стороной так, что они вращаются и на одной стороне вала противостоят ветру, а на другой стороне вала не воспринимают его напора.

9. Мельницы с трехгранными крыльями (рис. 358). Эти мельницы также оборудованы вертикальным валом, к которому крестообразно прикреплены четыре плеча; на каждом из них помещается крыло из дощечек, составляющих треугольник, так что они при вращении вала с одной стороны идут против ветра острым углом, дабы не воспринимать

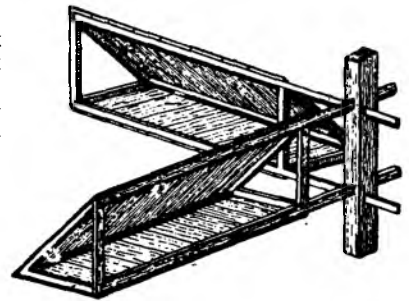


Рис. 358.

его напора, а с другой стороны ветер попадает в промежуток между двумя рядами дощечек.

10. Мельницы с подвижными крыльями (рис. 359 и 360). Это два других типа мельниц для улавливания ветра помощью подвижных подъемных крыльев; такого рода мельниц чрезвычайно много.

11. Мельницы с подвижной крышей (рис. 361). Эти мельницы приводятся в движение башенной крышей, разделенной многими крыльями, которые заключены между двумя плоскостями крыши и так выгнуты, что одна сторона их захватывает ветер, а другая отклоняется от него.

Ветер здесь действует так же, как и в описанной под № 9 мельнице с трехгранными крыльями. В настоящее время такие ветряные колеса называются рапешоге. Из рисунка и описания Верантия видно, что мысль, положенная в основу их построения, уже очень стара.

12. Мельницы в четырехугольной башне (рис. 362). «Эти мельницы в четырехугольной башне вращаются вокруг стоящего посреди башни вертикального вала с четырьмя или больше крыльями из дощечек. Они приводятся ветром, поступающим через окна башни. Окна устроены попарно друг против друга, так что ветер входит в одно окно и выходит в противоположное. Два других окна закрыты, чтобы ветер с большей силой поступал в открытое».

На рисунке изображены лишь две пары окон, через которые два вертикально противоположных направления ветра осуществляют вращение колеса влево. Дабы при противоположных направлениях ветра получалось бы тоже левое вращение колеса, надо устроить еще две пары окон, для того чтобы на каждый угол башни

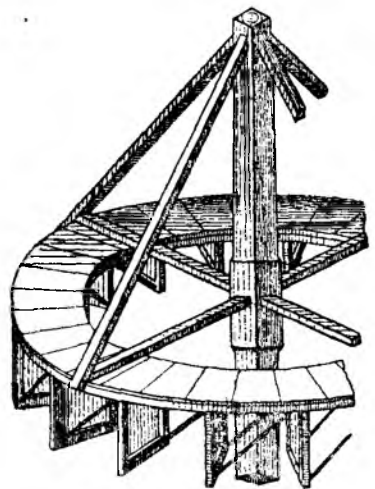


Рис. 359.

приходилось по два таким образом, как это изображено на рисунке для одного угла.

13. Мельницы в круглой башне (рис. 363). «Эти мельницы во всех своих частях подобны предыдущим, но эта башня круглая, и верхняя часть ее, где на валу находятся крылья, открыта во все стороны и делится на окна косыми переборками для того, чтобы ветер поступал в башню не в вертикальном направлении, а косо и таким образом двигал и приводил крылья. Особенность этой мельницы заключается в том, что одновременное поступление ветров разных направлений не вызовет препятствий, а будет лишь благоприятно влиять на ее работу».

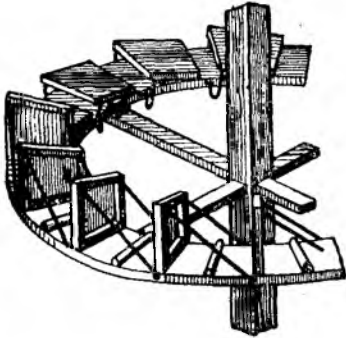


Рис. 360.

Рюльман в своем «Allgemeine Maschinenlehre», V. I, S. 466, говорит, что такого рода ветряные колеса уже были описаны в «Recueil des Machines» (1699 г.) как «горизонтальные ветряные мельницы польского типа»; прилагаемое же описание примерно на восемьдесят лет старше. Верантий продолжает:

«До сих пор достаточно говорилось о ветряных мельницах, теперь перейдем к мельницам с водяным приводом»:

14. Мельницы в ручьях. В некоторых местах ручьи настолько малы и мелководны, что они не могут приводить мельниц. Поэтому мы решили для лучшего падения воды вырыть посреди ручья под колесом ров и спустить колесо на четверть в ров; мы полагаем, что это не вызовет затруднений. Однако лучше такие ручейки поддерживать выше устроенной насыпью или перегородкой, чтобы получился пруд, где вода скопится на несколько часов; когда же пруд открывается, то вода бежит по каналам и ударяет в нижнюю часть колеса, ибо таким способом она обходит большее пространство и давит с большей силой на колеса».

Здесь автор, быть может, неясно представляет себе конструкцию барабанного водяного колеса. Он продолжает:

15. Мельницы посреди реки. «Обычно мельницы строят на берегу реки; иногда воды бывает недостаточно, иногда же, наоборот, слишком много. То и другое вредно. Это неудобство я устранил, построив мельницу посреди реки, в месте наиболее быстрого течения, что можно, пожалуй, сделать и у моста. Колесо же, приводящее жернов, погружалось в воду целиком и устанавливалось так, что с одной стороны захватывало воду, а с другой — свободно пропускало ее.

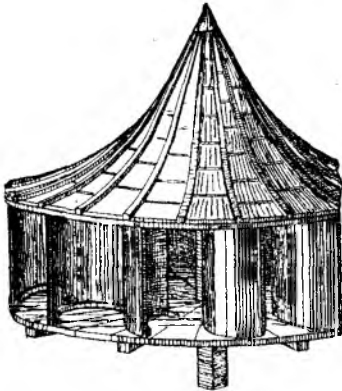


Рис. 361.

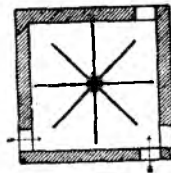


Рис. 362.

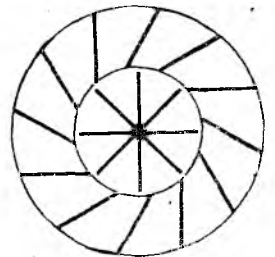


Рис. 363.

При этом способе мельница никогда не стояла, а непрерывно работала независимо от прибыли или убыли воды».

Рисунок к этому описанию изображает горизонтальное колесо, совершенно погруженное в воду, внизу и вверху которого устроены подъемные лопасти, наподобие ветряных колес рис. 359 и 360. Подобное горизонтальное вода-

ное колесо встречается уже у Бессона (ср. рис. 222, стр. 151). Далее следуют:

16. Мельницы, подвешенные к скале. Они оборудованы горизонтальным водяным колесом, имеющим ту же форму, что и на рис. 361.

17. Мельницы, установленные в проливе моря. Верантий говорит:

«Кто заставил море приводить мельницы и вырабатывать силу для других движений? Мы полагаем, что это возможно, однако, не везде, а лишь в узких местах моря. Надо, кроме того, чтобы место не было открыто и подвержено волнам. Существует еще другой способ приспособить море к данной цели. Надо вырыть у берега моря пруд на такой высоте, как поднимается вода в море, для того чтобы пруд наполнился при приливе; при отливе же вода по желобам или каналам стекает и приводит мельницу в движение...».

На относящемся сюда рисунку изображено водяное колесо, сконструированное по подобию горизонтального ветряного колеса (рис. 357). Изложенный способ использования приливов и отливов в качестве приводной силы мы нашли уже в «Рисунках времен гусситских войн» на листе 105—99-м R (ср. стр. 69). Дальше следует:

18. Мельницы на понтонных мостах (понтонках). «Мельницы, установленные на понтонах, имеют еще меньший понтон, который поддерживает конец вала водяного колеса, но почему же не сделать его таким же, как и большой, и установить на нем вторую мельницу такой же производительности?..»

19. Мельницы на судах. Гораздо лучше наш тип мельницы, установленный на барке; отличные результаты достигаются при установке вала на передней части судна, если последнее достаточной величины для поддержания такого тяжелого груза...».

Рисунок изображает вал, установленный на широкой барке; на каждом конце вала насажено по водяному колесу. Косые буны (дамбы) защищают оба колеса от приплывающих твердых тел. От вала приводятся два мельничных постава, установленные на барке.

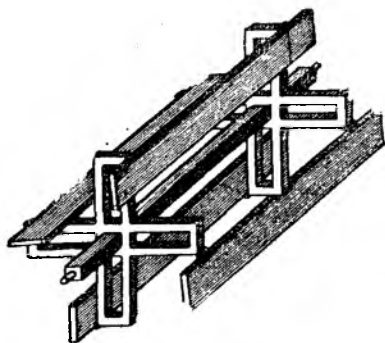


Рис. 364.

20. Водяное колесо (рис. 364). «Это водяное колесо устроено так, что если оно вертикально или горизонтально, частично или целиком погружено в воду, то оно всегда служит своему назначению. Мы устраиваем, однако, двойные кресты, которые несут лопастные колеса и через которые, вопреки обычаю, проходит не очень толстый вал. Другие просверливают отверстия в валу, куда вставляют плечи, на которых помещаются лопастные колеса. В этом случае требуются особо толстые валы, чтобы отверстия не прорвались, а валы не расщепились».

Такие двойные плечи, охватывающие вал, уже встречаются в рисунках Агриколы (ср. рис. 144 и 158, стр. 93 и 102).

21. «Ослиные» мельницы. «Эти мельницы ведут свое название из Италии и Греции, где они приводились ослами. В других местах они приводятся лошадьми или волами...».

На рисунке изображено цилиндрическое зубчатое колесо исключительно больших размеров на вертикальном валу; к плечам его впрягаются ослы внутри зубчатого обода.

22. Мельницы с шаровым маховиком. «Эти мельницы приводятся одним или двумя людьми, и грузы, подвешенные к концу креста, увеличивают мощность (рис. 365). Вместо креста можно установить колесо и придать ему этот вес, но крест легче сделать, а результат получается такой же...».

Такие кресты с маховыми грузами встречаются уже на мельницах, изображенных в «Гравюрах времен гусситских войн» (ср. рис. 72 и 73, стр. 57 и 58). В осталь-

ном механизм, изображенный на рис. 365, подобен изображенному Бирингуччо для его амальгамирной мельницы (рис. 127, стр. 80) или Рамелли для его мельничного постава с ручным приводом (рис. 226, стр. 158).

23. Мельницы со ступальным колесом. «Это наше ступальное колесо (рис. 366) почти во всем подобно тем, которые применяли до сих пор, но кто рассматривает его внимательно, установит, что оно гораздо легче приводится в движение. Это достигается

особым способом приложения силы, т. е. в том месте, на которое дают люди; в то время как в других ступальных колесах люди входят внутрь и в нижнюю часть колеса, на нашем же колесе они стоят вне его в (горизонтальной) центральной плоскости колеса...».

Это устройство уже встречается у Рамелли (см. стр. 159) с той лишь разницей, что рабочие изображены в сидячем виде.

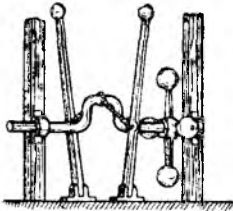


Рис. 365.

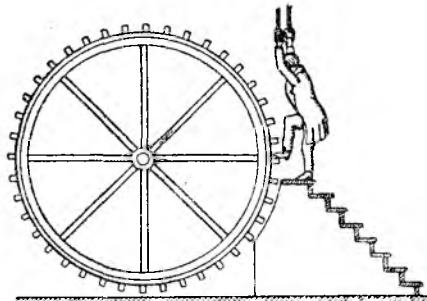


Рис. 366.

24. Прессы для экстрагирования масла (собственно, дробильная мельница) (рис. 367). «Настоящее колесо можно применить и для прессов; им пользовались обычно для экстрагирования масла (но итальянскому тексту: для раздавливания оливо). Ведь то, чего можно достичь на обычной маслобойной мельнице с вертикальным валом и приводом животными, может еще легче произвести наше колесо с человеческим приводом, ибо при этом обеспечивается прямое обратное направление, а в остальных случаях косо».

Применяемое здесь вращательное движение превращается в поступательное канатной трансмиссией, не встречавшейся ни у одного из более ранних авторов.

25. Пресс. «Обычно прессы делаются из больших брусьев с винтами... Наш пресс имеет сложный блок, помощью которого один человек может поднимать большой тяжелый камень и постепенно опускать его (на прессуемое вещество)...».

Прессование тяжелым камнем, который поднимают машиной и затем опускают на прессуемое вещество, означает возвращение к стариннейшим методам. На одном древнегреческом барельефе в Неаполитанском музее изображено, как

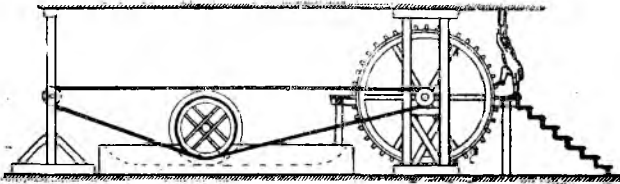


Рис. 367.

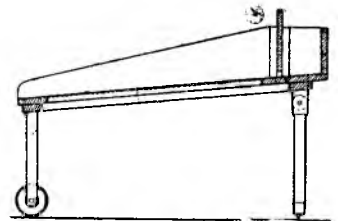


Рис. 368.

три человека поднимали при помощи длинного рычага каменную плиту под корзиной, наполненной виноградом, в то время как двое других держат его и служат ему направляющими (Antony Rich, *Illustrirtes Wörterbuch der römischen Alterthümer*, übers. von Dr. C. Müller, Paris und Leipzig 1862, статья «torcular et torculum»).

В главе 26 трактуется о жатве и молотье, в главе 27 о мойке хлеба; обе не представляют для нас интереса. Затем Верантий продолжает:

«Способ вырывания сорных трав из посевов (рис. 368). Существует еще другой способ очистки хлеба, который я видел в Германии и который я ввел здесь,

так как он показался мне очень удобным. При этом хлеб движется и очищает сам себя в больших количествах.

28. Способ отделения муки от отрубей. В романских странах пекаря работают целый день для отделения муки от отрубей; в Германии же хлеб тотчас же после размола попадает из жерновов в мешок, к которому привязана палочка. Эта палочка трясется двумя или тремя цаппами, помещенными в конике, таким образом мука выходит в ящики, а отруби вне его».

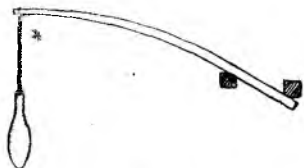


Рис. 369.

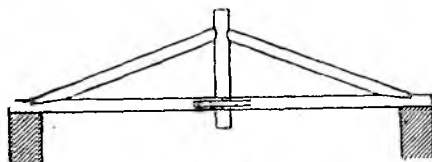


Рис. 370.

Из этого явствует, что изобретенный в Германии около 1502 г. мучной ящик (ср. стр. 120 нашего очерка о Кардано) в Италии и через 100 лет не был еще известен.

29. Способ толчения ячменя или иного хлеба. «В романских странах плохо очищают ячмень от шелухи, причем это делается с большим трудом, ибо песты, которыми пользуются для этого, слишком широки и скорее подходят для раздавливания зерен, чем для очистки от шелухи. Мы делаем остроночные песты, которые со всех сторон обшиваются четырехугольными гвоздиками, которые отлично освобождают зерна от шелухи. Песты приводятся двояким способом: либо одним человеком, который вращает вал (с подъемными кулаками) с одной стороны, или же пест подвешивают на штангу (рис. 369), которую натягивает один человек; она гнется и опускает пест, но когда ее отпускают, то пест автоматически поднимается снова вверх. Это легкий способ поднять такой груз, причем он очень стар, и весьма странно, что его так редко применяют».

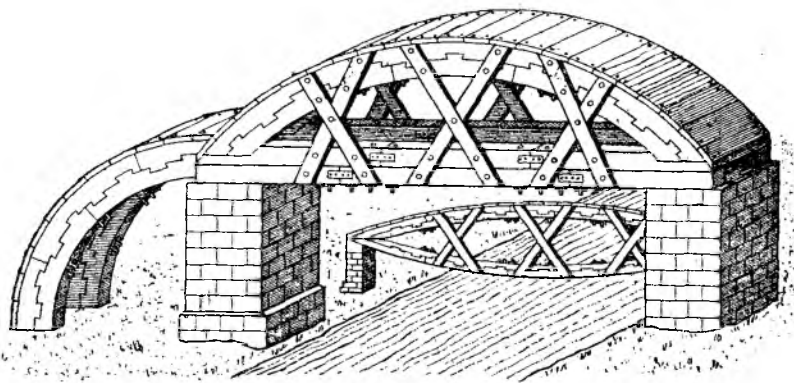


Рис. 371.

Ручная мельница. Существует еще другой способ толочь ячмень, а именно на ручной мельнице (похожей на изображенную Агриколой для размола золотоносной руды, рис. 156, стр. 100); при этом верхний жернов несколько приподнимается, если он слишком тяжел, чтобы не раздавить зерен; это можно сделать на большой мельнице с водяным приводом. Гвозди можно насадить также на колесо или доску, которыми мнут ячмень и освобождают его от шелухи. Этим можно ограничиться в отношении мельницы».

Верантий переходит теперь к постройке мостов и описывает сначала простую конструкцию следующим образом:

30. Мост с двумя балками (рис. 370). «Теперь перейдем к мостам, которые перекинута с одного берега на другой через довольно широкий поток, без быков и опор. Этот

первый мост длиной всего в два ствола, только два конца которых опираются на быки; оба других конца их поддерживаются посредине реки путем подвески их к двум другим верхним балкам с несколько приподнятыми концами, подпирающими друг друга

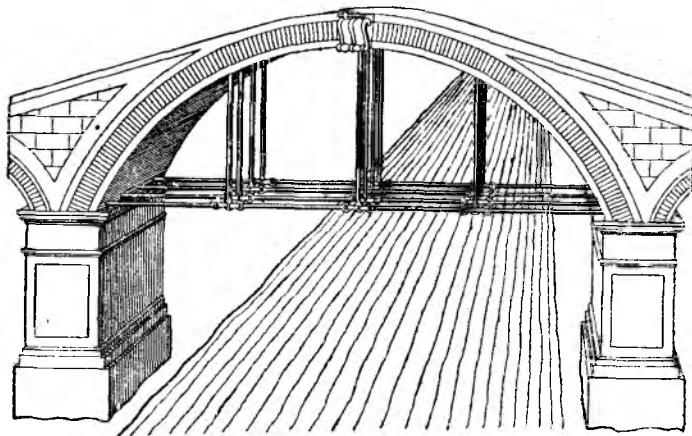


Рис. 372.

(т. е. верхний дуги) для того, чтобы в силу своей тяжести они не разошлись и не обрушились.

32. Каменный мост (рис. 372). Этот мост может быть построен из цегелей или других легких камней, ибо чем они легче, тем он будет прочнее. Прежде всего у берега должен быть заложен прочный фундамент (устой), который должен укрепляться еще другими сводами. Затем оба конца в нижней части моста (мостовой дуги) должны быть соединены многими крепкими железными распорками. Если же мост должен быть очень длинным, то эти распорки держатся другими висячими.

33. Мост из колокольного металла (бронзы) (рис. 373). Этот мост делается из одной бронзы; он может быть прямым (как изображено на переднем плане рисунка),

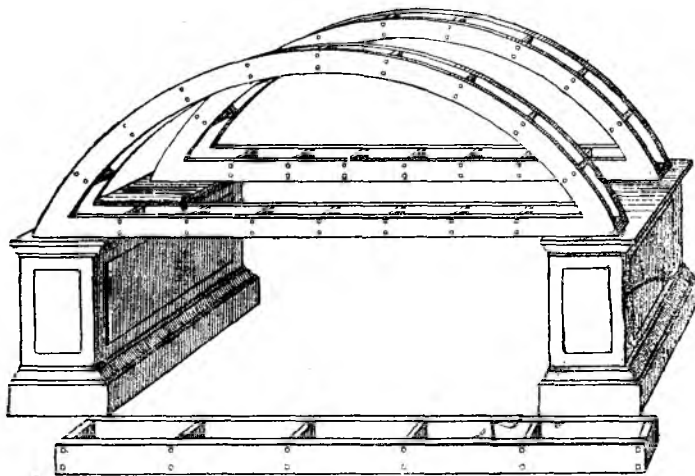


Рис. 373.

либо дугообразно изогнутым. Кто-либо может сказать, что для этого требуется много бронзы и что поэтому это будет стоить очень дорого. На это я могу возразить, что это будет стоить гораздо дешевле, чем если бы мост был сделан из камня... Таким же способом можно очень недорого сделать крыши и потолки башенных зданий и церквей (в итальянском тексте сказано: «Таким же способом и с меньшими расходами можно сделать балки большой длины для постройки крыш и перекрытий для церквей и зал и избежать благодаря этому неудобства столбов и быков (опор)»).

Если даже Верантий и недооценивает сто-

мости металлических балок и то, что применение их сделалось экономически возможным лишь после того, как выучились производить чугун, все же за ним остается заслуга первого, кто привлек внимание к данному предмету.

34. Железный мост (рис. 374). «Этот мост называется «железным» потому, что он подвешен на двух башнях, построенных по обеим сторонам реки и держится на множестве железных цепей...».

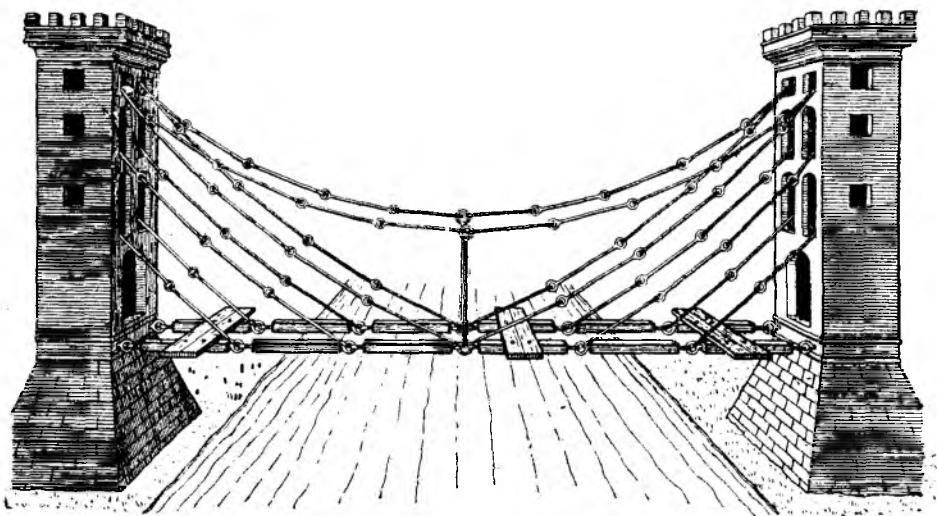


Рис. 374.

Этот проект цепного моста, насколько нам известно, является первым, осуществленным в Европе. Весьма сомнительно, чтобы Верантий знал о китайских цепных мостах, которые существовали с давних пор. В описании путешествия

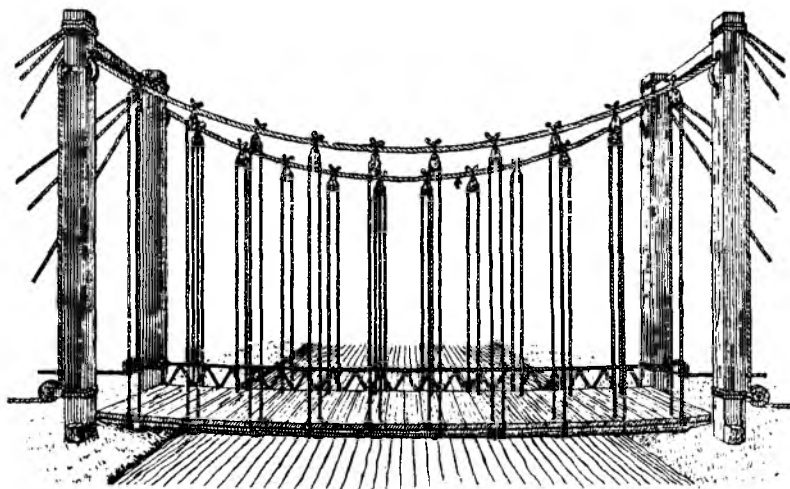


Рис. 375.

Марко Поло они не упоминаются; тиролец же Мартини, который описал переправу через Тзин-линг-шан по цепному мосту у Ма-Тап-и, жил в середине XVII в., т. е. позднее Верантия. Этот китайский цепной мост состоит из шести туго натянутых железных цепей длиной в 50 футов, расположенных на небольшом расстоянии

друг от друга и прикрепленных по обеим сторонам к скалам. Поперек щелей уложены доски. Данных о возрасте этого моста или о способе его постройки не имеется (ср. Curt Merkel, Die Ingenieurtechnik im Alterthum, Berlin 1899, S. 212).

35. Пеньковый мост (рис. 375). «Этот мост состоит из двух или более канатов, которые подвешены на двух сваях по обоим берегам. Для того чтобы они оставались туго натянутыми и не выгибались под тяжестью, можно натягивать или отпускать привязи, которые присоединены к канатам. Мост можно сложить и перенести, ввиду чего он очень пригоден в походах».

