

~~541-18~~
~~11-57II~~

Проф. К. КОДРОН

ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

II



621.7.018.2 К. КОДРОН

R57. X

ДЕП

БИБЛИОТЕКА
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР
Минск, Инст. Инжен. Тран.
199-78
678
590

ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Минск, Абд. Кон.
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР
199-78
678
590

ТОМ II

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

46084

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

ПЕРЕВОД СО ВТОРОГО
ФРАНЦУЗСКОГО ИЗДАНИЯ
С. И. СВИЦКОГО

ПО РЕДАКЦИЕЙ
ПРОФ. А. В. ПАНКИНА

1989 12 108

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР



Минская областная
научно-техническая
библиотека БССР

БИБЛИОТЕКА
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР
ИНВ. 300-10-108-78
678
590

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
МОНСКОЕ НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСТВО
„МАКИ“ 1929

326 6-50

37-193
978-7

E. CODRON
PROCÉDÉS DE FORGEAGE
DANS L'INDUSTRIE

Главлит № А 29088.

тираж 5000—21 экз.

Заказ № 1841.

Государственная типография им. Е. Соколовой, Ленинград, пр. Кр. Командиров. 29.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Производственные процессы горячей обработки металлов.

Процессы образования формы изделий зависят от самой формы этих изделий, их размеров и масштаба производства.

Изделия небольших размеров далеко не всегда можно дешево получить теми процессами, которыми пользуются для производства геометрически подобных изделий больших размеров. Так, например, крупные изделия бывает выгоднее сваривать из нескольких частей, тогда как более мелкие гораздо проще выделывать из одного куска металла.

Более или менее сложные формы изделий приводят также к многочисленным комбинациям несколько отличных друг от друга процессов. Надо признать, что единственно чем можно руководствоваться в этом вопросе, это только опытом. Если требуется изготовить изделие, значительно отличающееся от фабрикатов, производство которых уже разработано, то при серийном производстве необходимо произвести ряд опытных операций. Только таким путем возможно правильно рассчитать работу инструментов и изготовить соответствующие, наиболее выгодные для данного производства приспособления.

Довольно трудно классифицировать специальные производственные процессы, основываясь на одних лишь свойствах инструментов.

Мы рассмотрим сперва производство изделий простейшей формы, которые можно рассматривать как полуфабрикаты, имеющие определенное назначение. К этого рода изделиям относятся: болванки, сортовое железо, профили, проволоки и листы.

Коснемся слегка производства различных болтовых и заклепочных соединений, как-то: гвоздей, шпилек, крюков, скоб, колец, заклепок, шпонок, винтов и болтов.

Затем рассмотрим очень важную отрасль промышленности, а именно производство различных деталей машин, как, например:

Жестких деталей: осей, валов, рычагов, направляющих, рельс, колес.

Гибких или тяговых деталей: канатов, цепей, рессор, пружин.

Изделий для жидкостей, работающих под давлением: труб, сосудов, цилиндров, поршней.

Наконец, рассмотрим производство некоторых военных изделий.

ГЛАВА I.

Обработка отливок и пакетов.

Промышленные металлы обычно добываются из руд, первичная обработка которых дает более или менее губчатые массы или недостаточно однородные слитки. Иногда массу металла образуют из обрезков, которые соединяют в одно целое, сваривая вместе в грубую болванку. Вследствие этого первая механическая обработка металла заключается в улучшении его качеств путем сильного сжатия под прессом или под ударами молота и сопровождается вытяжкой и приданием металлу формы болванки.

Обычно литые металлы, которые должны затем подвергаться проковке, как, например, медь, свинец, железо, сталь и другие, отливаются в открытых чугунных или железных изложницах, низкая температура которых вызывает быстрое охлаждение наружных частей отливки. Эта часть отливки затвердевает в то время, когда центральная часть ее остается еще в жидком состоянии. Распространение охлаждения от наружных частей к внутренним вызывает усадочную раковину, пустоты или каверны на небольшом расстоянии от поверхности, вследствие замедления в усадке внутренних частей металла и выделения газов, грубую кристаллическую структуру и неоднородность металла по оси болванки. Все эти недостатки или предупреждают, или же устраняют прессованием или ковкой ударами.

Что касается производства сварочного железа, то необходимость сваривать между собой многочисленные наложенные друг на друга и перекрещивающиеся бруски так, чтобы получить болванки достаточного качества, является большим препятствием для изготовления крупных изделий. Затруднения особенно значительны в тех случаях, когда изделия обладают сложными профилями отчего приходится подвергать материал таким деформациям, которым он поддается только с трудом. Иногда приходится встречаться даже с невозможностью производства, и очень часто, если сварка производилась в неблагоприятных условиях, изделия получаются неудовлетворительного качества. Кроме того, трудность сварки металла находится в обратной зависимости от его качества. Таким образом, выделка изделий, которые должны обладать большим сопротивлением разрыву, оказывается очень затруднительной, так как соответствующий металл плохо сваривается и ему чрезвычайно трудно придать достаточную однородность.

Сварочное железо в настоящее время все больше и больше уступает свое место литому железу и мягкой стали ¹⁾.

¹⁾ Мировое производство в 1914 г. достигало 40 000 000 тонн железа и такого же количества стали. В 1916 г. производство стали в Северо-Американских С. Ш. достигло 41 000 000 тонн. В настоящее время мировое производство железа достигает 100 000 000 тонн.

Из этих металлов можно получать болванки, формы которых очень близки к формам изделий, путем отливки их в изложницах. Болванки затем прессуют и прокатывают до окончательных размеров в прокатном стане¹⁾.

Таким образом, фасонной отливкой чрезвычайно облегчается прокатка, дающая пропорциональную вытяжку изделий. Прокатка сложных профилей из болванок прямоугольного сечения представляет значительно большие затруднения.

При отливке болванок отпадает сварка и вместе с тем улучшается качество металла, в особенности же его однородность.

Путем отливки болванок можно получать прокаткой изделия значительно больших размеров. Точно так же из отливок можно изготовлять целый ряд полых изделий, которые невозможно получить обычными процессами из сварочного железа. Эти полые изделия прокатывают на оправке, пропускаемой через прокатный стан одновременно с изделием, или на неподвижной оправке, установленной между валками.

Прокатные оправки делаются самой разнообразной формы, зависящей от внутренних профилей изделий.

На рис. 1 изображены различные типы отливок и изделий, которые можно получать из них прокатными процессами. Подобными процессами, к сожалению, до сих пор еще мало пользуются.

Стальные болванки обычно отливают в железных или чугунных изложницах с более или менее толстыми стенками. Отливки вынимают из изложниц, после того как они достаточно затвердеют, и охлаждают

кладя на землю. Иногда болванки вынимают из изложниц лишь спустя 24 или 48 часов после отливки, или же сразу после отливки и тотчас же помещают в нагревательную печь или в томильный колодец для замедления охлаждения. Колодец отапливают газом по желанию непрерывно или с перерывами.

Спустя 25—40 минут пребывания отливки в колодце, болванку вынимают и подают к машинам-орудиям для дальнейшей обработки. Колодцы представляют собой вертикальные печи, отапливаемые генераторным газом. Их ячейки, устроенные бок о бок, закрываются крышками.

На рис. 2 изображен электрический мостовой кран для загрузки отливок в печь и для выгрузки их оттуда. Крышку печи поднимают специальным рычагом, отливку захватывают храпом и подвешивают к балке, имеющей вертикальное перемещение и могущей поворачиваться во всех направлениях. Устройство храпа изображено на рис. 3. Храп захватывает изложницу за оба уха, после чего центральный