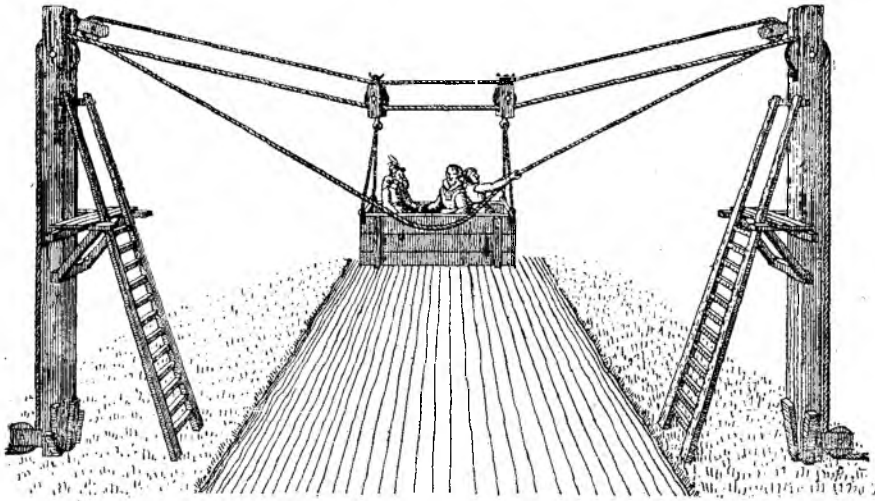


Рис. 376.

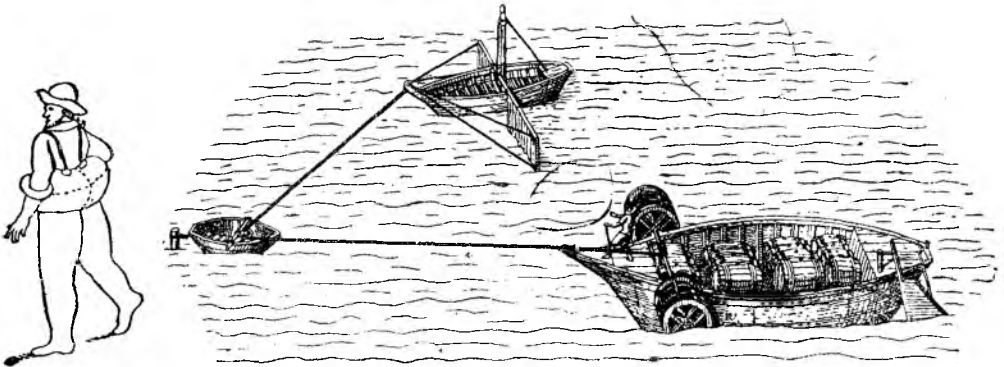


Рис. 377.

Рис. 378.

Это старейшая конструкция канатного моста, или, скорее, канатных мостков; во всяком случае более ранний вид такого моста нам не встречался.

36. Мост с одним канатом (рис. 376). «На толстый канат подвешивается корзина или корыто с вращающимися роликами и рядом натягивается тонкий канат, причем, когда он натягивается, тот, кто находится в корзине, без труда переправляется через реку».

Среди «Рисунков времен гусситских войн» уже встречалась простая канатная дорога для транспорта бомбард через реку или ущелье (ср. рис. 110, стр. 68); здесь же мы видим канатную дорогу, приспособленную для транспорта людей.

Глава 37 не представляет для нас интереса; глава 38 озаглавлена: «Судно, которое можно носить с собой» (рис. 377). Оно состоит из комбинации плавательного пояса и болотных сапог. Первый уже встречается в «Рисунках времен гусситских войн» (рис. 87, стр. 61). Глава 39 посвящена парашюту, подобно тому, который описывал уже Леонардо да Винчи. Глава 40 озаглавлена: «Судно, которое само движется против течения» (рис. 378). В описании сказано, что его можно сделать двойным способом. Первый способ уже известен по описанию к «Рисункам времен

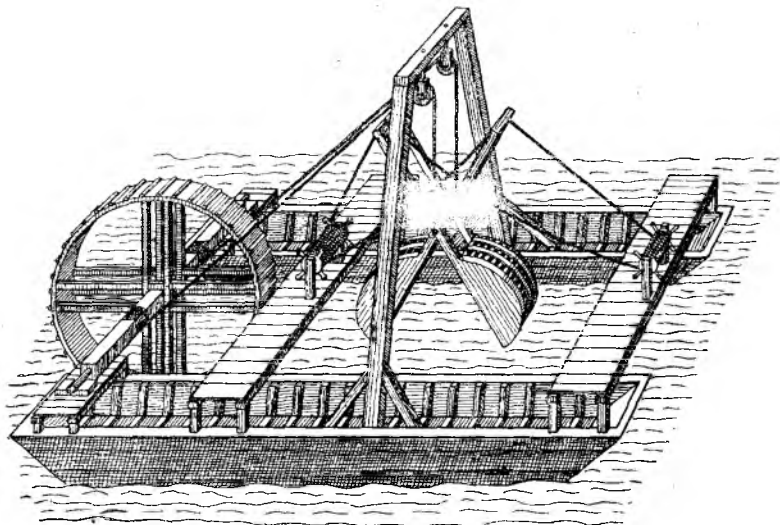


Рис. 379.

гусситских войн» (рис. 108, стр. 68), но Верантий к этому добавляет, что один конец натяжного каната должен быть привязан к колу (свае), вбитому в реку. Затем он продолжает:

«Другой способ заключается в том, что на кол подвешивают ролик, по которому проходит канат, и один конец продернутого каната привязывается к барже, которая должна двигаться вверх по течению; другой же конец — к малому судну, к обоим бортам которого пристроено две лопасти, которые прямо стоят в воде и захватывают напор реки. Таким образом малое судно будет тянуть баржу. Это и прежде описанные водяные часы мне стали известны от одного искусного человека (француза) в Риме».

На рис. 378 эти оба метода скомбинированы вместе. Эта комбинация вполне допустима, и баржа может благодаря этому двигаться быстрее, однако Верантий в своем тексте об этом не упоминает.

Следующая глава озаглавлена так:

41. «Механизм для очистки морского дна» (рис. 379). «Существует множество аппаратов для удаления песка и ила со дна морского; из них многие имеются в Венеции, но они работают медленно и не могут погружаться больше, чем на 6 футов в грунт».

Такую машину описывает Лорини (см. рис. 291, стр. 187). У него захват, который захватывает ил, подвешен к одному концу двухплечевого рычага, другой конец

которого подвигивается вверх и вниз, что вызывает медленное движение и незначительную высоту подъема. Верантий продолжает:

«Наш же механизм может применяться при любой глубине моря или реки; хотя в не очень глубоких реках можно применять и другой аппарат. Он состоит из двух водяных колес, насаженных по обоим концам вала, который положен поперек судна, как указано выше (глава 19). На этом валу нужно пристроить несколько черпачных лопастей, которые разрыхляют дно и поднимают песок и ил на такую высоту, на которой они затем смываются течением реки раньше, чем поверхность воды будет достигнута, и лопасти очищаются.

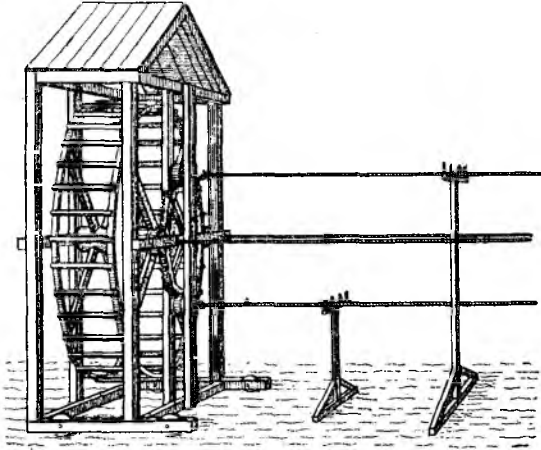


Рис. 380.

инструмент, который движется помощью моего ступенчатого колеса (подобно описанному в главе 23). Благодаря этому колесу один человек легко дает большую производительность, чем несколько человек без этого колеса».

На рис. 380 аппарат изображен лишь частично. Такой же, как здесь изображенный, канатный станок стоит против этого первого, захватывает другой конец судового каната и вращает его в противоположном направлении, что ускоряет работу. Следующие шесть глав не представляют интереса для настоящей работы.

42. Судно с открытым дном. Для вышеописанного аппарата, который поднимает со дна моря грязь захватами, мы изобрели судно, которое, подпывая под аппарат, забирает извлеченный грунт и выплывает в открытое море, и без большого труда разгружается через отверстие в дне.

43. Инструмент для кручения канатов (рис. 380). В инструментах, которые употребляются в настоящее время для кручения толстых судовых канатов от руки, оно производится с большим трудом, так как не применяется никакого (механического) приспособления, а только человеческая сила. Поэтому я изобрел

ИОГАНН ЛЕЙРЕХОН

(1591—1670 г.)

Редо на стр. 393 своей «Кинематики» при описании коловратного механизма говорит: «... предлагаемое устройство является во многих случаях чрезвычайно пригодным водяным насосом. В качестве такового эта машина довольно стара. Вейсбах называет ее ротацонным насосом Брама, усовершенствованным Леклерком; другие называют ее насосом Леклерка, поэтому изобретение ее следует отнести к концу прошлого столетия. Но уже в 1724 г. Леупольдом («Theatrum machinarum hydraulicarum», tom. I, S. 123) насос описывается, как нечто уже давно известное, и называется «Machina Pappenheimiana» под заголовком «коловратный механизм с двумя ходовыми колесами, называемый Бехером Machina Pappenheimiana». Сочинение же Бехера («Trifolium Becherianum») появилось в первой половине XVII в.; кроме того, Кирхер, Шотт, Лейрехон и за ними Швентер в своих «Математических отрядных часах», 1636 г. (S. 485), описывают его с тем изменением, что оба насосных колеса имеют не 6 зубьев, а 4, и без упоминания имени Паппенгейма. По этим данным, машине ныне (в 1875 г.) уже 230 лет. Она была уже известна во времена 30-летней войны и, повидимому, является германским изобретением. Вопрос о том, была ли она изобретена Паппенгеймом или она была лишь названа по имени какого-то паппенгеймца — остается открытым, все же можно без особых исследований продолжать называть ее насосом Паппенгейма».

Из этого можно было бы заключить, что Бехер сначала описал коловратный механизм, а название «машина Паппенгейма» появилось уже позднее в первых описаниях ее. Однако сочинения д-ра Иоганна Бехера, жившего в 1635—1682 гг., появились не в первой, а во второй половине XVII в. Место, где он описывает этот механизм, находится не в «Trifolium Becherianum Hollandicum», а в приложении к его сочинению «Närrische Weisheit und weise Narrheit Dr. Bechers kurzer doch gründlicher Bericht von Wasserwerken und Wasserkunsten». («Короткое, но основательное сообщение д-ра Бехера о водяных механизмах и насосах»), где § 16 гласит:

«Существует еще способ подъема воды зубчатыми колесами, захватывающими друг друга и образующими диафрагму, давящую на воду и выталкивающую ее вверх. Это называется водонапорным бассейном или машиной Паппенгейма; она должна быть очень тщательно сделана, дает много воды, но поднимает ее невысоко...».

В этом заключается все описание Бехером коловратного механизма; рисунка не приложено, а сочинение «Närrische Weisheit und weise Narrheit» появилось во Франкфурте-на-Майне лишь в 1680 г. Оба иезуита — Афанасий Кирхер и Каспар Шотт — писали сочинения по физике и механике в середине XVII в. «Mechanica hydraulica-pneumatica» Шотта появилась в 1657 г. в Вюрцбурге, а «Математические отрядные часы» Швентера — в качестве продолжения сочинения

Георга Филиппа Харштёрффера «*Deliciae mathematica et physica*» — в 1636 г. в Нюренберге.

Даниил Швентер родился 31 января 1585 г. в Нюренберге; уже на одиннадцатом году жизни у него был хороший фундамент для изучения восточных языков, наряду с которыми он впоследствии изучал и математику в Альтдорфском университете. Начиная с 1608 г., он читал там лекции по древнееврейскому и халдейскому языкам, а начиная с 1628 г. — по математике. Слава о его математических познаниях была настолько велика, что князья и другие знатные люди советовались с ним по этим вопросам; особенной милостью он пользовался у ученого герцога Августа брауншвейг-люнебургского. Он умер в 1636 г., в год появления его сочинения.

В предисловии к его сочинению он сообщает, что один математик, имя которого ему неизвестно, несколько лет тому назад выпустил в Париже книжку под заглавием «*Récréations mathématiques*». Эту книжку прислал ему недавно приятель из Парижа и она настолько его заинтересовала, что он перевел ее на немецкий язык с помощью одного знакомого, знающего французский язык, и присоединил к ней собранные им с ранних лет подобные же задачи и вопросы.

В «*Mechanica hydraulica-pneumatica*» Каспара Шотта, часть II, раздел I, маш. XVII, имеется следующее введение к описанию коловратного колесного механизма:

«Автор книги «*Recreationes mathematicae*», напечатанной несколько лет тому назад на французском языке — Иоганн Лейрехон, иезуит, и по нему Даниил Швентер в своих «*Recreationes mathematicae*», часть 13, вопрос 18, и Каспар Энс в своем «*Thaumaturgus mathematicus*», проблема 93, № 7, приводят гидравлическую машину, которая, — как уверил меня Кирхер, видевший ее в Майнце, — с такой силой выбрасывает воду из стоящего внизу сосуда или колодца, что по производимому ею действию может быть названа «водяной центрофугой» (*Hydracontisterium*).

Названный здесь в качестве автора «*Récréations mathématiques*» Иоганн Лейрехон упоминается и в «Универсальном лексиконе» Цедлера, где говорится, что он родился в Вар ле Дюке в 1591 г., вступил против воли своих родителей в орден иезуитов, изучал философию, математику и теологию, был ректором иезуитского колледжа в родном городе, а также духовником герцога лотарингского и умер в 1670 г. Его сочинение, названное в цедлеровском «Лексиконе» по-латински «*Hilaria mathematica*», появилось в Понт-а-Муссоне в 1624 г.

Мы не видели этого издания его сочинения, но в мюнхенской придворной библиотеке имеется книга: *Récréations mathématiques, composé de plusieurs problèmes plaisants et facetieux, Pont-à-Mousson par Jean Appier dit Hanzelet, impriméur et graveur de son Altesse et de l'Université, 1626*. Это — небольшое собрание арифметических задач, карточных игр, химических и физических задач, между которыми встречается несколько описаний механизмов и машин. Имя автора на титульном листе не указано, посвящение подписано «N. van Etten», каковое имя, по данным Каспара Шотта, является псевдонимом патера Лейрехона.

В королевской публичной библиотеке в Штутгарте имеется дополненное четвертое издание этой книги, вышедшее в 1627 г. в Париже, издатель которого обозначен на титульном листе лишь буквами: D. N. P. E. M. Его содержание совершенно точно соответствует изданию 1626 г., добавлены лишь некоторые примечания издателя к отдельным параграфам.

Упомянутая Каспаром Шоттом работа Каспара Энса «*Thaumaturgus mathematicus*», находящаяся в дармштадтской придворной библиотеке, является латинским переводом работы Лейрехона, вышедшей в Кельне в 1636 г.

В той же дармшадтской придворной библиотеке имеется второе издание сочинения под заглавием: «Examen du livre des Récréations mathématiques par Clayde Mydorge», Rouen 1639. Оно состоит из 3 частей, из которых первая совпадает с книгой Лейрехона. В задаче 21 третьей части описывается простой рычажный домкрат. Приложение содержит сводку примечаний, рассеянных в издании 1627 г.

Оттиск этого издания под заглавием «Récréations mathématiques etc», Lyon 1680, находится в той же вышеупомянутой штутгартской библиотеке.

Из всего этого явствует, что на сочинение Лейрехона в свое время имелся такой большой спрос, что оно многократно использовалось книготорговцами для спекуляции. Ввиду того, что немецкая обработка Швентера 1636 г. содержит рисунок и описание рычажного домкрата, как он встречается в издании сочинения Лейрехона от 1639 г., и, так как Швентер при этом указывает, что он заимствовал его из французского издания, то надо полагать, что между 1627 и 1636 гг. появилось еще одно издание этого сочинения, которое уже содержало это описание, но его в нашем распоряжении нет.

Задача 88 Лейрехона озаглавлена: «О водяных насосах, гидравлических машинах и других опытах с водой и подобными жидкостями» и распадается на несколько разделов. В шестом описан архимедов винт, а седьмой озаглавлен: «О другом прекрасном водоподъемном сооружении», и гласит так:

«Я не буду останавливаться на изобретениях Герона, Ктезибия и других, которые уже многократно обсуждались, а ограничусь приведением нового весьма ценного механизма. Это машина (рис. 381) с зубчатыми колесами, которые заключены в овальном кожухе так, что зубцы одного колеса захватывают зубцы другого, и так точно, что ни воздух, ни вода — ни в середине, ни по сторонам — не могут проникнуть в овальный кожух, ибо колеса так плотно прилегают к стенкам, что не остается свободного пространства. На каждом колесе имеется ось, так что его можно извне вращать рукояткой. Когда ручка колеса *A* вращает его в одном направлении, то вследствие этого другое колесо вращается в обратном направлении, и в результате этого движения вода из пространства между зубьев колес направляется в обе стороны так, что при вращении колес вода принуждена подняться по трубе *F* и вытечь. И для того чтобы направить воду в желательную сторону, на трубу *F* насаживают еще две других подвижных трубы, которые так соединены друг с другом, как это наглядно изображено на рисунке (слева наверху)».

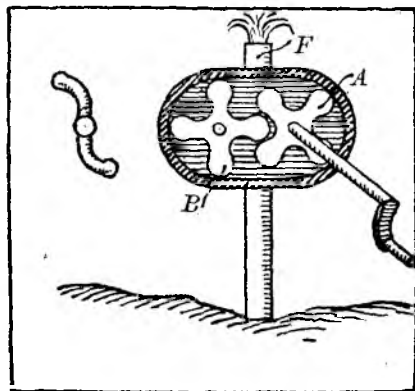


Рис. 381.

Это — наиболее старое описание коловратного механизма, которое в течение 10—12 лет появлялось лишь во французских работах, пока в 1636 г. Даниил Швентер не выпустил немецкого перевода Лейрехона с точной копией плохого рисунка. Через 31—33 года после Лейрехона эту машину описал Каспар Шотт и сообщил, что Кирхер видел таковую в Майнце. Лишь через 54—56 лет после появления этого первого описания Бехер свидетельствует, что ее называют «Machina Parrenheimiana», но это обстоятельство, думаем, имеет не большее значение, чем теперешнее название ее насосом Брама или Леклерка. В общем, коловратный механизм приходится считать скорее французским изобретением, чем немецким.

Из сочинения Лейрехона наиболее интересными кажутся нам еще следующие места:

«Задача 65. Сделать прибор, дающий возможность ясно и на расстоянии слышать, подобно тому как телескоп Галилея дал возможность видеть на расстоянии предметы в увеличенном размере».

«Не думайте, что математика, которая создала такие прекрасные вспомогательные средства для зрения, не окажет той же услуги слуху. Известно, что при помощи *saibasanes* или несколько более длинных труб можно довольно ясно слышать на сравнительно большое расстояние. Опыт показывает, что в определенных местностях, где арки сводов образуют углубления, речь человека, говорящего очень тихо в одном углу, ясно понимается теми, кто стоит в другом углу, в то время как стоящие посредине ничего не слышат... Говорят, что некий итальянский князь имеет прекрасный зал, где он легко и ясно может слышать все разговоры, которые ведут люди, находящиеся в соседнем саду люди, при помощи сосудов и труб, соединяющих голоса актеров в театре. Этого достаточно, чтобы показать, откуда вышло новое изобретение, называемое *saibasanes* или слуховая трубка, которой в настоящее время пользуются некоторые вельможи. Она сделана из серебра или меди или другого звучащего металла в форме настоящей воронки. Широкий конец направляется в сторону того, кто говорит, — учителя, проповедника, или кого-либо другого, чтобы собрать звук голоса, который, проходя через трубку, приложенную к уху, усиливается».

Последние слова не оставляют сомнения в том, что здесь подразумеваются слуховые трубки, а не разговорные трубы; трубки же равной ширины во всю длину, наподобие тех, которые встречаются на зданиях, мало пригодны в качестве слуховых и разговорных. Во второй половине XVII в. возник спор о том, кто изобрел разговорную трубу—Афанасий Кирхер или Морланд; те, которые считали Морланда изобретателем ее, приписывали слуховую трубу Кирхеру. Однако, так как последний родился в 1602 г. или же, по другим данным, в 1601 г. и ввиду того, что в то время, когда Лейрехон описывает слуховую трубу как давно известный и находящийся в употреблении предмет, ему могло быть не более 22—25 лет и его сочинения «*Musurgia universalis*» и «*Phonurgia nova de prodigiosis sonorum effectibus et sermocinatione per machinas sono animatos*» появились лишь в 1650 и 1673 гг., то маловероятно; чтобы именно он, Кирхер, был изобретателем слуховой трубы.

Лейрехоновская задача 67-я, озаглавленная «Об одной очень редкой лампе, которая не гаснет, когда ее носят в кармане или катают по земле», уже помещена в сочинении Кардано «*De Subtilitate*», появившемся в 1550 г., где в книге XVII, под заголовком «*Sedes mira*» сказано так:

«Подобным же образом было открыто, что сиденье императора устроено так, что в каком бы положении оно ни находилось во время поездки, на нем всегда можно было удобно и неподвижно сидеть. Это достигалось особым устройством колес, именно—устроено три стальных обода с вращающимися цапфами вверх и вниз, вперед и назад, влево и вправо. Ввиду того, что никакого другого, кроме указанных, положения быть не может, то неизбежно, что человек в экипаже остается в неподвижном состоянии, независимо от движения экипажа. В этом есть некоторое сходство этого приспособления с фонарями, от которых это устройство заимствовано, которые, будучи открыты, даже опрокидываясь, не проливают масла».

Это, повидимому, единственное место в сочинениях Кардано, из которого можно сделать вывод, что он является изобретателем универсального шарнирного соединения, которое Рело называет «соединение (муфтой) Кардано» (ср. стр. 430 его «Кинематики»). Однако Кардано говорит здесь о вращающемся экипажном сиденье на трех вертикальных, друг на друге расположенных осях, как о давно известном устройстве, и о таком же способе подвешенном фонаре как о еще более старом, отнюдь не принадлежащем ему изобретению. Кроме того, между описанным здесь способом подвески экипажного сиденья или фонаря и универсальным шарнирным соединением настолько большое различие, что их нельзя рассматривать как одно и то же устройство. Экипаж, схожий с описанным Карданом, встречается в работе Бранка «*Le Machine*» табл. 23, и этот способ подвески применяется уже Бессоном для его лага (лист 57-й); описание же универсального шарнирного соединения еще и через 100 лет после появления сочинения Кардано «*De Subtilitate*» не встречается в книгах. В последних фразах цитированного отрывка Лейрехон описывает упомянутый фонарь следующим образом:

«Сосуд, где помещаются масло и фитиль, имеет две цапфы (рис. 382), захватывающие обод; у него, в свою очередь, две цапфы, которые захватывают второй обод из медного или другого прочного материала, и, наконец, на этом втором ободе — другие две цапфы, которые захватывают какое-либо тело, которое охватывает всю лампу таким образом, что шесть упомянутых цапф стоят в шести различных направлениях, а именно: вверх, вниз, вперед, назад, влево и вправо. Помощью этих шести цапф и подвижного кольца лампа вследствие положения ее центра тяжести всегда правильно стоит, когда ее поворачивают или пытаются перевернуть, что кажется замечательным для тех, кто не знает причин этого».

Также и 71-ю свою задачу Лейрехон пристегивает к одному месту из первой книги сочинения Кардано «De Subtilitate», в котором сказано так:

«По этому принципу (*horror vacui*) построена замечательная лампа (рис. 383) в виде башни, закрытая со всех сторон, имеющая лишь отверстие *D*, через которое наливается масло до откала. Она делается целиком из олова, и, когда ее опрокидывают, как здесь изображено, то масло не может вылиться через отверстие *D*, ибо если бы оно вытекало, то то, что находится в *C*, на основании принципа тяжести и пустоты, вытекло бы в *D*, находящееся в *B* вытекло бы в *C*, а то, что находится в *A*, потекло бы в *B*. Тогда в *A* получилось бы пустое пространство. Но вместе с тем в *A* не получается пустого пространства, там остается масло, так же как и в *B* и в *C*, и поэтому оно не вытекает. Но как же тогда возможно, что при зажженном фитиле масло в *F* будет поглощено и начнет течь из *D* через трубку, ведь в этом случае кажется, что необходимое масло может появиться, лишь образовав



Рис. 382.

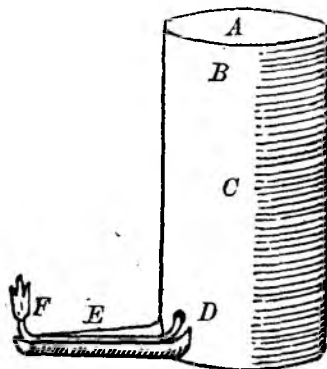


Рис. 383.

вакуум? Оно вытягивается либо силой теплоты, либо же опускается само по себе. Что касается вакуума, то это не имеет никакого отношения к делу, ибо опыт показал, что лампа горит и постепенно делается пустой, само собой же масло не спускается. Причину поэтому заключается в том, что огонь, нагревая, расширяет масло. Расширенное масла расширяется и выходит через отверстие *D*. Наиболее же легкая часть масла поднимается на самый верх лампы, обозначенный *A*. Но, ввиду наличия большого количества воздуха (пара?), это пространство заполняется воздухом, количество которого возрастает по мере того, как вытекает масло. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы канал *DEF* был не короче того, что необходимо, а фитиль не слишком велик, ибо в противном случае масло при большом тепле быстрее расширится и вытечет».

В связи с этим местом в сочинении Кардано Лейрехон говорит:

«Лампа, которую я здесь привожу (рис. 384), очень остроумна. Главную часть ее составляет сосуд *CD*, близ основания которого устроено отверстие с малой трубкой *C*, а также большая труба, проходящая через сосуд, и близ крышки этого последнего отверстие *D*; внизу под сосудом непосредственно над дном чаши *AB* имеется отверстие *E*, образованное расстоянием между концом трубы и основанием чаши. После приготовления сосуд наполняется маслом, отверстие *C* открывается, отверстие *E* закрывается или же оно погружается ниже в масло в чаше *AB*, с тем чтобы не проникал воздух. Таким образом вследствие *horror vacui* масло через отверстие *C* не может вытечь. Но затем ввиду того, что масло, находящееся в *AB*, поглощается горящим фитилем, отверстие *E* освобождается, и воздух входит через трубу *ED*, в силу чего масло через *C* вытекает в чашу *AB* и, наполняя ее, постепенно закрывает отверстие *E*. После этого масло перестает течь, и, таким образом, в зависимости от того, наполняется или опустошается чаша, масло начинает или перестает течь...».

Описанная здесь лампа сложнее, чем это необходимо. Если бы отверстие *D* в описанной Карданом лампе помещалось достаточно близко к основанию трубы *E*, а боковые стенки ее были бы достаточно высоки, чтобы текущее по ней масло могло подняться выше отверстия *D*, то вытекание прекращалось бы и снова начиналось бы лишь тогда, когда масло в трубе было бы настолько израсходовано, что верхняя часть отверстия *D* была бы свободна и вследствие этого был бы открыт доступ воздуха в сосуд. Намеченная цель в этом случае была бы достигнута так просто, что мы думаем, что лампа, описанная Карданом, работала именно так, а не по его теории.

Что касается описания рычажного домкрата в сочинении Швентера «*Mathematische Erquickstunden*», то оно так плохо переведено, что сам Швентер сознается, что не может его понять, поэтому мы пользуемся описанием его, данным в сочинении Лейрехона, озаглавленном «*Examen du livre des Récréations mathématiques*», где задача 21-я второй части гласит так:

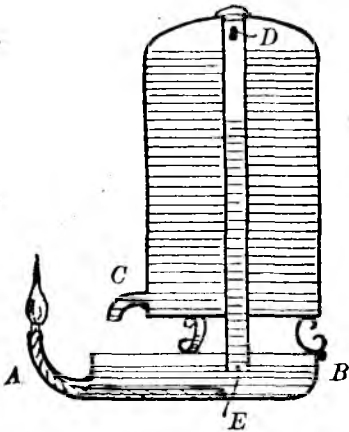


Рис. 384.

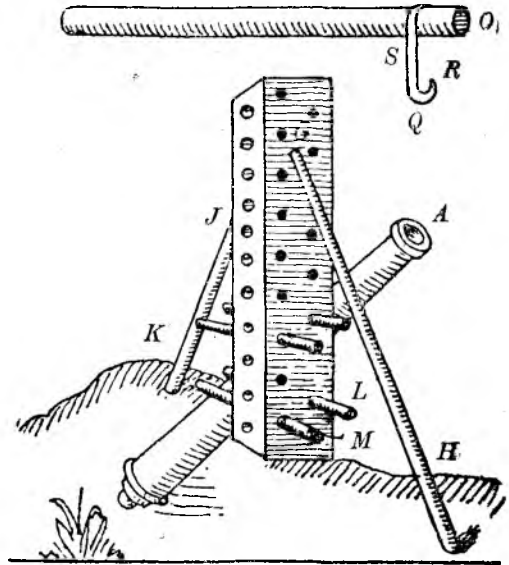


Рис. 385.

«Сделать бесконечное подъемное устройство, сила которого столь велика, что один единственный человек может поставить пушку на лафет или поднять любой груз.

Надо поставить вертикально два крепких настила, как изображено на рисунке (рис. 385), и перфорировать их единообразно. Они обозначены *CD* и *EF*; *LM* — два железных болта, проходящие поперек через отверстия. *GH* и *KJ* — две стойки, *AB* — пушка, *OP* — рычаг, *R* и *S* — две зарубки, *Q* — крючок или канат, на который подвешивают пушку или груз. Ввиду того, что в остальном работа настолько проста, что даже школьник не может ошибиться, то я, продолжая описание, уподобился бы желающему поучать Минерву и недооценил бы математиков нашего века, которые при одном взгляде на рисунок поймут, как пользоваться этим устройством».

Если даже Швентер лучше понимал французский язык, чем это явствует из его перевода, то все же по этому неправильному рисунку и недостаточному описанию он, конечно, не мог составить себе представления о рычажном домкрате, так что последняя его фраза служит, повидимому, лишь для прикрытия невежества автора.

Гораздо лучше старейшее описание и рисунок рычажного подъемника в сочинении «*Recueil des plusieurs machines militaires et feus artificiels de la dili-*

gence de Franc. Thyboure l, maistre chirurgien, et de Jean Appier, dit Hanzebet, calcographe. Pont-à-Mousson 1620», находящемся в королевской библиотеке в Берлине. Из заглавия явствует, что рисунки первого издания сочинения Лейрехона были сделаны тем же гравером и печатником Жаном Аппье, что и в этом сочинении, где в книге III, главе X, сказано так:

«Другие машины для подъема пушки или тяжелого груза».

«Мы недавно видели машину, с помощью которой два или три человека могут поднять исключительно тяжелый груз».

На приведенном рисунке (рис. 386) читатель может в этом наглядно убедиться сам. Она состоит из куска дерева высотой в 8, 10 или 12 футов, шириной в $1\frac{1}{2}$ —2 фута и толщиной в $\frac{3}{4}$ фута. Посредине ее устроен вырез почти такой же длины, как сама часть для вставки длинного рычага. Поперек просверлено множество отверстий для пропуска двух железных болтов, служащих опорой рычагу. Для пользования им надо взять длинную железную цепь, которой обвивают один или два раза подлежащий подъему груз; к ней приделывают хорошее железное кольцо, чтобы захватить ее крючком на конце рычага. После приготовления всего этого один человек становится близ груза, рычаг накладывается на один из болтов, одним его концом захватывают кольцо, а другой конец рычага опускают вниз. Чем он длиннее, тем лучше. Таким образом тяжелый груз с легкостью поднимается одним или двумя людьми. Но надо всегда один из двух болтов вынимать и вновь засовывать в следующее отверстие по мере подъема груза рычагом. Соответственно этому отверстия должны быть устроены в различных сторонах стоек, чтобы легко можно было поднять груз».

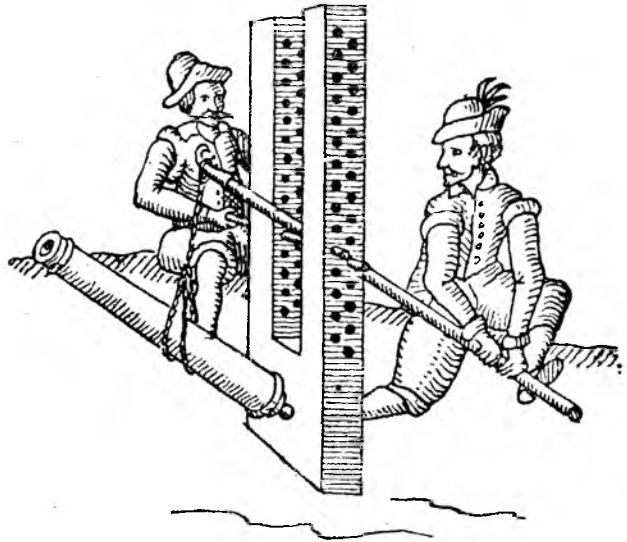


Рис. 386.

Из того обстоятельства, что издатель сочинения «Examen du livre des Récréations mathématiques» дает такие плохие рисунок и описание и что Швентер не может себе представить рычажный подъемник, явствует, что эта машина в то время была еще малоизвестна. Из описания же и рисунка Тибуреля можно заключить, что и рычажный домкрат является французским изобретением.

ЯКОВ ДЕ СТРАДА

(1523—1588 г.)

Ввиду того, что единственно известное издание его рисунков машин появилось в 1629 г. во Франкфурте-на-Майне, Якоб де Страда обычно относится к писателям XVII в.

Однако полное заглавие этого сочинения гласит:

«Künstlicher Abriss allerhand Wasser-, Wind-, Ross- und Handmühlen beneben schönen und nützlichen Pumpen etc., verfertigt durch den Edlen und Vesten Hern Jacobum de Strada à Rosberg, Civem Rom. Impp. Ferdinandi, Maximiliani, et Rudolphi II Antiquarium, Commisarium Bellicum et Aulicum; nunmehr aber durch den Truck publiciert, an den Tag gegeben und in 112 folio Kupfern fürgebildet durch Octavium de Strada à Rosberg Civem Rom., etc, Jacobi unicum nipotem».

Из этого явствует, что Якоб де Страда был археологом, военным и дворцовым комиссаром при императорах Фердинанде I, Максимилиане II и Рудольфе II, правление коих охватывает период с 1556 по 1612 г., и что его рисунки машин были опубликованы его внуком Октавием де Страда.

Георг Андреас Беклер, который в своем «Theatrum Machinarum», появившемся впервые в 1661 г., приводит почти все гравюры де Страда, говорит в предисловии, что Октавий де Страда издал мельничные и водяные насосы в 1618 г. и вторично в 1629 г.

В последнем указанном издании сочинений де Страда за 50-й гравюрой имеется вступление к следующей части, и там сказано:

«Что касается расположения материала в этом сочинении, то иногда случается, что вперед попадает то, что должно быть позади, и наоборот, причем пришлось придерживаться этого, в виду того, что таково было расположение в первом экземпляре, вышедшем без описания и что, несомненно, именно в таком порядке было нарисовано автором».

Это предисловие подписано: Бенжамен Брамерус (Benjamin Bramerus).

Под упомянутым здесь «первым экземпляром» подразумевается, несомненно, издание 1618 г., которое появилось без описаний. Описания, содержащиеся в издании 1629 г., вероятно, принадлежат подписавшему предисловие Бенжамену Брамерусу.

В «Универсальном лексиконе» Иог. Гейнр. Цедлера, появившемся в 1744 г. в Лейпциге и Халле, говорится о Якобе и Октавии де Страда следующее:

«Якоб де Страда, итальянец, родом из Мантуи, жил в XVI в. и делал чрезвычайно хорошие рисунки греческих и римских монет; в королевской библиотеке в Вене сохранилось их 10 томов. Несомненно, что медали, которые делал Октавий де Страда, его сын, при жизни императора с 1615 по 1619 г., были сделаны по рисункам Якоба де Страда... Имеется гораздо более старое издание этого сочинения под заглавием: «Jacob de Strada: Epitome Thesauri Antiquitatum S. J. Jones Imperat. Rom Orient. & Occident ex Antiq. Numismatibus delineatae, Tiguri 1557» (т. е. «Выдержка из сокровищ древности, или портреты западных

и восточных римских императоров, зарисованные по старым монетам, Цюрих 1557). Далее имеется его трактат, в котором описываются машины, изданный также его сыном в 1618 г. Кроме того имеется латинский перевод седьмой книги Себастиана Серли, трактующий о домах и землях, вышедший в 1575 г. во Франкфурте; там же очерк о мельницах, вышедший in folio в Кельне в 1623 г. . .».

«Страда (Октавий де) фон Росберг — сын Якоба де Страда; он был на хорошем счету у императора Рудольфа II и имел титул антиквара. Неизвестно, сохранил ли он эту должность при императоре Фердинанде; известно только, что в 1629 г. он был еще жив, ибо как раз в это время он сдал в печать генеалогию австрийского дома, начиная с Рудольфа I и кончая императором Фердинандом II».

В «Biographie Universelle» Michaud об Якобе де Страда сообщается, что он умер в Праге 6 сентября 1588 г. Об его сочинении «Epitome Thesauri Antiquitatum» говорится, что оно появилось в трех изданиях — в Лионе в 1553 г., в Цюрихе в 1557 г. и в Риме в 1577 г., и в отношении его «Künstlicher Abriss allerhand Wasser-, Wind-, Ross- und Handmühlen» отмечается: «Тирабоски и все писавшие об Октавии де Страда, неправильно поняли, что он сын Якоба де Страда; он был лишь его внуком. Смотри титульный лист упомянутого сочинения».

Если сочинение Якоба де Страда «Epitome Thesauri Antiquitatum», которое потребовало необычайно много предварительных исследований и работы, впервые появилось в 1553 г., то, повидимому, придется считать, что он родился по крайней мере за 30 лет до этого, т. е. примерно около 1523 г. Далее, он, повидимому, поступил на службу к Фердинанду I вскоре после вступления последнего в управление государством в 1556 г., и так как Страда умер в 1588 г., то, следовательно, он был на службе у императора около 30 лет и умер в возрасте по крайней мере 65 лет. Поэтому высказываемое иногда предположение, что Якоб де Страда умер молодым, является необоснованным и появилось лишь потому, что Беклер в предисловии к своему «Theatrum machinarum», упоминая о рисунках машин Якоба де Страда, привел ни к чему не обязывающее замечание, что «несомненно, если б он прожил дольше, то он оставил бы более подробные сочинения».

Якоб де Страда был современником Рамелли, но примерно на 10 лет старше его. Во всяком случае во время зарисовки своих машин он не знал работы Рамелли, ибо эта последняя появилась в 1588 г. — в год смерти де Страда.

Император Фердинанд II выдал какому-то Октавию де Страда патент, где, между прочим, говорится так:

«Мы заявляем, что 18 июня 1625 г. мы дали Октавию де Страда, богемскому дворянину, право и власть плавить железную руду и другие металлы, а также очищать их и готовить для употребления на каменноугольном огне, на срок в 25 лет» (ср. Dr. Ludw. Beck, Geschichte des Eisens, II, Abth., S. 1213).

Если Якоб де Страда умер в Праге, как указывает Мишо, то вероятно, что упомянутый в патенте богемский дворянин Октавий де Страда был его внуком, и из этого явствует, что он, подобно своему деду, наряду со службой в качестве археолога, занимался еще техническими вопросами. Но если он даже и был опытен в этом деле, то все же всегда опасно для автора, когда его рисунки, которые он сам не опубликовал, издаются через 30 лет после его смерти его внуком, а еще через 11 лет кто-то третий дает к ним плохое описание. В этом автор рисунков неповинен и надо полагать, что некоторые рисунки он бы изъясил, если бы издавал сам.

Если Якоб де Страда видел некоторые рисунки Рамелли до 1588 г., то это могло заставить его воздержаться от издания своей работы, ибо Рамелли превосходил его по кинематическим и конструкторским способностям.

Понятно, что в описанных условиях, рассматривая появившиеся в XVI в. сочинения о машиностроении, мы мало можем найти нового у де Страда,

поэтому мы остановимся на тех его рисунках, которые ближе подходят к сообщениям более старых и уже знакомых нам авторов.

На табл. 6 де Страда приводит два мельничных постава, из которых один непосредственно приводится водяным колесом с ковшами, как и на рисунках Леонардо да Винчи, но, ввиду того, что соответствующие рисунки Леонардо очень поверхностны, мы даем более ясный рисунок де Страда (рис. 387).

Табл. 33 изображает двухцилиндровую насосную установку, подобную воспроизведенной на рисунке у Леонардо да Винчи; однако тяжелый маятник опущен, и вместо него на верхний вал насажены два шкива; к одному из них прикреплен один конец каната и один раз вокруг него перекинута, а другой конец его натягивается ручным рычагом, вследствие чего верхний вал вращается в одном направлении. Противовес, подвешенный к одному из канатов, перекинутых через другой ролик, вращает верхний вал в противоположном направлении, когда отпускают ручной рычаг.

Табл. 49 изображает вертел с приводом дымом (теплым воздухом) по рисунку Леонардо да Винчи.

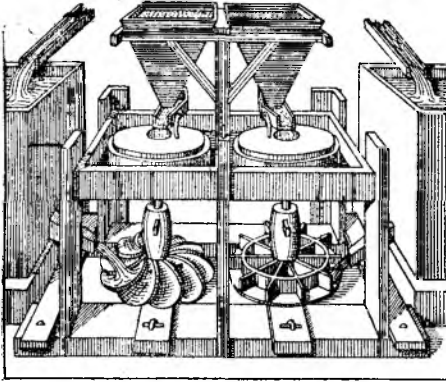


Рис. 387.

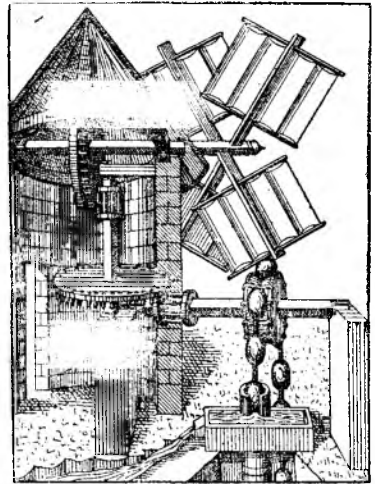


Рис. 388.

На табл. 13 изображены ковшевой подъемник и мельничный постав, которые одновременно приводятся ветряной мельницей с вращающейся крышей, подобной приведенной Леонардо да Винчи. Такая же ветряная мельница имеется на табл. 55, воспроизведенной на рис. 388, для привода черпаковой машины. У Рамелли такие «голландские мельницы» встречаются в лучшей конструкции (стр. 159).

Табл. 4 изображает рычажную передачу для одновременного привода хвостового молота и двух воздуходушных мехов в медной кузнице, наподобие описанной Бирингуччо (рис. 121, стр. 77), однако здесь подъемные кулаки на валу водяного колеса хвостового молота и кривошип приводят вертикальный вал и вращают взад и вперед плечом на верхнем конце с помощью шатуна горизонтальный вал рычага, помещенный над воздуходушными мехами.

Вертикальный балансир с шатуном, как его применял Бирингуччо для привода своей амальгамной мельницы (рис. 127, стр. 80), и горизонтальный балансир, подобный примененному Рамелли для ручного привода переносной мукомольной мельницы (рис. 226, стр. 158), часто употребляются де Страда, такова табл. 88, воспроизведенная нами на рис. 389. Здесь мельничный постав приводится

горизонтальным балансиrom и на этом рисунке особенно ясно видно, как де Страда подвешивает тремя шнурами над впускной воронкой своего мельничного постава башмак. Жернова помещаются не в закрытом кожухе, а в открытом сверху ларе, сбоку на башмаке пристроено плечо в виде рога, которое касается шероховатой поверхности бегуна, вследствие этого при работе бегуна башмак (корытце) приводится в сотрясательное движение. Из ларя размалываемый продукт проталкивается рабочим рукой в желоб, откуда он попадает в мучной ящик. Этот последний вошел в употребление в Германии примерно в начале XVI в. (ср. стр. 120), де Страда приводит его на большинстве своих мельниц, в то время как у других авторов этого времени он отсутствует, из этого явствует, что де Страда более внимательно относился к германскому строительству мельниц, чем другие итальянские и французские авторы.

Табл. 86 изображает ту же мельницу без зубчатой передачи.

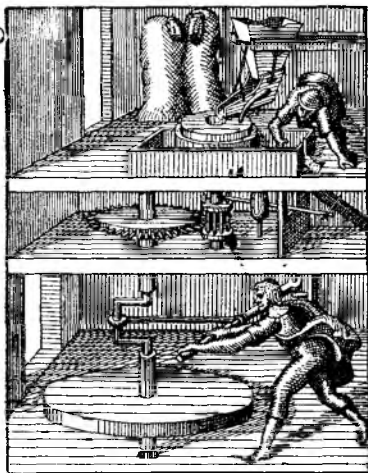


Рис. 389.

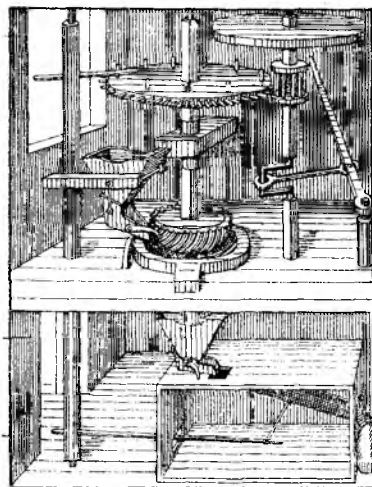


Рис. 390.

Такой же тип привода встречается на табл. 15, воспроизведенной на рис. 390; однако изображенная здесь мельница своеобразна. Она занимает среднее место между современной конической мельницей (кофейной) и мельницей со ступками. На табл. 14 изображена та же мельница, с той лишь разницей, что между валом кривошипа и стержнем устроено промежуточное колесо, и они оборудованы одинаковыми шестернями так, что они вращаются с одинаковой скоростью. На табл. 89 приведена мельница такого же рода с приводом ручным кривошипом с помощью конической зубчатой колесной передачи.

На табл. 29 приведен толчийный стан с приводом горизонтальным балансиrom, в то время как мельничный постав на табл. 87 и ковшевой подъемник на табл. 22 приводятся вертикальным балансиrom.

Табл. 37 изображает пару насосов с приводом ручным кривошипом с помощью описанного Карданом механизма для движения взад и вперед (рис. 169, стр. 109). Он встречается также на табл. 36, 45, 80 и 81 для привода многоцилиндровой насосной установки.

Так называемая «аугсбургская машина» (рис. 187, стр. 119), описанная Карданом, приведена на табл. 39 с той разницей, что два ряда архимедовых

винтов, которые поднимают попеременно воду в сосудах, одновременно приводятся в движение приводом волами. На табл. 24, 65 и 104 архимедовы винты заменены ковшевым подъемником. На табл. 24 привод осуществляется конным приводом, на табл. 65—подливным колесом, а на табл. 104—верхнебойным водяным колесом. Ввиду того, что вода для последнего, повидимому, подается из верхнего резервуара, то, вероятно, что это устройство задумано в качестве *regretum mobile* подобно многим другим рисункам де Страда (табл. 101, 103, 105—110 и 112).

Канатная передача, о которой Кардан говорит лишь (ср. стр. 110 и рис. 171), что она применяется при сверлении и нарезке гемм, приводится у де Страда на табл. 96, воспроизведенной на рис. 391, для привода большого точильного круга. Кроме точильного круга, здесь дан еще мельничный постав, который приводится горизонтальным передаточным валом.

По данным Агриколы, зарисованы следующие таблицы: табл. 7 изображает горизонтальное ступальное колесо, подобно изображенному на

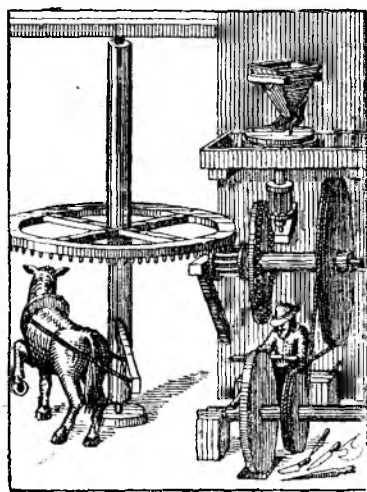


Рис. 391.

рис. 131, стр. 85. Оно приводит ковшевой подъемник, подающий воду в вышестоящий резервуар. Оттуда вода направляется на верхнебойное водяное колесо, приводящее мельничный постав. Трудно понять, почему надо было прибегать к такому окольному способу включения верхнебойного водяного колеса, как изображено на табл. 18 и 32; однако для пояснения может служить изложенное Лорини в главе XXI его сочинения (ср. стр. 188), где он считает маховик лучшим способом для привода машины при применении животной силы в равномерное движение, подобно тому как это достигается при приводе водяными колесами. Водяное колесо с водяным резервуаром следует рассматривать в качестве регулятора и аккумулятора.

Табл. 28 изображает подъемник согласно рис. 132, стр. 85, для подачи воды, табл. 31 изображает насосную установку согласно рис. 142, стр. 90 с конным приводом; табл. 68 — машину по рис. 133, стр. 86, Агриколы с той разницей, что вода поднимается не бадьей, а ковшевым подъемником; табл. 75 — насосную установка, рис. 130, стр. 84. На табл. 77 — два насосных агрегата по рис. 142, стр. 90 с одновременным приводом ступальным колесом. Табл. 74 изображает простой насос подобно рис. 137, стр. 88, но его поршневой шток для облегчения подъема подвешен на гибкой штанге подобно описанному Фаустом Верантием пестиком для толчения ячменя (рис. 369, стр. 241).

Рисунок табл. 90 воспроизведен на рис. 392. Это — мельница, подобная примененной Агриколой для размола золотосодержащей руды (рис. 156, стр. 100), однако она здесь приводится не прямо, а посредством зубчатой передачи и служит, как сказано в описании, для различных целей, особенно для приготовления типографской краски. Интересно, что на вал зубчатого перебора насажено лишь одно промежуточное колесо, которым нельзя изменить ни число оборотов, ни их направление. Оно имеет своим назначением только отодвинуть от мельницы местонахождение рабочего, вращающего рукоятку. Это имеет во всех случаях то преимущество, что сосуд для приема размолотого материала может быть легко опрокинут рабочим. Как уже указывалось выше (стр. 100), такие мельницы еще в настоящее время применяются для размола столовой горчицы, при котором от сильного запаха

горчицы очень страдают глаза рабочего. Если считать, что де Страда построил эту мельницу для размола столовой горчицы, то включение этого промежуточного колеса будет вполне понятно.

Табл. 99 изображает обратное водяное колесо (рис. 144, стр. 93), которое приводит тяжелый каландр. Движение передается через конические зубчатые колеса, насаженные на вертикальном валу, и от них через шпуровой привод на каландр, причем этот шпур многократно обвит вокруг шкива, что отмечается также и у Рамелли (ср. стр. 166).

Как уже отчасти явствует из вышеизложенного, одновременный привод нескольких рабочих машин одним двигателем или трансмиссионной установкой, который, как указывалось уже выше, считался во времена Агриколы еще за нечто необычайное, многократно приводится де Страда. Так, например, рис. 8 изображает тоочный стан, мельничный постав и двухцилиндровый насос с приводом от одного ступального колеса. Табл. 17 приводит мельничный постав и тоочный круг с приводом волами через трансмиссионный (передаточный) вал; на табл. 30 изображены два ковшевых подъемника, одна черпачковая машина и двухцилиндровый насос с приводом от одного подливного водяного колеса; табл. 70 приводит те же машины в другом порядке; табл. 95 изображает четыре мельничные жернова с одним приводом волами; табл. 97 изображает мельничные и лесопильный поставы с одним конным приводом через вертикальный передаточный вал; табл. 102 изображает два архимедовых винта, мельничный постав и двухцилиндровый насос с приводом от одного верхнебойного водяного колеса.

Подобно своему современнику Рамелли, де Страда также пытается применить на большом числе рисунков бесплодную идею привода машины от груза, подвешенного на высоте. Такие мельницы с грузом встречаются на табл. 11, 23, 27, 36, 38, 44, 59, 60, 61, 62, 80, 91, 92 и 93. Для регулировки хода колесного зубчатого механизма он применяет приведенный на рис. 182, стр. 116 часовой баланс.

На табл. 5 де Страда приводит сукновальню, подобную изображенной Цонка (рис. 362, стр. 244), и на табл. 100 бумажную мельницу, схожую с воспроизведенным на рис. 376, стр. 250 рисунком Цонка.

Кроме того, некоторый интерес представляют следующие рисунки.

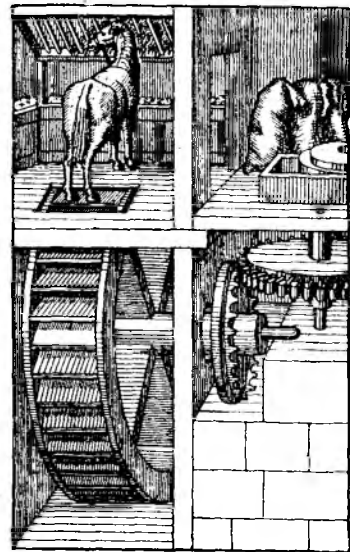


Рис. 393.

Табл. 94 — ступальное колесо, которое лошадь вращает задними ногами (рис. 393) для привода мельницы. Такое ступальное колесо применялось еще примерно 30 лет назад в Голландии. Страда приводит на этой таблице и много других своеобразных зацеплений



Рис. 392.

конических зубчатых колес. На деревянном диске, насаженном на валу ступального колеса, прикреплен металлический зубчатый обод с полукруглыми междузубьями, а захватывающие деревянные зубья имеют полуцилиндрическую форму. Табл. 78 дает такое же ступальное колесо для привода двухцилиндрового насоса с помощью кулачного вала.

На табл. 83 изображено воспроизведенное на рис. 394 колесо с ковшами, которое по своей форме напоминает до некоторой степени современное колесо Пельтона. Здесь оно предназначено для привода двух дробильных мельниц с бегунами.

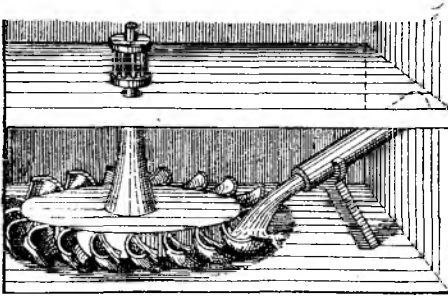


Рис. 394.

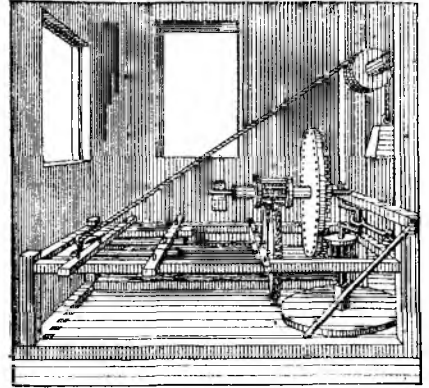


Рис. 395.

На табл. 47 приводится двойной сверлильный станок (рис. 395). В описании сказано, что он предназначен для рассверливания деревянных колодезных труб; однако, судя по рисунку, вероятнее всего, что де Страда предполагал рассверливать этой машиной два ружейных ствола одновременно.

Из остальных неупомянутых таблиц де Страда таблицы 1, 2, 51 и 52 изображают четыре колодца, которые представляют, быть может, некоторый интерес для архитекторов, но не для машиностроителей. Табл. 111 непонятна, а остальные 37 таблиц содержат рисунки, из которых одни хороши, но слишком просты, а другие слишком неправильны, чтобы их стоило здесь приводить.

ДЖОВАННИ БРАНКА

(Около 1629 г.)

Обычно имя Джованни Бранка упоминается в связи с историей изобретения паровой машины, ибо в его работе «Le Machine», выпущенной в 1629 г. Якобом Мануччи в Риме, на табл. 25, воспроизведенной на рис. 396, изображен двигатель для привода малого толчейного стана. Он состоит из «sufflator'a» (стр. 190), выпускающего пар, который в то время в большинстве случаев еще считался атмосферным воздухом, на лопасти горизонтального колеса с ячейками, которое от этого вращалось. До последнего времени при упоминании этой идеи Бранка всегда, однако, добавляли, что струей пара никогда нельзя получить какой-либо значительной мощности, однако со времени изобретения «паровой турбины» взгляды на этот вопрос несколько изменились. Повидимому, уже Бранка знал, что колесо с приводом паровой струей, предназначенное работать в качестве двигателя, требует большого числа оборотов; это подтверждается тем, что между своим двигателем и валом толчейного стана он устроил три зубчатых колесных передачи, которые все вместе дают примерно 150-кратную передачу.

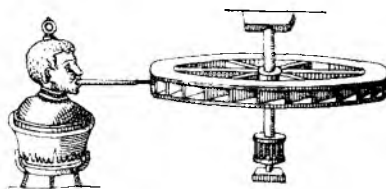


Рис. 396.

О жизни автора ничего неизвестно. На титульном листе своего сочинения он называет себя «Cittadino Romano, Ingegniero et Architetto della S-ta Casa di Loreto», однако он не может считаться строителем знаменитого собора Лорето, куда сходились многочисленные паломники, ибо постройка эта начата была еще в 1464 г. папой Павлом III и была закончена около 1587 г. при Сиксте V, в крайнем случае можно допустить, что он принимал участие в окончании ее постройки.

В «Универсальном лексиконе» Цедлера 1744 г. сказано так:

«Бранка (Джованни) — итальянский архитектор, давший особое разъяснение архитектурных орденов, которое Карл Филипп Дьезарт приводит в «Theatro Architecturae Civilis» и сравнивает с разъяснениями других конструкторов. Его сочинение, называющееся «Manuale di Architettura», вышедшее в 1629 г. в Асколи, вторично было издано в 1719 г. Сальвиони в Риме».

Однако сомнительно, является ли этот Джованни Бранка автором книжки «Le Machine».

Эта последняя содержит 77 гравюр по дереву in quarto высотой 232 мм и шириной 165 мм, с очень скудными описаниями на итальянском и латинском языках. Они распадаются на три серии, из которых первая состоит из 40 таблиц. Следующие таблицы, снова занумерованные с 1 по 14, изображают насосные

установки и другие водоподъемные машины, а третья серия — пневматические аппараты на следующих 23 таблицах.

Из них лишь следующие рисунки представляют ценность и интерес.

Серия I. Табл. 1 изображает тестомесильную машину (рис. 397). Вертикальный вал кривошипа с маховичком вращается горизонтальным балансиром с шатуном. От этого же кривошипа с помощью второго шатуна движется по прямой взад и вперед ползун, а от ползуна

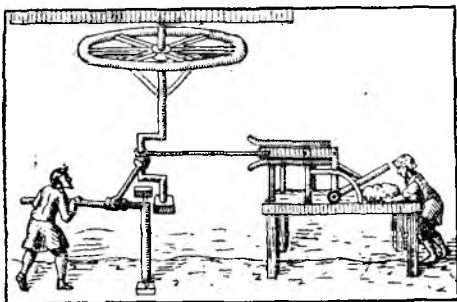


Рис. 397.

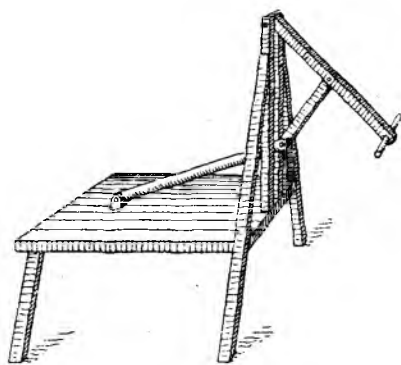


Рис. 398.

вращается коленчатый рычаг вокруг установленной на столе горизонтальной оси, рукав которой, качаясь вверх и вниз, месит тесто, продвигаемое рабочим по столу.

Особенно интересно в этой машине включение ползуна для передачи движения от шатуна, качающегося вокруг вертикальной цапфы, на коленчатый рычаг, качающийся вокруг горизонтальной оси, ибо такой ползун применяется здесь впервые.

Другая тестомесильная машина с рычагом, качающимся вверх и вниз, встречается, однако, уже в сочинении «Speculationem Mathematicum et Phisicam Liber.» Иог. Балтиста Бенедетти (Бенедетти), появившемся в 1585 г. в Турине. Там, в главе VI раздела «De Mechanicis», приведен рисунок машины

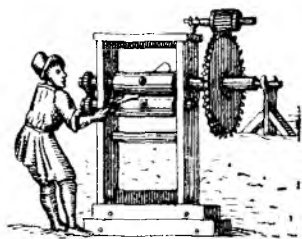


Рис. 399.

для теста, воспроизведенный нами на рис. 398. Коленчатый рычажный пресс опускается на рычаг, который месит тесто на столе. Бенедетти говорит, что этой машиной в некоторых местах пользовались на практике.

На табл. 2 изображен воспроизведенный на рис. 399 прокатный стан для проката различных металлов и для чеканки медалей и монет. Такой так называемый «вальцовый чеканный стан», на котором чеканка монет производится нарезными вальцами, применялся уже во времена Бранка (ср. Dr. Ludw. Beck, Geschichte des Eisens, Abth. II, S. 529).

На рисунке Бранка прокатный стан приводится теплым воздухом, образующимся в железной печи от кузнечного огня; из этого явствует, что он относится к числу тех механиков, о которых Лорини говорил, что «они доверяют легкости, с которой работают малые модели» (стр. 180).

Рис. 400 воспроизводит изображенный на табл. 3 механический копер для забивки косых свай. Закрепленное в нем раздвижное кулачное сцепление для включения и выключения канатного барабана интересно для нас тем, что такое соединение мы встречаем впервые. На табл. 35 — такой же механический копер для забивки вертикальных свай.

Табл. 9 изображает мельничный постав с приводом горизонтальным водяным колесом, подобный описанному Бессоном (рис. 222, стр. 152), однако здесь заслонки вращаются вокруг вертикальных осей в рамообразных крыльях.

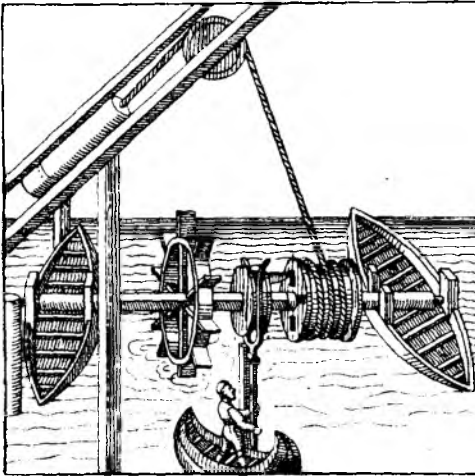


Рис. 400.

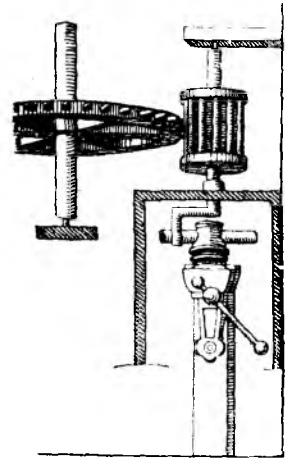


Рис. 401.

Табл. 10 изображает самодвижущуюся повозку, механизм которой, в общем, соответствует рисунку Леонардо да Винчи, однако здесь вертикальная ось удлинена вверх для насадки ветряного колеса для привода повозки.

На табл. 11 изображен вертикальный вал, приводящий мельничный постав и воспроизведенное на рис. 401 приспособление для шлифовки кранов. Корпус крана укреплен своей ручкой в тиски и после нанесения наждака сверху набитый корпус крана охватывается за один из своих патрубков, приделанных внизу на вертикальном валу кривошипом, и вращается.

На табл. 14 и 15 изображена молотилка, при конструкции которой автор, несомненно, имел в виду древнеримский *tribulum*. По сведениям Варрона (*Res. rust. I, 52*) он состоял из деревянной плиты, внизу которой приставались камни или железные зубья (*«Id fit tabula lapidibus aut ferro asperata»*), и запряженного животного, которое тянуло разбросанный на гумне хлеб. На изображенной здесь Бранка машине *tribulum* заменен шестью нарезанными вальцами. На вертикальном валу, вокруг которого зерно разбросано по окружности, прикреплено большое колесо с шестью нарезанными вальцами, к которым подвешены концевые цапфы вальцов с тягами, так что при вращении вала они катятся по кругу по хлебу.

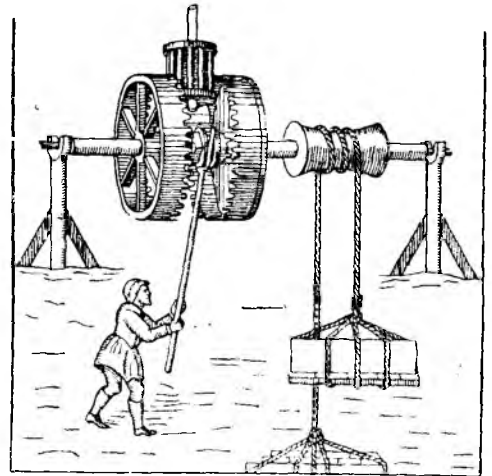


Рис. 402.

На табл. 16, 19 и 20 изображен двигатель, получившийся из некоей разновидности архимедового червяка и винта, который устанавливается вертикально и вода поступает сверху, а вытекает внизу. Аналогичен ему изображенный на табл. 17 двигатель, разновидность черпаковой машины, и на табл. 32 — разновидность ковшевого подъемника.

Табл. 21, рис. 402 изображает подъемник с перестановочным соединением — особенно интересный для него потому, что он встречается здесь впервые. На табл. 31 тот же механизм применяется для подъема воды из колодца и здесь соединительная муфта приведена в детали, как воспроизведено на рис. 403.



Рис. 403.

Табл. 22 изображает ворот, у которого канат не прикреплен к барабану, а лишь обвит вокруг него несколько раз, как на кабестане, применяемом Фонтана. Здесь ворот служит для подъема пушки на гору; на табл. 24 он применяется для подъема судна из реки на берег.

Табл. 23 изображает дорожный экипаж, у которого сиденье для пассажиров, подобно логу Бессона (рис. 225, стр. 155), подвешено на двух рамах так, что оно может вращаться вокруг двух вертикально друг на друге стоящих осей в одной горизонтальной плоскости, вследствие чего удается избавлять пассажиров от качаний экипажа.

Табл. 26 изображает водочерпальное колесо (рис. 404). В то время как большой сосуд *A* наполняется водой через канал *J*, сосуды *B* и *C*

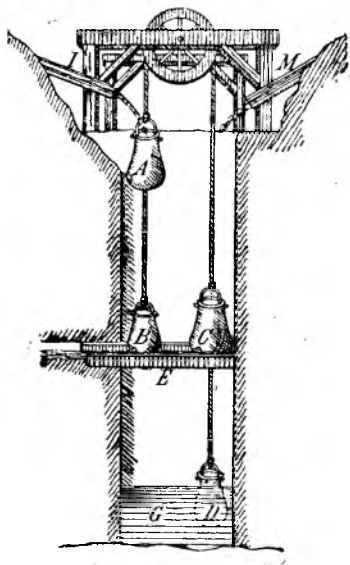


Рис. 404.

опорожняются в канал *E*, а меньший сосуд *D* черпает воду из колодца *G*. Как только *A* наполнится, он опускается к каналу *E* и вместе с ним и сосуд *B* в колодец *G*; одновременно *D* поднимается к каналу *E* и *C* — к каналу *M*. Затем сосуды *A* и *D* опорожняются в канал *E*, *B* же черпает воду из колодца, а *C* наполняется через канал *M*. После наполнения все сосуды возвращаются в изображенное на рисунке положение, и вся операция начинается сначала. В описании Бранка, а равно и на его рисунке, приведена только основная мысль конструкции, детальных же данных не имеется.

На табл. 39 изображен трубопровод из кожаных рукавов с металлическими прямыми и коленчатыми соединительными частями для нивелировки. Схожий водопровод для целей орошения приведен на табл. 10, второй серии. В остальном таблицы второй серии не представляют интереса.

23 таблицы третьей серии изображают пневматические аппараты, подобно описанным делла Порта (рис. 294—302 на стр. 192—195 и рис. 304

на стр. 196), однако с той разницей, что все указанные сосуды шарикообразной формы. Водяной цилиндрический мех изображен на табл. 18 с тем изменением, что воздух собирается не в круглом плотно закрытом сосуде, а, как на древнегреческих водяных органах (рис. 36, стр. 30), в колоколе, который опущен в воду на одну треть своей высоты, что способствует регулировке давления ветра. Табл. 19 изображает такой гидравлический цилиндрический мех, который подает ветер (воздух) для церковного органа.

На табл. 22 изображен аппарат, предназначенный для высасывания вверх вина из боченка, помещенного в погребе. Устанавливается два баллона различной величины рядом, и наверху они соединяются трубой. Рядом с ней выходит вторая труба в меньший баллон и простирается до спускового отверстия бочки, устроенного несколько выше пола погреба. Внизу на большом баллоне припаяна трубка с крановым запором; труба достигает стока в полу погреба. Наверху на большом баллоне пристроен вентиль, через который он наполняется водой. После закрытия вентиля кран внизу на баллоне открывается, вытекающая вода отсасывает воду из меньшего баллона и всасывает туда вино. Когда после этого вентиль снова открывается, то вино можно выцедить через кран внизу на малом баллоне.

Последняя таблица исследуемого сочинения изображает масляную лампу; в ее ножку наливается масло и вытесняется к фитилю водой, наливаемой в воронку, помещенную выше и соединенную с закрытым масляным резервуаром.

За год до вступления на престол императора Фердинанда II, во время которого Октавий де Страда издал рисунки машин своего деда, а Бранка свое маленькое сочинение, начались страшные времена тридцатилетней войны в Германии и религиозных войн в Европе, вследствие чего с этого времени и вплоть до начала XVIII в. литература по интересующему нас вопросу очень скудна.

МАРИНУС МЕРСЕНН

(1588—1648 г.)

Маринус Мерсенн или Мерсеннус родился 8 сентября 1588 г. в местечке Уаз герцогства Мэн. Посещал колледж де ла Флеш и изучал технологию в Сорбонне в Париже в 1611 г. поступил в монашеский орден миноритов. У Иоганна Бруно он обучился древнееврейскому языку, принесшему ему пользу при позднейшем изучении теологии и философии в Невере, там он получил высшую степень (*superior*). Особую склонность он питал к математике и физике, о чем свидетельствуют его сочинения «*De Harmoniis*», Paris 1636, и «*Cogitata physico-mathematica*», там же, 1644 г. Но особенно известным он стал своим комментарием к первой книге Моисея, Париж 1623 г. Кроме того, он выпустил еще «*La verité des sciences*», Paris 1625, и «*Les questions inouies*».

В своем сочинении «*Cogitata physico-mathematica*» в разделе о гидравлике, пневматике и т. д. под грор. 49 имеется отдел II, озаглавленный: «О судах, плавающих под водой», который в переводе гласит следующее:

«Известно судно, построенное в Англии Корнелием Дреббелем; оно, будучи погружено в воду, плавает; это достигается различными способами: во-первых, когда судно со всем находящимся на нем делается того же веса, что и вода (которую он вытесняет), так что оно во всяком месте держится под водой, однако это не всегда удается, во-вторых, когда оно делается несколько тяжелее воды, так что оно погружается на дно, если это надо, и остается там до тех пор, пока с помощью весел и крючков не будут собраны потерянные предметы и выполнено то, для чего судно было построено. Подъем судна обратно на поверхность осуществляется с помощью весел или соответствующей разгрузкой. Само собой понятно, что судно должно быть со всех сторон закрыто, чтобы в него не проникала ни одна капля воды и чтобы весла, ручки которых выходят наружу, были так уплотнены кожей, чтобы могли легко двигаться. Я не буду подробно останавливаться на окнах из стекла, рога, хрусталя, слюды или другого прозрачного материала, которые служат для рассмотрения предметов на дне или посреди моря; также не буду подробно обсуждать различные инструменты, которыми пробуравливают и топят неприятельские суда, а также и различные способы подачи свежего воздуха взамен испортившегося внутри от дыхания, что осуществляется длинными кожаными или иными шлангами, поднимающимися до поверхности воды; ими же пользуются для поддержания дыхания водолазы. Опыт научит тому, что новичку сразу не понять».

В конце этого отдела эта же тема еще детальнее обсуждается Мерсенном.

В «Универсальном лексиконе» Цедлера (издание 1744 г.) о названном здесь Дреббеле сказано следующее:

«Дреббель (Корнелий), знаменитый философ и математик, родился в Алькмааре в 1572 г. Он рано занялся философией, в которой скоро успел так много, что слава об его особых знаниях достигла даже императора Фердинанда II, который сделал его воспитателем своего принца и назначил в свой совет. Он оставался в этой должности до 48 лет. Когда в 1620 г., во время богемских беспорядков, пфальские войска захватили его вместе с другими императорскими служащими и разграбили все его имущество, то по просьбе короля английского и генеральных штатов ему удалось освободиться и отправиться в Лондон. Здесь он провел остаток своих дней в математических и физических изобретениях, сначала пытался создать *perpetuum mobile*, построил судно, на котором проплыл под водой по Темзе на расстоянии двух миль от

Вестминстера до Гринвича, и провел ко всеобщему восхищению еще многие другие оптические и механические опыты. Он умер в Лондоне в 1634 г.»

Отец знаменитого физика Гюйгенса, советник принца Оранского, видел подводное путешествие Дреббеля и подробно рассказал об этом своему сыну, который 2 ноября 1691 г. писал Папину, также занимавшемуся опытами подводного плавания и запрашивавшему мнения Гюйгенса об этом плане:

«...Трубы для возобновления воздуха, которые должны держаться на легком куске дерева, плавающем по поверхности воды, могут, по моему мнению, выдать ваше судно при приближении к неприятельским судам, если в это время не царит глубокая темнота. Судно Дреббеля не имело таких труб, как мне рассказывал мой покойный отец, который был в Лондоне в то время, когда Дреббель сам опустился в Темзу, так что на поверхности воды ничего не оставалось видно; через довольно долгое время он появился на поверхности в пункте, сильно удаленном от места погружения. Говорили, что он имел какое-то средство возобновлять воздух на своем судне, что является очень важным изобретением...» (ср. Dr. E. Gerland, Leibnitz und Huygens Briefwechsel mit Papin, Berlin 1881).

В том же отрывке мерсенновского «*Cogitata physico-mathematica*», Prop. 53, сказано:

«Я не буду останавливаться на обычном способе рытья колодцев, а лишь опишу способ, которым был вырыт амстердамский колодезь, ибо в нем есть много замечательного, о чем мне сообщил д-р Гюйгенс, благородный рыцарь св. Михаила, а именно: во-первых, этот колодезь был вырыт на глубину в 232 фута, во-вторых, при работе натолкнулись на следующие слои земли: садовая земля 7 футов, черная земля, пригодная для поддержания огня, называемая торфом,—9 футов...»

Форма бура была следующая: *AC* (рис. 405)—задняя часть толщиной в 1 дюйм и шириной в 3 дюйма. *ANI*—полукруглая железная полоса, кромка которой *NI* должна быть очень острой, ибо она должна прорезать землю. Над *ANI* устроена сетка, радиус ее *NI* равен 11 дюймам или $1\frac{1}{2}$ фута. С ее помощью рабочий вытаскивает за один раз при жирной глине глыбу земли шириной в 11 дюймов и высотой в $2\frac{1}{2}$ дюйма, которая едва заполняет одну четверть сетки, остальное наполняется сыпучим песком. При этом плетение сетки таково, что песок остается, а вода выпускается. Для работы к машине обычно приставляли 9 человек, и, так как приходилось устанавливать все новые штанги, чтобы бур после каждого подъема достигал большей глубины, то пристраивали канат *FM*, идущий по деревянному цилиндру, лежащему поперек отверстия колодца, и рабочие в *M* тянули канат для подъема бура. Бур вращается поперечным брусом *LG*, высота которого *CA* равна $3\frac{1}{4}$ фута, а так как длина штока *AE* составляет 6 футов, то *CE* равно $9\frac{1}{4}$ фута. Также можно рассчитать и остальные штанги, которые постепенно устанавливаются после удаления земли. Брус *LG* проходит через одно из отверстий *DNO*, так что бур можно вращать на любой высоте. На конце каждой из 6-футовых штанг устроена выемка (углубление) *PQR*, укрепленная железным кольцом для того, чтобы конец другой штанги двигался в это углубление и можно было вставить железный штифт, так, чтобы все соединенные друг с другом штанги образовали одну общую, длиной в 232 фута для бурения этого колодца. Однако нет надобности, чтобы каждая из составных штанг была длиной в 6 футов, они могут быть и в 10, 12 и больше футов. Они квадратные и ширина их равна $\frac{1}{2}$ фута. Как только колодезь рассверлен, устанавливается цистерна или чан, из которого откачивается насосом Ктезибом штанги образуют, сколько требуется.

Может случиться, что иловучий песок соберется в кучу и испортит бур, задержав работу, как это было в Амстердаме.

Описываемый колодезь был вырыт в 32 дня и 13 ночей, и вода поднималась часто до 20—30 футов. Для того чтобы стенки колодца не обвалились, он наполняется водой, подпирающей их.

В «Общем предисловии» к «*Cogitata physico-mathematica*», которое, повидимому, было написано позднее, Мерсени добавляет к этому описанию некоторые примечания и исправления:

«XVIII. К гор. 53 гидравлики надо заметить, что рытье колодцев часто очень опасно не только из-за дурных запахов, которые исходят из определенных частей земли, но также из-за воздуха, который, и не будучи зараженным, все же непригоден для дыхания, тушит свет и огонь»

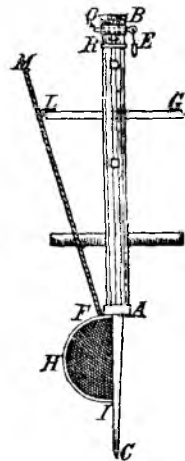


Рис. 405.

и убивает опускающихся людей, если их немедленно не поднять после подачи канатом сигнала; полумертвых людей надо освежить, положив головой и лицом в только что освобожденную от дерна ямку, так поступают англичане для приведения в чувство работающих в шахте на глубине до 20 футов, кроме того они через канал (трубу), проложенный в земле между обеими шахтами, вытягивают воздух, после чего всякий может спуститься безопасно в шахту для добычи угля, что дает англичанам большую прибыль, как, например, в Лидсе и других местах...

Там, где дальше речь идет об амстердамском колодце, надо добавить, что рабочие или копатели (шахтеры) после прорытия скважин до основания, где течет питьевая вода, устанавливают деревянные каналы (трубы), которые соединены так, чтобы морская вода извне не могла в них проникнуть. Соединенные таким образом трубы образуют один канал, из которого затем можно откачать поршнями сколько угодно воды».

Что касается вентиляционных шахт, то таковые упоминаются уже Витрувием (стр. 40), но он не говорит о том, что там надо зажигать огонь.

По вопросу о колодезных бурах мы вспоминаем рисунки земляных буров, которые имеются в рукописях Леонардо да Винчи; здесь же такой бур и способ его работы описываются подробно впервые.

Выше (стр. 236) указывалось, что Мерсенн уже в 1634 г. опубликовал перевод тетрадей записей учащихся в школе Галилея. Также и в его «*Cogitata physico-mathematica*» воспроизводится учение Галилея о косых поверхностях, клине и винте, а также и его учение о сопротивлении.

ГЕОРГ ФИЛИПП ХАРШТЁРФФЕР

(1607—1658 г.)

Когда речь идет о подводном путешествии на судне Корнелия Дреббеля, Харштёрффера часто считают автором этих сведений, хотя сам он ссылается на Мерсенна.

Георг Филипп Харштёрффер—нюрнбергский дворянин, родился в этом городе 1 ноября 1607 г. Он учился в Альтдорфе и Страссбурге, ездил затем во Францию, Нидерланды и Англию и по возвращении сделался членом городского суда в Нюрнберге. Изопренный в немецком ораторском искусстве, он носил в обществе имя Spielende. Он издал большое число различнейших сочинений, из числа которых его «*Deliciae mathematicae et physicae oder Mathematiche und philosophische Erquickstunden*», Nürnberg 1651, представляют для нас некоторый интерес. Задача 9 в десятой части этого сочинения содержит следующее сообщение:

«Кузнец Ганс Гауч (Hans Hautsch) сделал повозку с четырьмя колесами, которая может двигаться взад и вперед без лошадей. Многие восхищались этим как большой достопримечательностью, но, как только я ее увидел, я тотчас же сказал мастеру, что она построена, с двумя внутренними колесами, в которые зацепляются оба задних колеса; когда они вращаются спрятанным внутри мальчиком, то шестерни захватывают друг друга, и задние колеса приводят в движение передние».

Иог. Габр. Доппельмейер (Joh. Gabr. Doppelmeyer) в своих «*Historischen Nachrichten von der Nürnberger Mathematikern und Künstlern*», Nürnberg 1730, добавляет об Иоганне Гауче следующее:

«Он родился в 1595 г. Построил в 1640 г. искусное кресло, на котором при быстром вращении двух ручек, пристроенных к обоим подлокотникам, можно было продвинуться из комнаты куда угодно. Этими креслами пользовались люди, страдающие подагрой.—Это изобретение дало ему толчок к другой значительной конструкции, а именно к постройке повозки на четырех колесах, на которой без лошадей, а лишь при помощи скрытого в повозке колесного зубчатого перебора, приводимого несколькими также спрятанными людьми, можно было ездить по улице куда угодно. Он произвел опыт поездки на этом экипаже в Нюрнберге в 1649 г. и сделал в час 2000 шагов. При этом его собственная работа заключалась только в том, что он направлял экипаж при помощи штанга, пристроенного на передней оси; кроме того, еще в том, что, когда большое скопление народа мешало продвижению экипажа, он выпускал напором воду из уст находящегося на конце этого штанга дракона и этим разгонял людей, в то время как, к великому удовольствию публики, упомянутый дракон вращал глазами, а пара ангелов, подняв трубы, дудели в них. Этот экипаж был продан за 500 талеров принцу Карлу Густаву шведскому, а второй был сделан для датского короля в качестве триумфальной колесницы».

Мы уже указывали на то, что это не самый старейший из известных автоматически движущихся экипажей, как это часто предполагают (стр. 62).

В задаче 31, где речь идет о валах и вальцах, говорится следующее:

«...Если такие валы делают с заклиненными или вклинными зубьями, то они служат для различных целей; с ними изготовляются музыкальные инструменты, которые приводят витая пружина, как на вертеле».

Здесь, несомненно, речь идет о музыкальном ящике. Харштерффер продолжает:

«С такими валами устраиваются ткацкие станки для рисунчатых или цветистых дамассов или лент, и ткачу остается только продергивать уток, причем он не устает, так как работает только руками. Однако приводной механизм должен быть соединен с водяным или ветряным колесом, как это делается в Голландии.

Таким же способом много лет назад один мастер сделал молотильный сарай, в котором молотильный пол движется взад и вперед, молотильный же цеп попеременно сам качается и колотит так, что надо только подкладывать и собирать».

Подобная молотилка встречается и у Иог. Мат. Байера на табл. 42 его «Theatrum Machinarum Molarium», Leipzig und Rudolfstadt 1735; там она и зывается «молотильной» мельницей.

Задача 35 гласит:

«Сносить горы без труда. Адам Вибе из Гарлема, очень искусный мастер-конструктор, снес стоящую близ Данцига большую гору и использовал ее в городе для заполнения бастиона. Он сделал длинный канат с несколькими сотнями малых ковшиков; каждый из них висел на веревке длиной, примерно, в башмак и на таком же расстоянии друг от друга. Этот канат проходил по многим шкивам (почти так же как шпилька вращается на самопрямке) и поднимался одним лошадиным приводом на гору, а другим — в город. Трое рабочих наполняли ковши глыбами земли на горе, другие же в городе опрокидывали их на ходу и опорозняли; таким образом гора или ее земля сносилась без всякого волшебства. Ввиду того что у всех мастеров имеется рисунок этого приспособления, можно ограничиться этим рассказом».

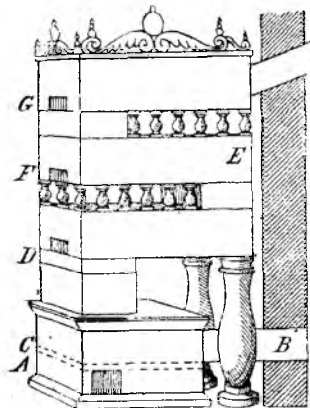


Рис. 406.

шадным приводом на гору, а другим — в город. Трое рабочих наполняли ковши глыбами земли на горе, другие же в городе опрокидывали их на ходу и опорозняли; таким образом гора или ее земля сносилась без всякого волшебства. Ввиду того что у всех мастеров имеется рисунок этого приспособления, можно ограничиться этим рассказом».

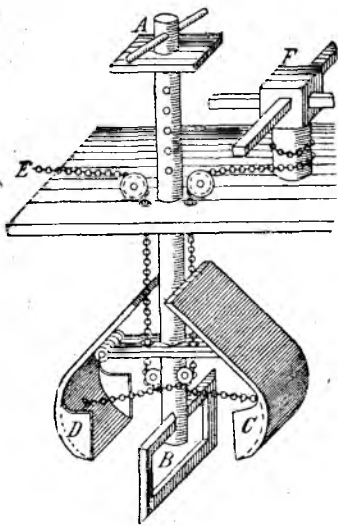


Рис. 407.

Приходится чрезвычайно сожалеть, что наш автор не привел рисунка этой канатной дороги для переноса земли.

Девятая часть исследуемой работы говорит об огне и там в задаче 20 сообщается следующее:

«Отделение тепла от дыма. Это пытаются осуществить Франц Кёсслер в своем «Holzsparkunst», которое (сооружение) состоит в том, что дым направляется змеевидно, и тепло, развивающееся в печи, направляется и улавливается, вследствие чего все тонкое тепло остается позади и лишь грубый сырой дым выходит через отверстие сверху... *A* (рис. 406) — выход золы, *B* — отверстие, через которое поддерживается огонь, *C* — решетка, на которой горит дерево или угли и через которую зола попадает в помещение *A*, *D* — топка, *E* — первая тяга, через которую проходит дым и снова поступает в *FG*, выходя из дымовой трубы *H*. Дверки *DFG* служат для очистки печи.

Подробное описание имеется у Франца Кёсслера в его «Holzsparkunst»; он это изобретение многократно изменял и такую печь можно видеть в аугсбургской ратуше».

Восьмая задача тринадцатой части содержит вышеупомянутое сообщение о поездке Дреббеля под водой. Ввиду того что оно не содержит ничего нового, мы его опускаем. Девятая задача гласит:

«Плыть без весел и паруса. На острове Мальта один рыцарь задумал плыть по морю без весел и парусов и построил судно с двумя водяными колесами подобно мельничным колесам; внутри двойных колес находились два человека, которые вращали

колеса, благодаря чему судно и двигалось. На этом судне он, вызывая всеобщее удивление, благополучно выплыл из гавани, но, когда он в открытом море встретил сильный ветер, так что волны поднялись высоко и колеса стали идти назад, то он с опасностью был отброшен в порт, почему и остались при старом способе плавания».

Суда с гребными колесами (которые движутся здесь двумя ступальными колесами внутри судна) были в то время не новы. Стоит лишь вспомнить рис. 89, стр. 62, из времен гусситских войн, в описании которого сказано, что такие суда приводятся в движение человеческой мускульной силой и могут применяться лишь в спокойных водах.

В задаче 12 Харштёрффер говорит об амстердамском колодце, описанном Мерсенном (стр. 273), а задача 15 сводится к следующему:

«Убрать песок из судоходного порта. Всем мореплавателям известно, как вреден иногда песок, прибиваемый морскими волнами к гавани. Я видел в Генуе приведенный здесь подъемник для песка и ила (рис. 407), который я, как умел, зарисовал. AB — главная шпана с острым железом, CD — подъемные лопаты, которые тянутся цепями EF и если надо, то и лобковой F . Этот подъемник для песка устанавливается между двумя судами, а вынимаемый песок накладывается на третье судно».

Мы вспоминаем о землечерпалках Лорини и Верантия (рис. 291, стр. 187 и рис. 379, стр. 251), которые работали с подобными же захватами.

КАСПАР ШОТТ

(1608—1666 г.)

Каспар Шотт (Gasparus Schottus) родился в Кенигсгофене на Заале, поступил в 1627 г. в орден иезуитов и был послан в Палермо, где закончил свое образование и в течение нескольких лет изучал геологию и математику. Для пополнения своих знаний он выпросил разрешение отправиться в Рим, где подружился с Афанасием Кирхером. После почти тридцатилетнего отсутствия с родины он был вызван в Вюрцбург, где преподавал до самой своей смерти — 22 мая 1666 г. — математические науки и занимал место церковного комиссара. Благодаря своей трудоспособности, религиозности и простоте жизни он приобрел уважение как католиков, так и протестантов.

Афанасий Кирхер родился в 1601 г. в Гаиза на Фульде, в 1618 г. вступил в орден иезуитов, был учителем философии и восточных языков в Вюрцбурге, в связи с войной 1635 г. бежал в Авиньон и был позднее преподавателем в Риме в Collegium Romanum. Через 8 лет он был освобожден от преподавательских обязанностей, чтобы предаться исключительно своим научным занятиям. Он был одним из известнейших ученых своего времени, имел в Риме хорошо оборудованный физический кабинет, написал многочисленные труды по математике, физике, языковедению, археологии и пр. и умер 30 октября 1680 г. в Риме.

Следующие сочинения Каспара Шотта представляют для нас интерес:

- 1) «Mechanica hydraulico-pneumatica», Würzburg 1657 и 1687;
- 2) «Magia universalis naturae et artis», Würzburg 1657—1660, Bamberg 1677, Frankfurt a/M. 1692;
- 3) «Technica curiosa sive Mirabilia artis», Nürnberg 1664 и 1667.

1) «Mechanica hydraulico-pneumatica» Каспара Шотта.

В очерке, посвященном Лейбхону, я уже указывал, что в этом сочинении Шотта описан коловратный механизм. В связи с этим в части II, разделе 1, глава II, маш. XVII, под заглавием «Hydrasontisterium novum» сказано так:

«Описываемая машина казалась Буонавентура Каваллиери, прекрасному математику и профессору Болонского университета, очень несовершенной, ибо зубья ее снашивались... Он сам изобрел другую машину, о которой он сообщает, что ее легче сделать и что благодаря трению она скорее улучшается, чем ухудшается... Построенная им самим машина принадлежит патеру Урбано, ученику Каваллиери, ныне духовнику монастыря св. Иоанна и Павла в Скавских горах, который мне ее показал и объяснил. Каваллиери описал эту машину следующими словами: «Кожух (рис. 408) должен быть сделан из твердого материала. Он представляет собою круглый сосуд, только с внешней стороны не совсем круглый. В этом

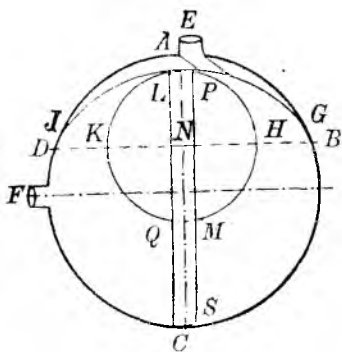


Рис. 408.

кожухе имеются две основные части. Первая—это барабан, стоящий вертикально и эксцентрично на полу кожуха и выступающий из крышки. В этом барабане прорезан паз, проходящий через ось, такой длины, что он достигает от внутренней стороны основания до крышки. Соответственно ширине этого паза делается плитка такой же высоты (и это вторая главная часть в кожухе); при вращении барабана взад и вперед помощью рукоятки плитка движется в пазу и трется о внутренние поверхности кожуха, дна и крышку. Вследствие этого вода втягивается через отверстие в промежуточное пространство и вытесняется через другое отверстие».

Далее сказано, что $ABCD$ является внутренней окружностью кожуха. На диаметре AC откладывается часть CL , оставляющая небольшой излишек LA , затем откладывают BD перпендикулярно AC и равной LC . Из точки пересечения N описывается циркулем круг $LHMK$, а из точки B или близлежащей точки G проводят кривую GLI ... Затем проводят параллельные линии LQ и PM , которые проходят через среднюю линию и находятся от нее на равных расстояниях, образуя прямоугольник $LCPS$, представляющий форму плитки, проходящей через паз в барабане. Барабан вращается в углублении, вырезанном в дне кожуха. Линия GLI изображает внутреннюю поверхность, поскольку она отклоняется от окружности. ALP — место, которое должно забираться, чтобы вода, находящаяся в части GPH , не могла бы перейти в часть D , а была бы вынуждена выходить через отверстие E . Ошибочно указывается, что всасывающее отверстие надо устраивать в F , в то время как оно должно быть устроено налево, близ места присоединения ALP . Говорится также, что барабан выступает из крышки и что его надо набить кожей в горлышке, на практике же лишь пропускают через крышку оси и набивают.

Рело описывает эту машину на стр. 369 своей «Кинематики» в качестве «коловоротного механизма» и говорит, что профиль капсюльного углубления должен быть равноотстоящим от кардиониды; можно одну половину профиля сделать круглой, а другую половину по определенной кривой, как указывает Каваллеро.

В одном примечании Шотт говорит, что эта машина дает хороший эффект, однако он не сомневается, что он был бы не меньше, если бы барабан был концентричен в капсюле, если только плита $LPCS$ всегда точно подходит к внутренней поверхности. Если бы он предложил эту мысль, то он нашел бы, что тогда плиту надо разложить на две части, которые при вращении то придвигаются, то отдаляются друг от друга. Таким образом получился насос, описанный у Вейсбаха, «Ingenieur und Maschinen-Mechanik», Т. III, Abt. II, S. 843, в качестве «ротационного насоса Дюца».

В главе III, маш. I Шотт описывает воспроизведенный на рис. 409 аппарат под названием «Pyrobolus fons» и говорит, что он взят из сочинения Кирхера «Ars Magnetica», Pars. 2, Cap. 3, Experim. 1. Пар, развивающийся в сосуде A , направляется по трубе AD в верхнюю часть сосуда D и вытесняет находящуюся там воду вверх через трубу EF . Это и есть то видоизменение аппарата, который Порта хотел использовать для измерения объема пара, образующегося из определенного количества воды (рис. 303, стр. 196). Дальнейшее развитие его привело к паровой машине маркиза Ворчестера (стр. 196).

В части II, раздел II, маш. X, озаглавленной: «Автоматический ковш, который при постоянном движении поднимает воду» (рис. 410), Шотт говорит:

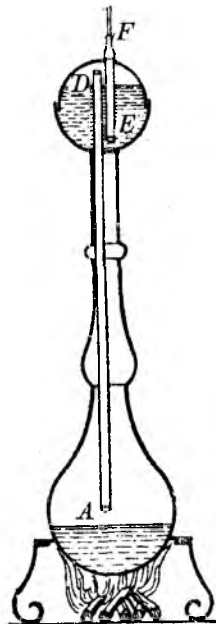


Рис. 409.

«Приведенная машина в высшей степени полезна и удачна для непрерывного подъема на любую высоту воды, текущей из скалы или холма или в реке. Изобретателями ее являются: Гиероним Финугий, очень искусный и опытный в машиностроении человек и близкий приятель Афанасия Кирхера, с которым он делился всеми своими изобретениями, часть которых Кирхер привел в книге II, часть 4, глава I, задача 5, рис. 5, своего сочинения «Ars magnetica...».

A — металлический ковш, который, будучи пустым, весит, скажем, 160 фунтов, емкостью в 100 фунтов воды. *B* — ковш такого же веса, двойной емкости, т. е., значит, 200 фунтов воды. У него тяжелое дно, внизу узкое и расширяющееся кверху; вращательные цапфы приспособлены так низко, что при совершенном наполнении он опрокидывается, опорожняется и снова возвращается в правильное положение. *C* — такой же ковш, но значительно меньший, весом примерно в 20 фунтов и емкостью в 20 фунтов воды. Он опрокидывается обычно в ковш *B*.

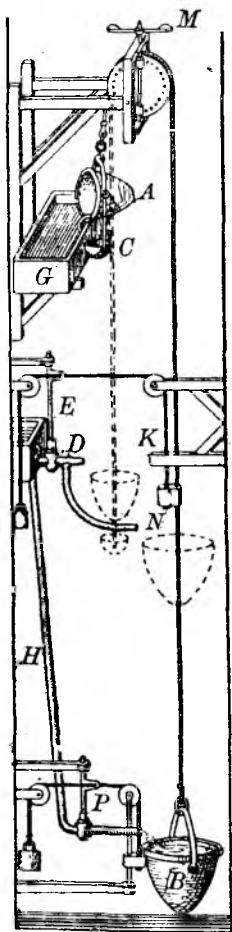


Рис. 410.

Если ковши находятся в положении, изображенном на рисунке пунктиром под выпускными трубами *D* и *N*, то подвешенный к крановому ключу *E* груз поднимается ручкой ковша *B* до упора *K* вверх, и кран открывается меньшим грузом, подвешенным к его ключу. Ширина выпускных труб *D* и *N* должна быть такова, чтобы в оба ковша одновременно попадало по 100 фунтов воды. Поступающая после этого в ковш *A* вода переходит в ковш *C*, а когда этот последний наполнится, он опрокидывается, и его содержимое выливается в ковш *B*. И так как теперь на одной стороне подвешено 280 фунтов, а на другой 300 фунтов, то *B* опускается вниз и тянет *A* вверх, тяжелый груз его на крановом запоре освобождается и закрывает кран. Ветряное крыло *M* задерживает слишком быстрое движение. Как только крючок на корыте *G* касается края ковша *A*, то этот последний перевертывается и его содержание выливается в корыто *G*, когда же край ковша *B* наталкивается на малый груз на крановом запоре *P*, то этот кран открывается. Вследствие этого вода теперь вытекает через трубу *H* в ковш *B* и совершенно наполняет его, ковш *B* опрокидывается, тяжелый груз на запоре крана закрывает его, ковш опорожняется и снова становится в прежнее положение. Ввиду того, что теперь ковши *A* и *C* вместе стали на 20 фунтов тяжелее *B*, они подтягивают его вверх, пока его ручка не поднимет большой груз, подвешенный в *E* до упора *K*, а меньший груз открывает кран в *D* и *N*, после чего операция начинается сначала.

Этот аппарат является преобразованием и усовершенствованием описанного Бранка (рис. 404), а его автоматическое управление помощью опрокидывающихся ковшей напоминает

те аппараты, которые Саломон де Ко пристраивал на героновском колодце (рис. 352).

Машина XII Аппарат (механизм) Финугия, который постоянным движением одного единственного металлического ковша поднимает воду из колодца. По этому поводу Шотт говорит так:

«В то время как я писал это и очень желал видеть другие гидравлические машины этого Финугия, о которых Кирхер говорил, что он их видел, я натолкнулся на другую машину, установленную Агонали на римском форуме, которая не менее остроумна, а может быть и еще более ценна, чем предыдущая...».

На правой стороне (рис. 411) установлен насос со свищовым или металлическим, залитым свинцом, плунжерным поршнем *E*. Через подъемную трубу вода попадала в резервуар, куда она должна была быть поднята. *N* — резервуар, где собирается рабочая вода, *O* — кран, вентиль которого, поднятый ковшом *X*, впускает в него воду, *SV* — рычаг, вращающийся вокруг оси *T*, изображенный на рисунке сплошной линией в своем высшем положении, а пунктирной линией в низшем своем положении для того, чтобы показать, как он поднимается подвешенным поршнем *E* и опускается наполненным ковшом *X*. Этот последний сделан из металла так, как изображено на рисунке, а его поворотные цапфы устроены так низко, что они легко поворачиваются, когда ковш наполнен. К правой половине его края прищипана поднимающаяся несколько вправо труба, по которой катится тяжелый металлический шар. Когда ковш через кран *O* наполнен, то он опускается и поднимает поршень *E*. Как только его край упирается на штифт *R*, он наклоняется вправо, шар катится вправо, опрокидывает его, содержимое выливается в ковш *A* и удерживает его в изображенном пунктиром положении до тех пор, пока он не опорожнится. Затем тяжелый поршень, спускающийся в насосном цилиндре, поднимает его вверх и при соприкосновении со штифтом *R* снова ставит его в исходное положение, причем шарик *s* катится обратно. Когда ковш приближается к своему высшему положению, то он поднимает вентиль крана *O*, и процесс начинается сначала.

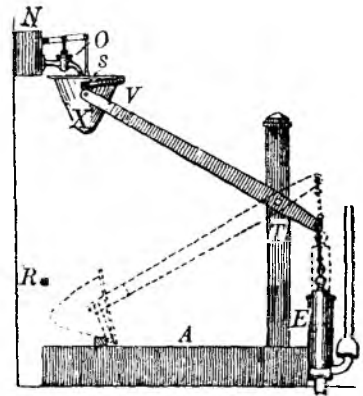


Рис. 411.

Приложение к «Mechanica hydraulico-pneumatica» обсуждает «новый магдебургский опыт». Когда Отто фон Герике показал свой знаменитый опыт с воздушным насосом в 1654 г. в Регенсбурге императору Фердинанду III и собравшимся князьям, то Филипп фон Шенборн, архиепископ Майнцкий и епископ Вюрцбургский предложили ему передать свой аппарат. Так он попал в Вюрцбург и в руки Шотта, который впервые описал его в своей «Mechanica». Указанное приложение содержит интересные письма Отто фон Герике и дает представление о спорных вопросах, которые вызвали эти опыты.

2. «Magia universalis naturae et artis» Каспара Шотта.

В книге III, глава II, маш. I, описываются шагомеры, путемеры для экипажей и пр.:

«1) Обычным и очень известным является круглый прибор с двумя зубчатыми колесами внутри. Когда он прикреплен к поясу пешехода и соединен с его коленом шнуром, то при ходьбе при каждом шаге шнур натягивается и движет колеса. При этом указатели, движущиеся по внешней поверхности по кругу, точно разделенному соответственно шагу, показывают число шагов.

2) Другой прибор такого же рода, но гораздо более остроумный и искусный, приведен Ансельмом Боетием Боодтом в его сочинении «Geschichte der Gemmen und Steine» и взят отсюда Афанасием Кирхером для его книги «De Arte Magnetica», Pars. II, cap. II, Probl. V. Он был сначала передан императору Рудольфу II и, наконец, попал в руки Кирхера... Благодаря этому прибору, оборудованному внутри четырьмя зубчатыми колесами, магнитной иглой, иглой и железной проволокой и пристегнутому, подобно предыдущему, к поясу и колену, можно было определить без счета или других операций расстояние и расположение по странам света всех пройденных мест и тем самым дать общий план на скрытом внутри инструмента листе бумаги.

3) Упомянутый Боетий вспоминает также по указанию Кирхера о другом еще более элегантно и удобном приспособлении, изобретенном императором Рудольфом II и не требовавшим никакой передачи, ибо он сразу наносил на бумагу план прогулки пешехода».

Под 4 — приводится описанный Витрувием путемер (рис. 60, стр. 50), а под 5 такой же прибор по рисункам Леонардо да Винчи.

В той части исследуемого сочинения, которая озаглавлена «*Magia hydrostatica*», во втором разделе трактуется о «Некоторых новых и других остроумных машинах для подъема воды», из них «машина I», озаглавленная «Мельница и насос островитян», особенно интересна, ибо это есть старейшее из известных описание машинной установки для пивоваренного завода. Шотт говорит о ней так:

«Когда я был в Риме, одно духовное лицо бельгийского ордена братьев, островитянин, рассказывал мне, что на островах (вероятно, британских островах?) в одном нашем монастыре имеется замечательная и остроумная машинная установка, которую братья Ордена построили для различных целей, особенно для размола хлеба для пивоварения, просеивания муки и накачивания воды. Я просил его написать отцам монастыря и попросить прислать чертежи опи-

сания машинной установки, что он и сделал; затем, после того как монахи, к которому я обратился, безуспешно проискал это, то один из наиболее опытных в этом деле отцов нарисовал всю машинную установку, отметил отдельные части различными буквами и назвал их следующим образом.

Машинная установка состоит из трех отделений, а именно: мельницы, просеивательного устройства и насосной установки. Части мельницы на рис. 412 обозначены большими латинскими буквами; части просеивательного механизма — греческими буквами и части насосной установки — цифрами. Размеры предметов на рисунке не показательны; они указываются в описании. На присланном мне чертеже применены различные краски.

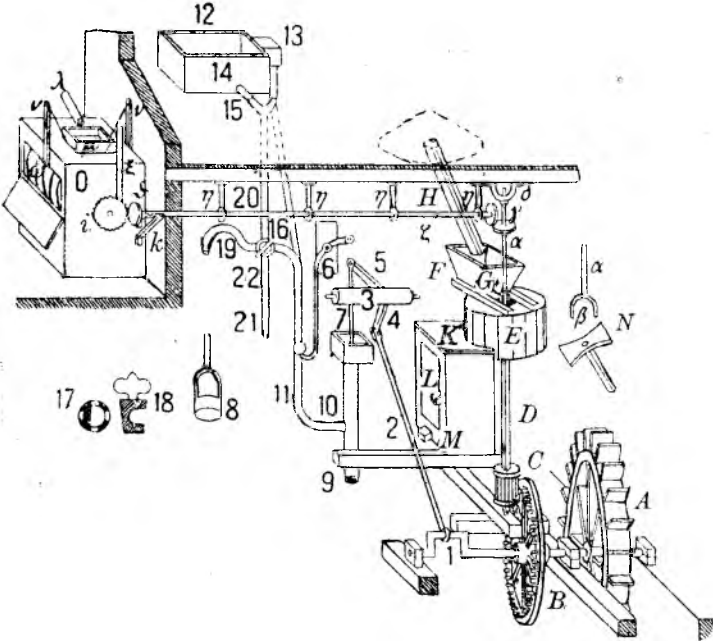


Рис. 412.

Черной краской обозначены предметы, входящие в состав мельницы, древесной краской — то, что составляет просеивательный механизм, а синей — насосная установка...

К мельнице относятся следующие части: *A* — водяное колесо диаметром в 14 футов, *B* — колесо диаметром в 8 футов с 48 зубьями, которое насажено на валу водяного колеса внутри здания, *C* — шестерня диаметром в 1½ фута с 12 цевками..., *D* — четырехгранный вал, толщиной в 1 палмо (= 75 мм) и длиной в 6 футов, который образует ось шестерни *C* и мельничного постава *E*, *E* — мельничный постав, установленный в деревянном кожухе, *F* — сосуд (резервуар), при легком сотрясении которого шпелитца поступает на жернов, как это обычно происходит на мельницах, *G* — подвижная доска (заслон), при подъеме которой шпелитца обильнее поступает на жернова, *H* — труба, по которой шпелитца постепенно проходит из хлебного амбара в сосуд *F*, *M* — отверстие, из которого мука насыпается в мешки, *N* — фигура, изображающая скрытый в верхней части мельничного постава конец стержня *D* (т. е. поплище), от которого исходит движение сита.

Части с и т а следующие: *α* — железный вал длиной в 7 футов, *β* — вилкообразный конец его, охватывающий поплище *N*, *γ* — колесико диаметром в 1 фут с 16 зубьями, *δ* — подшипник для вала *α*, *ζ* — железный вал длиной в 60 футов, *η* — его подшипник, *θ* — колесико диаметром в 1 фут с 16 зубьями, *ι* — колесо диаметром в 1½ фута с 24 зубьями, ось которого

одновременно служит осью сита, а сзади (т. е. позади зубчатого колеса *i*) колесо с 4 зубьями, которые приводит в движение коник ξ , κ —треугольная железная опора под подшипником, на верхнем плече которой устроены места для подшипника, так что зубчатые колеса θ *v* выходят из зацепления, когда вал ζ укладывается на другое место опоры. λ —труба, через которую мука проходит из амбара, μ —корытце (башмак), ν —два бруска, пристроенные к сторонам ящика, к которым башмак μ подвешен на шнурах, ξ —вращающийся брусок на стороне ящика, который движется по малому колесу, помещенному позади колеса *i*, чем вызывается движение муки из резервуара μ , к которому он привязан шнуром, *o*—ящик, ω —сито.

Части насосной установки: 1—согнутая ось, крайняя точка которой описывает круг в 2 фута (в диаметре?) и так соединена со штангой 2, что может вращаться, 2—штанга (из дерева) длиной в 10 футов, по обоим концам на ней—головки, 3—деревянный вал диаметром в 1 фут и длиной в 6 футов, с двумя плечами, направленными к центру, а именно: 4—плечо, длиной в 3 фута, с концом которого соединена штанга 2, и 5—плечо длиной в 3½ фута, в конец которого пристроена штанга 7, которую он движет вверх и вниз, 6—балансир, к которому подвешивается насосная штанга 7 для продвижения ее от руки, 8—рисунки нижней части поршневого штока, к которому приделан поршень длиной в 1 палец; внизу пристроено к нему несколько кожаных дисков между железными плитками, 9 и 10—два вентиля..., 11—труба, через которую вода вытесняется от насоса в резервуар 14, 12—отверстие, через которое вода вытекает в резервуар, 13—путь, по которому идет вода при сливе, 14—водяной резервуар на амбаре, 15—труба для спуска воды через дно резервуара, 16—кран, внутренние свойства которого описываются ниже, 17—поперечное сечение корпуса крана. Ширина его равна 1 пальму; 4 отверстия, которые находятся на равном расстоянии друг от друга, 18—форма кранового конуса, который не просверлен, а лишь вырезан сбоку, 19, 20, 21 и 22—различные трубы для распределения воды из резервуара 14.

Когда одно отверстие корпуса крана закрыто, то конус крана 18 всегда оставляет другие открытыми. Когда отверстие трубы 21 закрывается, то вода может бить через трубы 11, 22 и 19, попадая непосредственно в сосуды, или когда насос не работает, вытекать из резервуара 14 через трубы 15, 20 и 19. Когда отверстие трубы 19 закрывается, то резервуар 14 опорожняется через трубы 15, 20 и 21. Когда отверстие 22 закрыто, то вода в резервуаре может также вытечь и не попасть в другой резервуар, ибо верхнее отверстие трубы 21 устроено ниже, чем высшая точка трубы 19. Когда насос начинает работать, то он вытесняет воду через трубу 11, ибо она не находит выхода через трубу 22 и направляется через отверстие 12 в резервуар...

Рисунок и описание прислал 24 февраля 1655 г. в Рим отец Гвильгельм (Вильгельм) де Вендивилле, получив их объяснение от очень опытного в этом деле отца иезуита».

По этому описанию и рисунку вряд ли можно сомневаться, что сито ω , о котором сказано, что у него общая ось с зубчатым колесом *i*, было вращающимся цилиндрическим ситом, хотя этот род мельничных сит и считается гораздо более поздним изобретением. Х. М. Поппе в своем сочинении: «История технологий», т. I, стр. 118, появившемся в 1807 г. в Геттингене, говорит так: «Примерно 20 лет назад американец Оливер Эванс из Филадельфии изобрел новый род сита, который он назвал «вращающимся ситом». Это сито состоит из полых цилиндров, сплетенных из проволоки, на которые натянута волосяная материя для мельничных сит, и насаженных на особом валу. Цилиндры несколько наклонены и быстро вращаются...». По описанию Шотта можно полагать, что это изобретение по крайней мере на 130 лет старше.

Машина П. Римский автоматический ковш, который при длительном движении поднимает воду вверх. Здесь в введении сказано так:

«Описанная в «Mechanica hydraulico-pneumatica», Pars. II, class. II, Mach. 10 и 11, машина, изобретенная Иеронимом Финугием, не была осуществлена на практике; здесь же приводится другой схожий механизм, который работает в монастыре св. Марии Виктории кармелитских монахов в Риме, где он был установлен одним монахом, затем снова разобран, ибо он своим непрерывным действием мешал братьям ночью во время сна и днем во время молитвы. Машина самим изобретателем нарисована и описана лишь бегло; от него ее воспринял Д. Григорий Криван, священник в Иллирии, который сообщил мне о ней в Риме».

Мы берем описание ее из «Technica curiosa», кн. V, гл. V, Шотта, ибо он там говорит, что оно в его «Magia» напечатано с ошибками и поэтому он приводит его еще раз. Оно начинается так:

«Машина имеет два ковша, которые питаются из одного колодца и из которых один всегда поднимается вверх, а другой опускается вниз. Вода одного служит для домашнего потребления; вода из другого выливается и пропадает зря. Соотношение быстроты обоих ковшей может быть различно, в зависимости от условий местности по желанию конструктора..., но чем быстрее движение поднимающегося по отношению к опускающемуся, тем меньше будет количество воды, поднятой вверх, по отношению к опускаемому и пропадающему зря...».

На рис. 413 предполагается, что вода для потребления должна подниматься на расстояние вдвое большее того, на которое опускается рабочая вода. *A*—меньший ковш, *M*—большой. Канат *J*, на котором висит ковш *A*, проходит через неподвижный шкив *K* под подвижным шкивом *L*, на котором висит ковш *M*, далее идет через неподвижный роликовый квадрат *K* и укреплен под ним. *A*, следовательно, движется вдвое быстрее, чем *M*. Когда оба ковша пусты, то *A* должен опускаться, а *M* подниматься, вследствие чего в этом случае *A* должен весить больше половины *M*. Когда же оба ковша наполнены из сосуда *S*, то *M* должен опускаться, а *A* же подниматься вверх, поэтому наполненный ковш *M* должен весить вдвое больше наполненного ковша *A*. Ширина выпускных труб, по которым вода проходит из сосуда *S* в оба ковша, такова, что они (ковши) наполняются одновременно. Когда они полны, то прикрепленный к *M* брус, на котором насажен шкив, опускается вместе с ним; ввиду того, что рычаг *T* остается без поддержки, вентиль на дне сосуда *S* закрывается. Когда ковш *A* поднимается над сосудом *X*, то ролик *d* на рычаге *D* упирается в плиту *b* на балках *ZZ*, вследствие чего вентиль на дне ковша открывается, так что вода из него поступает через коленчатую трубу *E* в сосуд *X*. Как только *d* упирается в *b*, то и штанга *Na* на рычаге, который проходит над ковшом *M*, упирается в землю, открывает вентиль на дне ковша и спускает оттуда воду. Когда

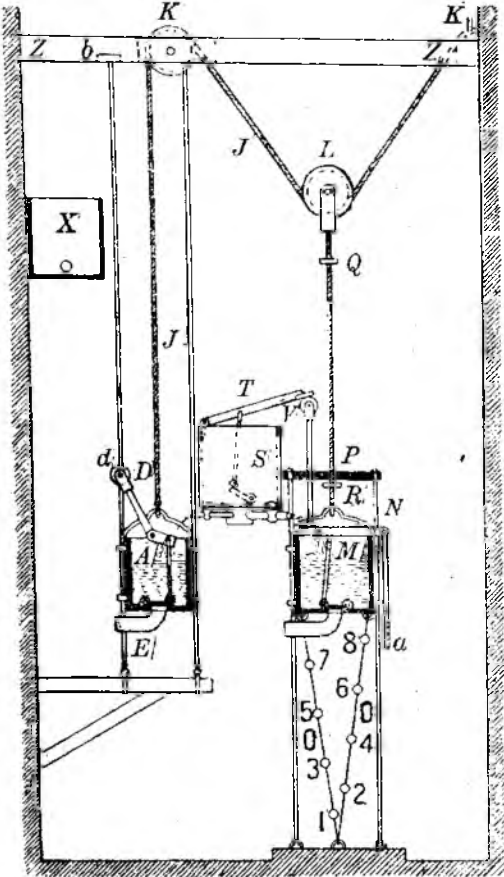


Рис. 413.

оба ковша опорожняются, то *A* опустится вниз и поднимет *M* вверх, до тех пор, пока поперечный штифт *R* на канате, соединяющем ковш *M* с подвижным шкивом *L*, не упрется в поперечину *P* и оба ковша снова не окажутся под спускной трубой из *S*. Во время последней части этого движения ролик *V* поднимает рычаг *T* на сосуде *S*, и операция начинается сначала. Оба каната *OO* с грузами *1, 2, 3, ...*, *8* служат для замедления движения ковша к концу, в то время как при опускании они укладываются на землю, благодаря чему сокращается опускаемый вес, при подъеме же *M* увеличивает постепенно поднимаемый груз. Поперечный штифт *Q* на канате, на котором висит *M*, задерживает опускание этого ковша.

Машина VII. Спиральное колесо, которым достигают непрерывного движения (т. е. которым предполагают добиться *perpetuum mobile*). Это тот «спиральный насос», который описал в сочинении Вейсбаха, «*Ingenieur- und Maschinen-Mechanik*», Teil III, Abt. II, S. 288, однако с той разницей, что обмотка спиральной трубы лежит на плоскости, вертикальной к валу, что не влияет на способ работы машины. Шотт говорит в своем описании так:

«В моей «*Mechanica*», часть II, раздел II, маш. II, приведена машина, заимствованная у Марио Беттино, которую мы назвали «спиральная труба на плоскости и т. д.». Она состоит из трубы, открытой с обоих концов, расположенной спирально от окружности к центру на круглой поверхности... Когда это колесо насаживается вертикально на проходящую через его центр ось, так что оно может легко вращаться, то при вращении колеса вода, поступившая через отверстие на окружности, течет в силу своей тяжести через него до центрального отверстия и там выходит. Таким колесом с противоположно расположенной трубой рассчитывают получить непрерывное движение, причем вода при одном повороте колеса поднимается, а при другом спускается в нижний резервуар.

Схожее колесо, но не с одной, а несколькими спиральными трубами предлагает отец Николай Кабеус, Lib. I, *Meteorol.*, text. 62, Quest. 3...

Я думаю, что такой машиной, особенно если ее построить так, как описывает Кабеус, совершенно покрытой несколькими спиралями, можно с легкостью поднять много воды на определенную высоту, если она приводится силой извне, и что поэтому она может быть пригодна для осушения болот при установке на вертикальной балке, чтобы она могла опускаться все ниже и ниже; при таком опускании и при уменьшении количества воды в болоте машина остается погруженной в воду все время одинаково и приводится в движение так же, как и раньше. Но ввиду того, что такое автоматическое движение (т. е. достижение *perpetuum mobile*) можно обеспечить лишь на очень короткое время, то я возражаю против машины Беттино по причинам, изложенным в «*Mechanica*...».

Иезуит Марио Беттино родился в 1578 г. в Болонье, долгие годы преподавал философию и математику в Парме и умер в своем родном городе 7 ноября 1657 г. Его сочинение «*Ariaria Philosophiae Mathematicae*», в котором (Ар. 4, Prog. 1, Prog. 13) он описывает упомянутую машину, появилось в 1642 и 1645 гг. в Болонье.

Иезуит Николай Кабеус родился в 1585 г. в Ферраре, был профессором математики и теологии в Парме, позднее был проповедником в различных местностях Италии и умер в Генуе 30 июня 1650 г. Полное заглавие его сочинения следующее: «*Commentaria et Quaestiones in Lib. IV Meteorologicorum Aristotelis*».

Спиральный насос с несколькими спиральными трубами на одной плоскости, как предлагает Кабеус, есть не что иное, как червячное колесо, о котором Вейсбах в своем сочинении «*Ingenieur- und Maschinen-Mechanik*», Teil III, Abt. II, S. 795, говорит так: «На колесе Лафайя (La Faye) устроены спирально расположенные трубы, по которым вода проходит с внешней окружности внутрь вала...». Описание этой «*Machine pour élever des eaux par Mr. de La Faye*» находится на стр. 67 «*Histoire de l'Académie Royale des Sciences, Année 1717*», Paris 1719, и отсюда явствует, что де Лафай, повидимому, ничего не знал о предложении, сделанном Кабеусом почти за 60 лет до того.

Машина VIII. Колесо Бланкано, которое поднимает воду вверх и выбрасывает ее по кругу. Шотт говорит об этом так:

«Отец Николай Кабеус в книге I «*Meteorol.*», текст 17, вопрос 8, где он объясняет, как колеса при круговом движении выбрасывают подвешенные к ним тела, — приводит машину для подъема воды, изобретенную его учителем математики, отцом Жозефом Бланкано. Хотя эта машина, собственно, и малоиспользуемая, однако я все же ее привожу, ибо она остроумна, и, быть может, другие умные люди смогут более широко применить ее в гидравлике; передаю подлинные слова Кабеуса по этому поводу:

«К нижнему концу вертикальной легко вращающейся оси (рис. 414) прикреплено малое горизонтальное кольцо, а к верхнему концу — большое такое же кольцо. На этих кольцах или колесах пристроены трубы из свинца, бронзы или иного материала так, что они находятся

на малом колесе близко друг к другу, на большом же значительно отдалены одна от другой. Машина погружается в воду так, что нижний конец труб находится под водой. Когда вертикально стоящая ось машины вращается, то вместе с ней вращаются кольца и трубы, вода поднимается по ним вверх и в верхнем конце выбрасывается...

Это есть стариннейшая форма «центробежного насоса», описанная у Вейсбаха в «*Ingenieur- und Maschinen-Mechanik*», Teil III, Abt. II, S. 834; он невыгодно отличается от устройства Бланкапо тем, что его надо наполнить водой, прежде чем он может начать работать.

Иезуит Жозеф Вланкано, родившийся в 1566 г. в Болонье, был профессором математики в Парме и умер в 1624 г.

Машина IX. Нюрнбергский пожарный насос для тушения пожаров. Шотт говорит о нем так:

«Когда я в 1655 г. возвращался из Рима в Нюрнберг, то я посетил уважаемого Г. Ф. Харштёрффера, тогда патриция, а теперь консула этого города. Среди многих других предметов, которые он мне показал в городе, он провел меня в дом одного ремесленника по имени Иоганна Гауча... Этот последний показал мне построенную им большую машину и сказал, что она выбрасывает вверх такое большое количество воды и с такой силой, что он предполагает с ее помощью затушить любой пожар. Для наглядного подтверждения своих слов он созвал свыше 30 человек, наполнил машину водой и приставил к ней людей. Они почти мгновенно выбросили такое количество воды до самых верхних окон дома и на крышу, что казалось, что раскрылись небесные шлюзы... Водяной столб, который труба выбрасывала, был диаметром в 1 дюйм и поднимался на высоту в 80 футов».

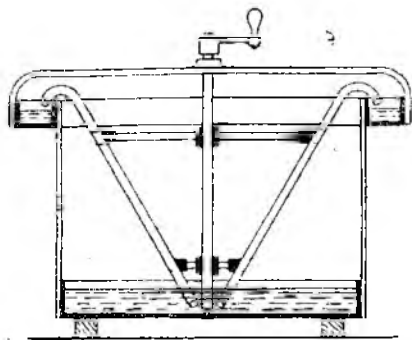


Рис. 444.

К сожалению, как в этой машине, так и на рисунке пожарного насоса Гауча, помещенном в «*Theatrum Machinarum*» (Nürnberg 1661) Беклера, механизм закрыт деревянным ящиком, поэтому ни Шотт, ни Беклер не дают точного описания его; знаменитый Лейбниц, который зимой 1666/67 гг. читал лекции в Нюрнбергском университете Альтдорф, многократно доказывал,

что Иоганн Гауч оборудовал впервые свой пожарный насос в о з д у ш н о й к а м е р о й. Папин 10 июля 1704 г. писал ему: «Я выдвигаю идею применения сосудов, из которых вода с силой вытесняется сжатым воздухом, как в пожарных насосах в Амстердаме», на что Лейбниц 17 июля 1704 г. возражал так: «Что касается насоса, о котором Вы говорите, то такая машина изобретена в Нюрнберге, а в Амстердаме к ней лишь добавили кожаную или полотняную (брезентовую) шлангу»; 4 февраля 1707 г. он писал Папину по поводу его паровой машины: «Здесь я применяю сжатый воздух вместо непосредственного выбивания поршнем (после изобретения пожарного насоса, которым мы обязаны Гаучу из Нюрнберга и который дает непрерывную струю)». (Ср. Dr. E. Gerland: «*Leibnizens und Huygens Briefwechsel mit Papin*», Berlin 1881, и его сочинение «*Die Erfindung der Feuerspritze mit Windkessel*» в *Glasser's Annalen* Bd. XII, 1883 г.).

3) «*Technica curiosa sive Mirabilia artis*» Каспара Шотта. В книге I Шотт описывает проведенные им совместно с Отто фон-Герике опыты с воздушным насосом еще более подробно, чем в приложении к своей «*Mechanica*». Там же имеются интересные письма Герике, из них приводим опыт, описанный в § 3 и 4, главы XIV, где сказано следующее: «Другой цилиндрический медный сосуд с поршнем, заполняющим его полое пространство, требует для вытягивания этого поршня труд и напряжение 20—30 человек; когда же к его нижнему крану приставляется выше-

...

упомянутый безвоздушный резервуар и оба крана открываются, то поршень снова втягивается назад и его не могут удержать упомянутые 20—30 человек. Этим же прибором и указанным насосом маленький мальчик может поднять 22—26 центнеров на высоту в один локоть...», т. е. этот аппарат может применяться в качестве пневматического ворота.

В книге II описывается воздушный насос, построенный в Англии Робертом Бойлем, а в книге III опыты Торичелли для определения давления атмосферного воздуха по высоте водяного или ртутного столба в закрытой сверху или безвоздушной трубке.

Книга V, глава I. Базельский гидравлично-пневматический колодез. Шотт говорит:

«После прочтения нашей гидравлично-пневматической механики очень известный знаток гидравлично-пневматического учения—Иеремия Митц начал по разлитым здесь принципам постройку фонтана в своем саду в Базеле. Хотя у него там был проточный колодез, но он был в глубоком месте, а Митц хотел поднять воду вверх всасыванием и затем выпустить ее фонтаном... Первые, еще не продуманные до конца свои соображения по этому вопросу он послал мне 24 ноября 1657 г.»

Затем следует несовершенное описание изобретателя и далее лучшее описание с поправками Шотта. В главе II описывается усовершенствованная конструкция Митца, которую он представил 28 декабря 1657 г.; в главе III обсуждается базельский гидро-пневматический фонтан в том виде, в каком он в конце концов был выполнен. После преодоления многих трудностей он в течение долгих лет работал хорошо. Приведенные письма, которые Митц писал Шотту в связи с возникавшими затруднениями, относятся к 1658 г. В § 7 машина описывается следующим образом:

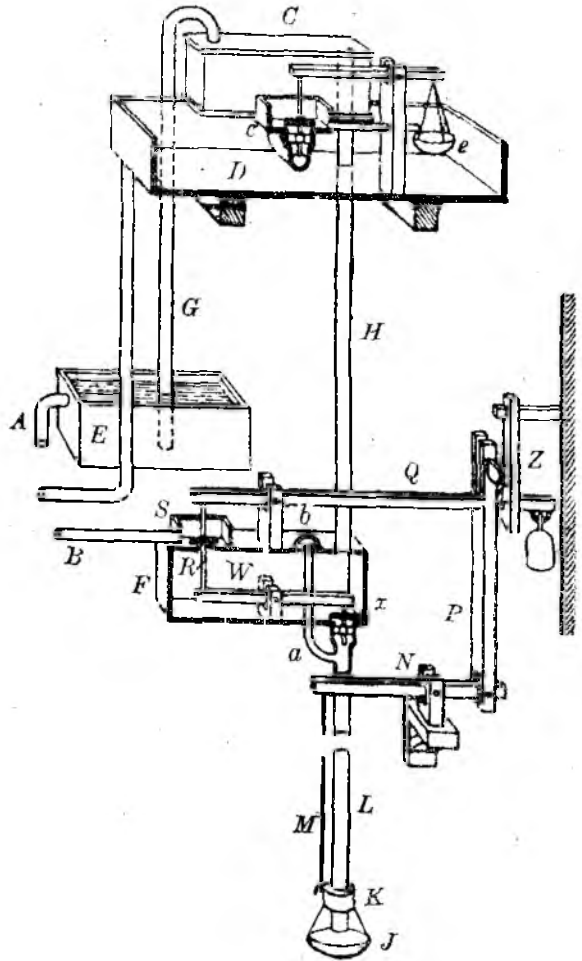


Рис. 415.

«Из бака колодца вода течет по подземной трубе A (рис. 415) в резервуар E и наполняет его до отказа. Из бассейна фонтана вода течет через трубу B в ящик S и через отверстие в его дне в резервуар F, из которого ничего не вытекает до полного наполнения его, ибо труба L закрывается вентилем x. При этом часть воздуха выходит из F через отверстие в дне ящика S, часть же его несколько сгущается в резервуаре C и трубках H и G (он выходит также через ba и L). Когда резервуар F полон, то вода из него поступает в трубку ba и течет через трубку L в чашу J, опускает ее помощью гильзы K, а проволока M опускает левую сторону рычага N, вследствие чего его правый конец поднимается вверх. Он поднимает помощью шатуна P правое плечо рычага Q, левый же его конец с вентильной штангой и вентиль R опускает и закрывает отверстие в дне ящика S. Удлиненная вниз вентильная штанга опускает левый конец рычага W вниз и

поднимает его правый конец с вентилям x . Собачка Z захватывает правое плечо рычага Q и удерживает его в высшем положении. Вода в резервуаре F течет теперь через L на чашу J и вытесняет воздух из резервуара C через трубу H в сосуд F . Воздух, вследствие этого, разрежается и вызывает подъем воды из резервуара E через трубу G в сосуд C . Как только этот последний полон, то вода через трубку, соединяющую ящик с с дном сосуда C , вытеснит вентиля в дне ящика с нею го вверх и немного выходит через трубку в чашу e . Эта последняя, вследствие этого, становится несколько тяжелее и совершенно открывает вентиля в c , вследствие чего вода из резервуара C стремится в ящик с и перетекает в резервуар D . Из него она попадает в фонтан и падает в его бассейн.

После того как резервуары E и F опорожнятся, опустошается и чаша J через небольшое отверстие в дне; сделавшись благодаря этому легче, левое плечо рычага N поднимается вверх, а правое с шатуном P опускается, упорка на верхнем конце сдвигает собачку Z назад, груз на правом плече рычага Q тянет его вниз, его левое плечо поднимается, открывает вентиля в дне ящика S , закрывает вентиля над трубой L , и операция начинается сызнова, так что выбрасывание воды из фонтана никогда не прекращается».

Рисунок и описание этого аппарата, вероятно, не вполне правильны, ибо он работал хорошо долгие годы; ведь, если сосуд C должен подниматься полным, то между внутренним и внешним воздухом должно иметься различие в напряжении, соответственное высоте подъема, и поэтому резервуар F должен быть значительно больше, чем резервуар C , на рисунке же они сделаны равного размера. Из этого, однако, следует, что для работы требуется гораздо больше воды, чем подается на фонтан и может быть им выброшено, и поэтому резервуар колодца, вероятно, соединился трубой B с резервуаром F , а бассейн фонтана трубой A с резервуаром E , что в описании Шотта смешано.

Глава V содержит описание «римского автоматически работающего ковша», которое уже приводилось в книге III, гл. II, маш. II «*Magia universalis*».

Глава VI. Базельские автоматически работающие ковши, которые непрерывно поднимают воду вверх. По этому поводу Шотт говорит:

«По модели предыдущей машины Иеремия Митц построил у себя дома нижеследующий аппарат с некоторыми видоизменениями, ибо опыт показал, что блоки, цепи, оси и т. п. не могут при соблюдении пропорций, предписываемых теорией, быть выполнены так точно, чтобы обеспечить успешный результат. Построенная Митцем машина работала вполне успешно в течение долгих лет и гораздо равномернее и длительнее, чем описанные выше в главе III, ибо в этих последних выпускавшие или выпускавшие воздух мельчайшие поры мешали правильной работе машины. Бегло набросанный план ее был прислан мне базельским конструктором 16 июля 1662 г. Я его выправил и дал начертить заново».

Объяснение он добавляет сам, а именно:

« A (рис. 416)—колодец, вырытый в земле до песка или гравия; в него опорожняется ковш при спуске, а вылитая вода поглощается песком. B —нижний ковш, который спускается

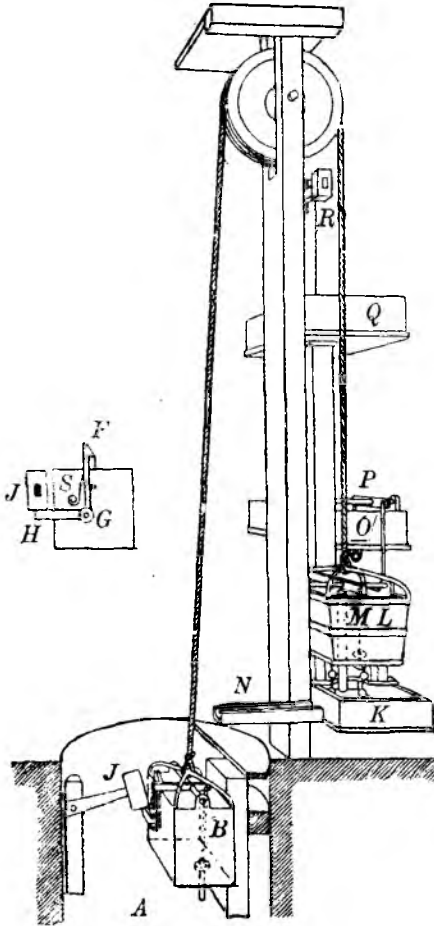


Рис. 416.

в этот колодез и поднимается. Посредине его дна устроен клапан, к которому приделан идущий вниз брус, упирающийся в дно и открывающий вентиль, когда ковш опускается до дна колодеза. Вентиль соединен проволокой с рычагом, пристроенным к краю ковша. Когда вентиль подтягивается вверх проволокой и одним плечом рычага, то другое плечо опускается вниз. На внешней стороне ковша *B* пристроена прямоугольно согнутая собачка *FGH* (см. дополнительный рисунок). Собачку отталкивает назад опускающееся плечо рычага и она подходит под крючок *F*, который ее удерживает, ибо пружина *S* тянет крючок вперед. Вентиль ковша *B* остается вследствие этого открытым и вся вода вытекает из ковша до достижения им места, где он снова наполняется. Когда ковши подходят к этому месту, то переднее плечо *H* собачки *FGH* упирается в деревянный молот *J*, ручка которого прикреплена к боковой стенке шахты так, что его головка может подниматься. Когда ее задевают, то она оттягивает собачку назад и освобождает рычаг, после чего вентиль закрывается под собственной тяжестью... *K*—резервуар, в который вода стекает из ковша *L* по трубе *M*, когда этот ковш совершенно полон; из резервуара *K* она течет по желобу *N* в ковш *B* и по наполнении опускает его и поднимает ковш *K* до места между *Q* и *R*. *O*—резервуар, который непрерывно питается из резервуара текущего колодеза. Из первого наполняются оба ковша. *P*—рычаг, на котором подвешен вентиль, который должен оставаться закрытым и не должен выпускать воду из *O* во время подъема ковша *L*; опыт, однако, показал, что лучше, когда этого вентиля нет совсем. Затем вода течет из резервуара *O* в резервуар *K*, стремится из него в нижний ковш, и работа не прерывается. Внизу на ковше *L* висит цепочка со свинцовыми шариками, которые постепенно опускаются и собираются в резервуаре *K*. *Q*—верхний резервуар, в который опорожняется ковш *L*. *R*—деревянный молот, в который упирается рычаг на ковше *L* и благодаря чему открывается вентиль в дне этого ковша. Надо заметить, что вентиль верхнего ковша *L* должен быть больше нижнего, для того чтобы верхний ковш быстрее опорожнялся, чем нижний».

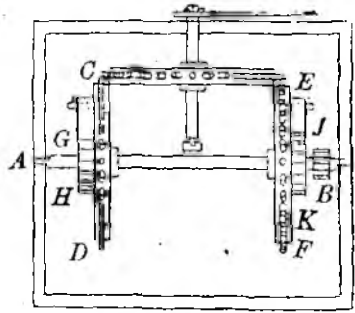


Рис. 417.

Также и в смысле соотношения размеров ковшей рисунок неправилен, ибо когда они пусты, то *L* должен весить больше, чем *B*, а когда они полны, *B* должен весить больше, чем *L*. Следовательно, в *B* должно помещаться больше воды, чем в *L*; на рисунке же, наоборот, *B* изображен меньше *L*. Вследствие этого заключительное замечание Шотта также неправильно; ибо, ввиду того, что ковш *L* должен быть меньше ковша *B*, он должен также быстрее опорожняться, чем *B*, если впитали на обоих одинаковы.

Часть II книги IX трактует о «чудесах часового искусства», из нее интересно следующее:

Глава 5, предл. XIX. Стрелка для двухстороннего часового механизма, вращающегося в одном или другом направлении, но который все же непрерывно движется вперед (рис. 417).

«Ось *AB* помощью насаженного на ней зубчатого колеса *B* вращается часовым механизмом то в одном, то в другом направлении. Два зубчатых колеса (конических зубчатых колеса) *CD* и *EF* свободно насажены на ось, и с ней неподвижно соединены два храповых колеса *GH* и *JK* с противоположными зубьями. Эти колеса захватывают две собачки, цапфы которых прикреплены к колесам *D* и *EF*. Они захватывают с разных (противоположных) сторон коническое зубчатое колесо *CE*. Когда ось *AB* вращается вместе с колесами *GH* и *JK* в одном направлении, то первое колесо захватывает *CD* и вращает колесо *CE* вправо. Если ось *AB* вращается в противоположном направлении, то храповое колесо *JK* захватывает колесо *EF* и вращает его также вправо, захватив против колеса *CD* колесо *CE*. Если соединить с его осью часовую стрелку, то она будет постоянно вращаться в одном и том же направлении».

Предл. XX. Приведение в движение стрелки беззубчатого колеса с передачей движения по ломаной линии. Шотт говорит:

«На башенных часах часто случается, что вследствие узости места или других условий нельзя установить стрелку в направлении колеса, показывающего часы, а приходится ее ось направить косо вверх или вниз или в сторону по циферблату. Это можно осуществить помощью конических колес, но можно это устроить с гораздо меньшим трудом, пользуясь следующей замечательной конструкцией.

Всем известно устройство из концентрических колец с разносторонне установленными осями, которое применяется для ламп, не проливающих на качающихся поверхностях. Это очень схожее устройство сводится к следующему...».

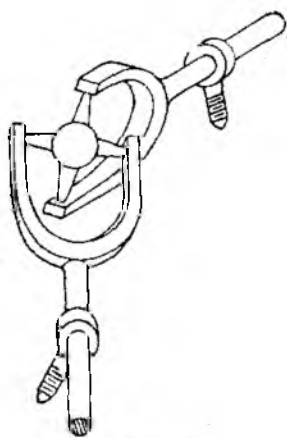


Рис. 418

Далее идут описание и рисунок, воспроизведенный на рис. 418, так называемого «соединения Гука» или универсального шарнирного соединения. По приведенным словам Шотта, поскольку он при описании нового изобретения обычно приводит имя изобретателя, мало вероятно, чтобы универсальное шарнирное соединение было в то время чем-нибудь новым. Роберт Гук родился в 1635 г., следовательно, во время появления «Technica curiosa» ему было 29 лет. На чем основано утверждение, что он является изобретателем универсального шарнирного соединения, нам еще не удалось установить.

Предл. XXII. Привести в движение стрелку и бой часов одной и той же хронометрической силой (рис. 419). AB — неподвижная цилиндрическая ось, на которую насажены два зубчатых колеса CD и EF , припаянные к двум трубам AG и BH , вращающиеся вокруг AB . На другом конце этих труб припаяются храповые колеса G и H с 12—16 зубьями каждое. Посередине оси AB свободно насажен канатный шкив J . На свисающем с этого шкива канате висит единственная гири для привода механизмов. По обе стороны на ролик пристроены саблеобразные собачки, вращающиеся вокруг шарнирных болтов; собачки пружиной прижимаются к оси. По полым осям зубчатых колес двигаются муфты NQ и неподвижно соединяются друг с другом скобой $NOPQ$. Вращающийся вокруг оси K балансир $СКЕ$ над центром имеет зубчатое полуколесо, зубцы которого захватывают зубцы горизонтального колена скобы $NOPQ$. От рычага балансира вверх отходит плечико, к которому прикреплен шарик R в качестве качающегося груза. На полую ось колеса CD прикреплен круглый диск S с выступающим с одной стороны косым зубом. Этот зуб в конце каждого часа поднимает конец рычага балансира постепенно вверх.

Если рычаг балансира CE с гирей R наклоняется влево, то он сдвигает скобу $NOPQ$ также влево, а муфта Q раздвигает саблеобразную собачку на правой стороне канатного шкива J , в то время как муфта N заставляя собачку, сидящую на левой стороне канатного шкива, захватить зубья храпового колеса G . Вследствие этого, колесо CD , которое приводит ходовой механизм часов, начинает вращаться, а колесо EF , которое приводит механизм боя часов, остается неподвижным. Если затем косая выступающая поверхность зуба на диске S поднимает конец рычага балансира несколько над средним положением, то гиря R опрокидывается и быстро

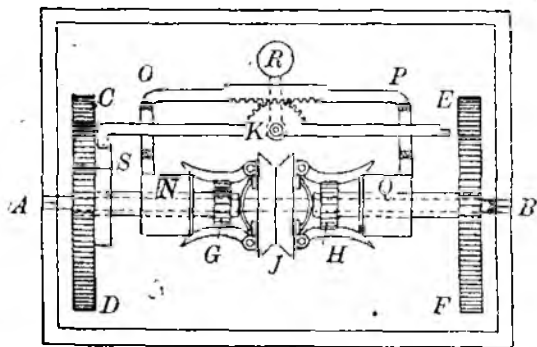


Рис. 419.

сдвигает скобу *НОРQ* вправо, вследствие чего колесо *H* сцепляется со своей собачкой и механизм боя приводится в движение колесом *EF*.

После того как пробьют удары, рычаг балансира *CE* снова сдвигается в сторону к *Q*, что осуществляется самими колесами ударного механизма, особенно тем, которое непосредственно приводится колесом *EF*. На его оси насажен перекидной механизм, благодаря которому можно помощью пристроенного рычага легко регулировать живую силу, собравшуюся от движения, ибо привод колес работает вместе.

Ввиду того, что этот механизм останавливает ходовой механизм часов во время боя, то для данной цели он не рекомендуется; но он все же замечателен в качестве старейшего автоматического устройства для включения и выключения.

Глава X, предл. 49. Привести часы в непрерывное движение огнем.

В *Technasma I*, предлагается колесо с крыльями в камине для привода часов, подобное тому, которое применял Леонардо да Винчи для привода вертела.

В *Technasma II*, описывается воспроизведенный на рис. 420 аппарат, о котором говорится следующее:

«Когда воздух в баллонах *L* и *M* от нагревания расширяется, то вода, содержащаяся в сосуде *A*, вытесняется вверх по трубе *B* и при выходе через трубу *CN* может создать силой своей тяжести тягу машины при опускании на высоту *NP*. После охлаждения баллонов *L* и *M*, а также сосуда *A*, она всасывает вместо вытесненной воды столько же другой воды через трубку *KE*. В трубе *B* (достаточной ширины) можно вытеснить плавающий на воде или ртути поплавок свинцовый груз *H*, а когда сосуды охлаждаются, то свинцовый груз опускается и может продлить тягу.

Если вместо поплавка с свинцовым грузом *H* взять сосудик, то он погружается в воду или ртуть трубки *B* и опрокидывается так, что дно его обращено кверху и он может быть поднят поднимающей водой или ртутью; когда же он опускается, то он противостоит отделению (помощью давления внешнего воздуха) с известной силой, и эта сила может произвести тягу.

Надо заметить следующее. Баллоны *L* и *M* могут погружаться в сосуд *A* и прижаться так, что, когда в них воздух ступится снова, то они всосут немного воды, и когда затем баллоны *L* и *M* будут нагреты огнем, то они вытолкнут в сосуд *AB* большое количество испарений, как и зольциль установленные на огонь, которые выдувают полученный из воды воздух (т. е. пар). Таким образом из *A* вытесняется через трубу *B* гораздо больше воды.

Далее надо заметить еще следующее. Если в каком-либо месте желают иметь термы или постоянно теплую воду или помощью химических процессов поддерживать постоянное тепло, то можно вызвать непрерывное движение в сосуде *A*, ибо в сосуде *KP* всегда теплая вода; несколько выше *CN* устанавливается резервуар, в который поступает вода, вытесняемая через трубу *B* силой развивающегося из теплой воды пара; этот резервуар снабжен подъемной трубой, и когда он доверху полон, то охлажденная вода вытекает из резервуара *B*, а воздух (т. е. пар) там сгущается, вследствие чего теплая вода всасывается через трубку *KE* в сосуд *A*, где она снова нагревается, и т. д. Однако при этом необходимо соблюдать целый ряд мер предосторожности, на которых останавливаться подробно не приходится.

Если бы Шотт установил аппарат на воде и дал бы всасывать, причем предложил бы другую охлаждающую воду, то он уже тогда выдвинул бы принцип, который лег в основу запатентованной в 1698 г. паровой машины Савари.

В предл. I обсуждается привод ветряным колесом, в предл. LI привод помощью горизонтальных водяных колес (по Бессону), а в предл. LII сказано так:

«На городских воротах, через которые проходит большое количество людей, экипажей и лошадей, можно пристроить железный брус или маленький мост, который может немного под-

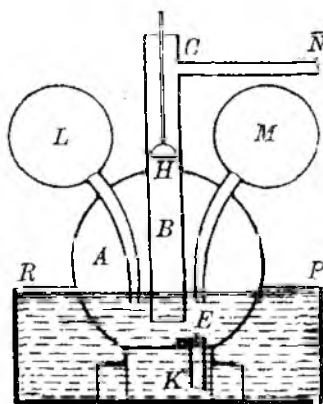


Рис. 420.

ниматься и опускаться под тяжестью проходящих людей или лошадей или проезжающего экипажа; таким образом можно получить определенную силу или поднять какой-либо груз; ибо вследствие этих малых, но повторных сил можно в месяц или полгода или год поднять не один, а несколько очень больших грузов».

Затем приводится еще целый ряд примеров того, как можно малые производительности собирать а к к у м у л я т о р о м и использовать для большой мощности.

Книга X озаглавлена: «Автоматические чудодейственные механизмы», глава I ее: «Первая машина с постоянным физико-механическим движением». Там сказано следующее:

«В 1660 г. д-р Иоганн Иахим Бехер из Шпейера, в настоящее время доктор медицины и врач при курфюрстском дворе в Майнце, опубликовал гравюру очень сложной машины

без всякого объяснения, а лишь со следующей надписью: «Изобретение И. И. Бехера, благодаря которому можно присоединить к часам, идущим в течение десяти лет или одного года, подвижное устройство, отличающееся естественным принципом движения и созданное умом для сохранения всего существующего в мире без применения разрежения или сгущения воздуха, благодаря чему это устройство может снова наверстать потерянный вес и часы будут ходить до тех пор, пока будет существовать материал, из которого они сделаны».

Указанный рисунок автор любезно оставил мне 2 года назад, когда он решил, что рисунок должен сопровождаться пояснением. Ввиду того, что он этой задаче до сих пор не мог выполнить, ибо наряду с повседневной работой он хотел выпустить еще другие сочинения, я полагаю, что окажу ученому миру услугу, присоединив к своей работе переданный мне остроумным другом проект в простой форме и с очень кратким соответственно такому большому числу частей объяснением...».

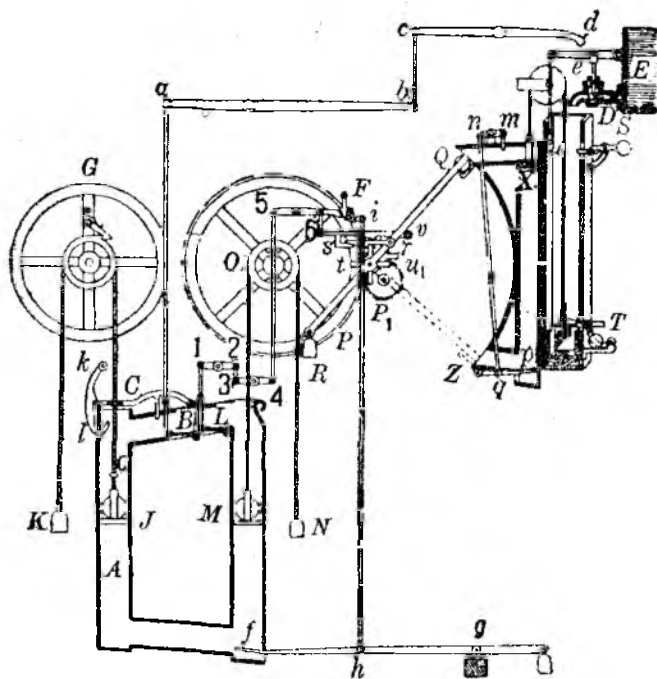


Рис. 421.

Изложение основных принципов, на которых основана конструкция этого аппарата, можно наполовину пропустить. Часовой механизм *G* должен приводиться обычным способом — избытком веса шарика *J* над гирей *K* (рис. 421). Скоба с шаром *J* движется в вертикальной трубе *A* с наклонным вправо дном. Ввиду того, что часы должны ходить по крайней мере в течение года без завода, то надо шары *J* и *M* делать очень тяжелыми, а трубу *A* длинной. Когда шар *J* опускается очень медленно, шар *M* лежит на заслонке *B* в верхней, влево наклоненной, поперечной трубе и удерживается в таком положении ригелем на рычаге *C*. При этом он давит через штанги *Babcd* на вентильный рычаг *e* и держит вентиль *D* закрытым. Скоба шара *M*, которая тяжелее, чем гирька *N*, находится в своем нижнем положении, опускает рычаг *fg* вниз и тянет назад приемный крючок *F* штангой *hi*.

Когда скоба J достигнет своего нижнего положения, то шар катится от него через согнутую внизу вправо поперечную трубу к скобе M , а гирия K тянет пустую скобу J вверх. Близ своего высшего положения он упирается в выступ защелки kl и сдвигает ее вправо, рычаг C с ригелем, задерживающим шар в верхней поперечной трубе, поднимается вверх узлом o на канате, на котором подвешен J , шар в верхней поперечной трубе вследствие этого освобождается, катится к скобе J и его давление на ventиль D прекращается.

Ковш V находится близ своего высшего положения, ибо скоба X тяжелее его, и его верхний край давит на конец u штанги, которая висит на ventильном рычаге e . Как только давление рычага ed на него прекращается, так гирия скобы X поднимает гирию пустого ковша V и ventиля D , этот последний открывается, и из резервуара E течет в ковш V дождевая вода, которая направляется с крыши здания, где стоит аппарат, и собирается в резервуаре E . Когда ковш наполняется, то он опускает рычаг с грузом S вниз, шарнир на конце рычага с грузом T отклоняется, и он упирается в пол своего направляющего канала, вследствие чего ventиль на дне его открывается, и он опорожняется.

Вследствие опускания полного ковша V скоба X с шаром Q поднимается в свое высшее положение, и шар K катится в верхнем, согнутом влево, канале XQ , удерживаясь в нем ригелем m . Когда V опорожняется, то X опускается вниз, опускает рычаг rq и тянет штангой qn и рычагом nm ригель m назад, так что шар Q катится к вилке на конце рычага RQ . Шар тогда опускает конец Q рычага вниз к Z и катится по каналу Zp снова к скобе X . Вследствие опускания X пустой ковш V поднимается, шарнир на конце рычага с грузом S отклоняет его, он упирается в конец штанги u , открывает ventиль D и снова наполняется, в то время как груз R на левом конце рычага RQ опускается, и вилка на другом конце снова поднимается. После этого процесс начинается снова.

Рычаг RQ несет собачку rs . Крестовина tu_1 служит четырехзубчатым заводным колесом, sv — собачка, вращающаяся вокруг неподвижного штифта v . На оси заводного колеса tu_1 насажена цилиндрическая шестерня, захватывающая промежуточное колесо P_1 , захватывающее зубчатое колесо P . При каждом опускании Q в Z оно оборачивается вправо на определенный угол. Канатный шкив C неподвижно соединен с P и поднимает при вращении P вправо груз M (на рисунке Шотта промежуточное колесо пропущено, вследствие чего должно получиться неправильное направление вращения колеса P).

Когда M достигнет своего верхнего положения — причем шар Q становится в низшее положение и начинает катиться к скобе X — и ковш V начинает наполняться, то шар катится от M к скобе L , опускает ее и поднимает штангой L $1, 2, 3, 4, 5, 6, s$, защелку sr и собачку sv , которые удерживаются крючком F в высшем положении, так что канатный шкив O и колесный механизм вращаются назад, а противовес N настолько мал, что пустая скоба M обладает достаточным излишком веса для того, чтобы вызвать обратное движение. Как только храповой передаточный механизм и собачка разъединены, шар катится от заслонки L к заслонке B и снова давит на ventиль D , так что ковш не может совершенно наполниться и опуститься. Когда скоба M опущена, то он опускает рычаг fg вниз и тянет собачку F назад. Вследствие этого зацепка rs и собачка tu_1 освобождаются, и операция начинается сначала.

Хотя сочинения Каспара Шотта содержат больше теоретических выкладок, чем практических конструкций, все же они имеют для машиностроителя много пригодных мыслей и стимулов и значительно способствовали введению в машиностроении автоматического управления.

УКАЗАТЕЛЬ

- А в з о н и й** 146, 174
Автоматическое включение и выключение 291
Автоматический механизм (часовой) 292--293
Аптоматы Ктезибии 14
 — Герона 21, 28--29, 31
 — Турриано 128
А га ф и й 190
Агезистрат 38
Агнистерсион 26
Агонали 280
Агрикола, Г. 6, 67, 77, 81, 82--107, 125, 159, 167, 168, 172, 183, 188, 202, 203, 229, 245, 247, 264, 265
Алеотти 17, 21
Альберт Великий 190, 234, 241
Амальгамирование 81
Амман, Иост 205
Амфириок 42, 166
Амфорика 14
Анизокиклен 41
Антемий из Тралля 190--191
Аполлодор 225, 226
Араго 191, 233
Аристотель 13, 41, 45, 179, 181, 220, 234
Архимед 14, 31, 32, 38, 39, 118, 126, 127, 131, 154, 190
Архит 9, 38
Байер, Иог. М. 231, 276
Баланс (в часах) 116, 265, 291
Балансир 23, 74, 76, 152, 158, 166, 216, 262
Баллиста 53
Бальдо, Бернардо из Урбино 17, 20, 192, 223, 241
Банки кровососные 18, 25, 28, 190
Баузе, Петер 125
Бегуны 81, 172, 203, 263, 266
Безмен 13, 181, 221
Бек, Людвиг 8, 103, 125, 226, 268
Беклер, Г. А. 9, 58, 116, 159, 160, 260, 286
Бекманн, Иог. 8, 9, 50, 120, 146, 159, 213, 214, 225, 226, 227
Белидор 60, 69, 147, 173, 202
Бenedикти (Бенедетти), И. Б. 268
Бероальд, Франсуа 141, 142, 144, 145, 147, 148, 151, 155
Бертело 54, 55
Бессон, Жак 6, 61, 65, 119, 122, 141--155, 159, 172, 174, 185, 205, 206, 207, 212, 220, 243, 245, 256, 269, 270, 291
Беттино, Марио 285
Бехаус, Ф. 83
Бехер, И. 9, 253, 255, 292
Бирингуччо, В. С. 57, 60, 67, 70--81, 82, 101, 109, 158, 174, 246, 262
Бланкан, Жов. 285, 286
Блатнер, Антон 229
Блок сложный 180
Боетий Боодт Анс 281
Бойль, Роб. 287
Борьба с павоцениями 212
Брама 169, 255
Бранка, Джов. 256, 267--271, 280
Бумажная мельница 215, 265
Бур земляной 61, 273, 274
Буссоль 63, 281
Вакуум 17--18, 121
Вал, 13, 32, 45, 12, 275
 — коленчатый 153
Вальтурий, Роб. 54, 61, 62, 131, 132, 133, 145, 180, 187
Вальцовый вал для чеканки монет 268
Варрон 9, 269
Ватерпас 48
Вегетий, Рен. 131, 180
Вейсбах 64, 118, 120, 253, 279, 285, 286
Вентиль конический 66, 167
Вентиляторы 94, 171
Вентиляционные шахты 40, 274
Верантьи, Фауст 11, 61, 67, 241--252, 264, 277
Версдари (Стефан, Г.) 220
Вертел, с приводом грузом 214
 — с приводом дымом 214, 262, 291
 — с приводом пружинной 213, 275
Весы равноплечие 13.
Вибе, Адам 276
Вилькинс 221
Винклер, Фр. Г. 122
Винт 14, 32, 33, 34, 35, 39, 162, 164, 181--182, 201, 206, 274,
 — Архимедов 14, 47--48, 118, 181, 223, 255, 263, 265, 270
 — в качестве двигательного механизма 162
Вителлио 72
Витрувий 14, 15, 16, 22, 37, 38--53,

- 55, 88, 96, 117, 118, 119, 125, 149, 166, 171, 173, 190, 191, 206, 212, 220, 223, 242, 274, 282
- Водолазный колокол 178, 179
- Водолазный шлем 62, 180
- Водоотливная переносная машина 183
- Водоподъемная машина с горизонтальными водяными колесами 87
- Водоподъемное колесо 45—46, 87—88
- Водопроводные трубы, глиняные 99, 40
- свинцовые 39, 40, 125
- чугунные 125
- Водопроводы в древнем Риме 39
- Водоснабжение Аугсбурга в XV—XVI вв. 119
- Толедо в. XVI—XIX вв. 124—140
- Воздуходувка 199
- Воздушная камера пожарного насоса 23, 62, 88
- Волочение проволоки, из железа 80
- из золота и серебра 79—80
- Ворот 41, 42, 55, 79, 84, 175, 201, 221, 270
- зубчатый 182—183
- пневматический 287
- Ворчестер 9, 126, 233, 234, 279
- Высасывание вина из боченка 271
- Гайка 154, 162, 182, 206
- Галилей, 180, 236, 255, 274
- Гальяни 47
- Гарцони, Том 143, 205
- Гауч, Иоанн 275, 286
- Гвозди с гладкими шляпками 72
- Гезихий 226
- Гелль, Петер 214
- Геминус 32.
- Герике, Отто фон 281, 286
- Герлинд, Е. 274, 286
- Гермодор 31.
- Герон Старший 13—20, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 49, 50, 55, 116, 160, 175, 180, 190, 192, 193, 197, 199, 220, 223, 225, 227, 235, 230, 241, 255
- Герцфельд 9
- Глобус 31, 32
- Гончарный станок 13.
- Грабли для очистки дна 196, 252
- Гребное колесо 62
- Грессе, Жан 141
- Греческий огонь 54
- Грете, Г. 9, 62, 67
- Гук, Роберт 155, 290
- Гутенберг 207
- Гюйгенс 9, 274
- Даннер, Леон. 207
- Демокл 38
- Диад 38
- Диодор, Сицилийский 118
- Дпркс, Г. 196
- Диск вращающийся 15
- Дифил 38
- Домкрат рычажной 253, 258, 259
- Дребелль, Корнелий 272, 275, 276
- Долпельмайер, Ж. Г. 207, 214, 275
- Дорога канатная 184, 251, 276
- Дрель 204
- Дюринг, Евгений 181
- Дюрер, Альбр. 72
- Жаровая труба 29
- Жатва 246
- Желоб качающийся 172, 217
- Жесть 215
- Засбах, Конрад 207
- Захваты водяные 153, 187, 277
- Зацепление, внутреннее 160, 216
- цевочное 26, 101
- Зейгирование меди 73, 107
- Землечерпалка 187, 188, 277
- Зенон 190—191
- Иорге 125, 126, 137
- Исидор Испанский 226
- Испарение, определение 196
- Кабестан 36, 42, 270
- Кабеус, Николай 285
- Кавалерио, Буонав. 278, 279
- Каландр 13, 45, 148, 206, 265
- Калорическая машина 21, 24
- Каналы деревянные, каменные 202
- Карг, Леопольд 119
- Кардан(о), Иероним 6, 41, 86, 108—122, 127, 139, 150, 154, 165, 166, 171, 172, 173, 203, 204, 220, 235, 243, 247, 256, 257, 258, 263, 264
- Карион 16, 19, 20
- Кармарш 207, 208
- Карно 236
- Карп Антиохский 38
- Катапульта 31, 41, 47, 51—52
- Кесслер, Франц 276
- Кехли 52
- Кирка 83
- Кирхер Афанасий 241, 253, 255, 256, 278, 279, 280, 281
- Кланан, конический 27, 49
- откидной 20—21
- поплавокный 27
- регулирующийся (вод. часов) 15, 16
- Клещи 13, 80
- Клин 13, 32, 35, 172, 181, 274
- Клиновстрем 8
- Косаломонде 121, 233—240, 280
- Ковш автоматический 279—281, 283—284, 288—289
- Ковши бронзовые 46, 88
- Коклеус, Иоганн 214
- Колесо ветряное 30, 65, 122, 153, 159, 172, 242, 276
- водяное, барабанное 46, 60, 74
- верхнебойное 67, 99, 159, 173, 202, 237, 264
- горизонтальное 147, 244, 269, 291
- подливное 67, 99, 159, 171, 202, 264
- лопастное 62, 67, 87
- спиральное 285
- червячное или винтовое 14

- Колесо зубчатое 13, 14, 26, 33, 34, 46, 47
 — с коническими зубцами 34, 59, 160, 167, 201, 206, 265
 — зубчатое цилиндрическое 160, 214, 237, 245
 Колесо Ла-файя 285
 Колесо молитвенное 24
 Колесо Пельтона 286
 Колесо ступальное, горизонтальное 46, 48, 76, 85, 159, 229, 246, 264, 265
 — наклонное 159, 203
 Коловоротный механизм 253, 255, 278—279
 Колодец с журавлем 13, 65, 66, 172
 Колодец амстердамский 273, 277
 Колокола в XVI в. 72
 Колосники 28
 Коммандино, Ф. 17, 160, 192
 Конденсация пара 234—235
 Копер для забивки свай 61, 68, 185—186, 221, 268
 Копер молотообразный 146, 147
 Корчевание пней 221
 Котел водяной, Герона 24—29
 — паровой 28—29
 — корнваллийский 29
 Котен, Хуан 125, 126, 127
 Кран (водяной) 269
 Крановой затвор 24
 Краны для опускания грузов 56
 Краны регулирования 16
 Краны, поворотные 43, 44, 55, 56, 63, 104—106, 149, 150, 155, 175, 212
 — одноножные, двуножные, треножные и четвероножные 36—37, 55
 — четырехходовые 24, 29
 Кресло самодвижущееся 275
 Кривошип 13, 59, 74, 76, 84, 89, 93, 153, 158, 165, 166, 187, 221, 222, 262, 263, 268
 Кручение канатов, станок для 252
 Кручение шелка 210
 Ктезибий 14—16, 2, 30, 38, 40, 49, 109, 116, 125, 199, 225, 255, 273
 Кузница 174, 231, 262
 Кулиса прямоугольная вращающаяся 216
 Лар 50, 155, 256, 270
 Лампа масляная 257, 271
 Лампа неопрокидывающаяся 257, 258
 Латунь 73, 207, 221, 222, 223, 224
 Лафайе 285
 Лебедка 221
 Ледорез 242
 Лейбниц 286
 Лейрехон, Иоганн 8, 9, 11, 253—259, 278
 Леклерк 253, 255
 Лесопилка 145—146, 174, 207, 229, 239, 265
 Лестницы складные 131, 132, 145, 188
 Леупольд 108, 153, 175, 253
 Литейное дело 72, 73, 143, 205
 Лом 83
 Лорини, Буонаюто 6, 57, 147, 176—188, 192, 236, 252, 264, 268, 277
 Лук 51—52
 Магдебургские полусарня 281
 Магнитная игла 281
 Марини 44, 47
 Мариан, Якоб 54, 67, 203, 216, 226
 Маркс, К. 7, 8, 9, 10
 Матчосси 10
 Маховик 55, 58, 61, 84, 147, 184, 187, 205, 229, 245, 264, 268
 Машина, понятие в древности 40, 41
 Машина, Аугсбургская 119, 139, 171, 263
 Мадукэди 70
 Маятник 144, 152, 185, 262
 Мельница, амальгамированная 101, 158, 246, 262
 Мельница вальцевая 173
 Мельница ветряная, немецкая 59, 122, 166, 243—244
 — голландская 122, 159, 262
 Мельница, водяная 38, 46, 47, 60, 173; 244, 245, 262, 265
 — дробильная 204, 246, 266
 — корабельная 202, 245
 — мукомольная для ручного привода 58, 60, 158, 173, 187, 247, 262
 — ручная 47, 57, 58
 — для конного привода 59, 68, 203, 204, 229
 — «ослиная» 47, 173, 245
 — передвижная 212
 — переносная 127—128, 242, 262
 — плывучая 202
 — ручная для золотоносной руды 100, 247, 264.
 — для размола древесного угля 211
 — масляная 231
 — для размола горчицы 100, 264
 — для приготовления типографской краски 264
 Меркель, Курт 250
 Мерсенн, М. 9, 236, 272—274, 277
 Метакен 44, 45
 Метательная машина 175
 Мех, воздуходувный 67, 73—77, 102—103, 109, 174, 216, 262
 — цилиндрический 197—198, 270
 Мехи для проветривания шахт 96
 Механика, в древности 31, 32
 — в XVI в. 180, 241
 Механизм криволинейного скольжения 164, 165
 Мешки кожаные для подъема воды 84, 87
 Митц, Иеремиа 287, 288
 Мишо 157, 213, 233, 241, 261
 Модели машины 180, 192, 268
 Мол 178
 Молот, железный 103, 104, 231, 262
 — свободно падающий 107, 187
 Молот шахтера 83
 Молотилка 276
 Молотьба 276
 Монтонь 214
 Морланд 256
 Мост всякий, канатный 250
 — понтонный переносный 175, 188
 — каменный на быках 248

- Мост металлический (из бронзы) 248, 249
 — цепной 249
 Музыкальный ящик 276
 М ю н с т е р, С е б а с т и а н 115
- Наклонной плоскости теория** 32, 217, 274
 Нарезка винтов 34, 36, 142
 Насос водяной 88—90, 167, 168, 185, 217, 222, 236, 237, 239, 264, 273, 283
 — Брама 169, 253, 255
 — двухцилиндровый 49, 89, 152, 161, 163, 216, 262, 265, 266
 — четырехцилиндровый 161, 263
 — с полным поршнем 68, 117, 167
 — с кольцеобразным цилиндром 168
 — поршневой горизонтальный 88, 153
 — с вращающимися поршнями 169—170
 — с качающимися поршнями 162, 216
 — с плунжером для небольшой высоты подъема 66, 281
 — ротационный Дипа 279
 — центробежный 285—286
- Насосная установка описанная Агриколой 90—91
 Насосная установка Дж. Турриано 129—139
 Насос гидравлично-пневматический 287—288
 Насос пожарный 199, 239
 Насос пожарный в древнем Риме 117, 225—228
 — Ктезибия 22—23, 49, 117
 — в Германии XVI и XVII вв. 223—224, 227
 — Бессона 154
 — Гауча 286
- Насос судовой Б. Брамбиллы 117, 118
 — с глухим поршнем 216
- Нивеллир 39
 Н и м ф о д о р 38
 «Нюрнберские ножницы» 132, 133, 144, 145, 146
- Нория 65, 68, 69, 85—86, 91—94, 153, 171, 172, 174, 184, 185, 206, 221, 262, 263, 264, 270
- Обточка некруглых предметов 143
 Органы водяные 14, 30, 49, 50, 199, 239, 270
 Орудие, заряжающееся с казенной части 176—178
 Орудия военные 57, 62, 63, 72, 77—79, 182
 Оси скрещенные 26, 101
- П а п п и Д.** 274—286
Р а п е т о г е 243
П а п п А л е к с а н д р и й с к и й 31—37, 154, 180, 181
- Парают 251
 Паровая машина, Бранка 207
 — маркиза Ворчестера 126, 127, 233, 279
 — С. де Ко 191, 197, 233, 235
 — Савари 291
 Паровая пушка 190
 Патрубок 269
- Передача, канатная 42, 110, 166, 237, 264
 — зубчатая колесная 26, 33, 47, 58, 59, 86, 110
 — рычажная 174, 182, 262
 — цепная 166
- Передача движения с горизонтального на вертикальное 26
 Перемещение груза на поверхности 36, 44, 45, 68, 148, 150
 Перитрохлон 42, 166
 П е р о 47
 Perpetuum mobile 65, 174, 217, 264, 272, 285
 П е т е р с Т. 12
 Печь, для плавки железа 73, 103
 — для плавки серебра 101, 102
 Печь Кессслера 276
 Пивоваренный завод 282, 284
 Пила для распиливания камней 174
 П е р е р 21, 29, 47
 П и р р 38
 Pileas 28
 П и ф а г о р 49
 Плавательный пояс 251
 П л а т о н 13, 38
 П л и н и й Мл. 225, 227
 П л и н и й Ст. 116, 120, 150, 206
 Плуг 41
 П л у т а р х 14, 126
 Поездка самодвижущая 269, 275
 Поездка, Гауча 275
 — Гусситов 62
 — на парусах 220, 221
 Поездка 46
 Подъем сосудов 154
 — груза 32, 33 и др.
- Подъемная машина 41, 42, 56, 57, 63, 64, 65, 69, 116, 145, 149, 150, 151, 174, 175, 180, 183, 201, 218, 222, 270
 Подъемник ковшевой, см. норпа
 Подшипник 87
 П о л и д и й 38
 Полиспаст 13, 31, 35, 43, 55, 158, 172, 175
 П о п п е И. Х. М. 8, 9, 116, 120, 203, 207, 214, 220, 283
- Пороха приготовление 73
 Пороховая мельница 60, 81, 188, 212
 П о р т а Джамбатиста делла 6, 11, 189—199, 234, 235, 240, 270, 279
- Поршень пружинный 154
 Прачечная 205
 Пресс винтовой для текстильн. изделий 205
 Прессы, для масла 38, 41, 64, 116, 206, 236, 246
 — виноградные 150, 206, 246
 — типографские 206, 210, 232
- Привод канатный 204, 232, 237, 265
 — мененный 210, 232
 — конный вертикальный 201
 — нескольких станков от одного двигателя 77, 101, 209, 265
- Прилив и отлив воды, использование их 69, 245
 Принцип возможных скоростей 181, 236
 Прокатные вальцы для листового олова 211, 240

- Прокатный стан 268
 — для оконного стекла 210
 Пропорциональных чисел, метод 47—48, 51—52
 Просеивалки 120—122, 174, 202, 203, 247, 263, 282
 Противовес 2, 23, 74
 Прохита 19
 Птицы поющие, Герона 22, 26, 29, 238, 239
 Пульт читальный. механический 175
 Пэоний 45
 Пять «сил» древних 13, 34, 35, 180, 236

 Разборка стены, способ 221
 Рамелли, Агостино 6, 57, 65, 66, 123, 124, 131, 133, 135, 139, 156—175, 202, 203, 212, 216, 220, 229, 237, 242, 246, 261, 262, 265
 Расширение пара 28, 190
 Рафинирование золота и серебра 73
 Ребер Фр. 14, 8, 44, 46, 47, 50, 51, 52
 Регулировочный кран 26, 27
 Редтенбахер 48
 Резец токарный 22
 Рельсы деревянные 83, 183
 Реомюр 73
 Риберо, Диэго 125
 Ривий Гв. 122, 152, 180, 219, 220, 242.
 Ридлер 12
 Рисунки времен гусситских войн 6, 11, 54—69, 118, 122, 147, 148, 171, 180, 202, 203, 212, 225, 245, 251, 277
 Рих, Антон 246
 Родэ 17
 Ролики 22
 — антифрикционные 44, 65, 107, 152, 216, 223
 Рубис, Галеаццо Д. 118, 119
 Рудольф П. имп. 281
 Руль 13
 Рустов 52
 Рюльман 61, 122, 147, 217, 242, 244
 Рычаг 13, 23, 30, 32, 35, 41, 180, 181, 217, 221
 Рэло 7, 58, 84, 108, 140, 157, 165, 170, 171, 180, 253, 256, 279

 Сакко, Бернардо 127
 Салазки 36
 Самопрялка 276
 Сверло 78—79
 Сита сортировочные для руды 99
 Сито, для муки 120, 282
 — вращающееся цилиндрическое 283
 Сифон 18, 19, 21, 22, 191—195, 198, 199, 226, 235
 Скапи, Бартоломео 214
 «Скорпион» 41
 Слуховые трубки 256
 «Собака» 83—84, 183
 Сообщающиеся сосуды 21
 Солнечное тепло в качестве двигателя 238
 Соляные копи 71
 Стали производства 73

 Станок токарный 41, 45, 126, 205, 219
 — винторезный 144
 — сверлильный для труб 61, 239, 266
 — для орудий 77—79
 — для нарезки напильника 126
 — для обмотки некруглых предметов 143
 — для шлифовки драгоценных камней 62
 Стевин 227
 Страда, Якоб де 58, 116, 160, 260—266
 — Октавий де 260, 261, 271
 Стрельба ночью по цели 175
 Судно, идущее против течения 251
 — с открытым дном 252
 Судно, подводное 272
 — колесное 276—277
 Судно, движение вверх по реке помощью течения 67
 Сукуновальня 205, 215, 230, 265
 Суффлятор 190, 234, 267
 Тайсниер, Иог. 179
 Таргане, Помпео 212

 Тележка для транспортирования земли 183—184
 Теофил 9.
 Текстильная машина 268
 Тпбурель Фр. 259
 Ткацкие инструменты 41
 Ткацкий станок 205—276
 Толочка для валяния сукон 147
 Толочка. мокрая 97, 98, 99
 — сухая 65, 97, 98, 212, 263, 265
 Топка парового котла 29
 Топор 13
 Торичелли 19, 287
 Тормоз ленточный 56, 167
 — с колодками 86, 93, 167
 Трансмиссия, см. Привод.
 Тральная машина 269
 Тростильный станок 207, 210
 Трубопровод из кожаных рукавов 270
 Трубы, колодезные деревянные 223
 — глиняные 196
 — медные 196
 — свинцовые 196
 — чугунные 196, 223
 Трубы Галлоуэя 29
 Трубы Фильда 29
 Туррианно, Дж. 6, 11, 123—140, 172

 Уатт Дж. 8, 10
 Убальди, Гвидо 180, 181
 Указатель уровня воды в Зумпфе 92
 Универсальное шарнирное соединение 155, 256, 290

 Фаульхабер 9
 Фельбер, Ганс 119
 Фельдхаус, Ф. М. 8, 9, 10
 Филон 9, 38
 Финей, Оронтий 115

- Финучий Иер 280, 83
 Фонтан 27, 39, 240
 Фонтана, Доменико 10, 150, 270
 Формовка 72, 73
 Фроггин, Секст 10
 Фургоны 41
- Харит 38
 Харштерффер Г. Ф. 8, 9, 251, 275—
 277, 286
 Хеерен 207, 208
 Хейде ван-дер, Ян 227, 229
 Херсифрон 44
 Химия в XVI в. 72, 73, 83
 Хлеб, средство сохранять долго 242
 Холл 171
 Хоробат 39, 52, 220
 Храповое колесо с собачкой 165
 Храповой передаточный механизм 151, 164,
 174, 185, 187
 Х-эйдж, Ральф 125
- Цедлер 241, 254, 260, 267, 272
 Цейзинг, Генрих 9, 159, 160, 219—
 232
 Центрифуга 13, 254
 Цепи 46, 88, 166, 183
 — бесконечная 158, 167
 Циркуль, пропорциональный 142
 — спиральный 142
 Циферблат 15
 Цонка, Витторрио 11, 173, 200—
 218, 220, 229, 230, 232, 265
- Часы астрономические—Турриано 126—
 128 (220)
 — водяные 14, 17, 31, 30, 238, 242, 251
 — карманные 116, 220, 289—290
 — в кольцах и пуговицах 220
 — переносные 214
 — солнечные 15, 31, 40, 212
- Часов правило изготовления Кардана 115
 Чеканка монет 73, 268
 Черпаковая машина, см. юрия
 Число оборотов жерновов 173, 202
- Шагомер 50, 281, 282
 Шар Герона 18, 20, 28, 191, 193, 196, 197,
 234, 237
 Швендер, Дан 253, 254, 255, 258, 259
 Швеллинг 221
 Шлифованные круги 204
 Шлифовка драгоценных камней 62, 166, 204
 — мрамора 144
 — металлов 231, 232, 264, 265
 Шлюз 69, 202, 217
 Шлюзовые ворота 217
 Шнейдер 47
 Шотт, Каспар 8, 10, 11, 183, 241,
 253, 254, 255, 278—293
 Шпиндель 184, 207, 208, 239
 Шнуля 276
 Штеттен, П. 119, 145, 149, 204, 205,
 229
 Шток шарнирный 23, п др.
- Щит подвижной 62
- Эллипсограф 142
 Эванс, Олпвер 283
 Энгельс Фр. 7
 Эне, Каспар 254
 Эолипил 190, 191
 Эскозура и Маррог, Дделя
 123—140
- Юль 171
- Ярмо 41
 Ячменя толчение 247, 264

Державин
 НАУКОВА БИБЛИОТЕКА
 им. Короленко, Харків

№ 34/722
 19/16/2-043

873344

Редакционную работу по этой книге провел В. И. Коштов. Издание оформила В. Ф. Зазульская. Корректуру держала Н. С. Ширяева. Наблюдал за выпуском В. М. Ефремов. Рукопись едала в производство 13/II 1933 г., листы подписаны к печати 8/IX 1933 г., в количестве 5000 экз., на бумаге формата 72×105, количество печатных знаков в листе 46592, листов 187, заказ № 2089, ГТТИ № 5, Левгорлит № 23631.

4-я типография ОПТИ НКТП СССР „Красный Печатник“. Ленинград, Международный пр., 75а.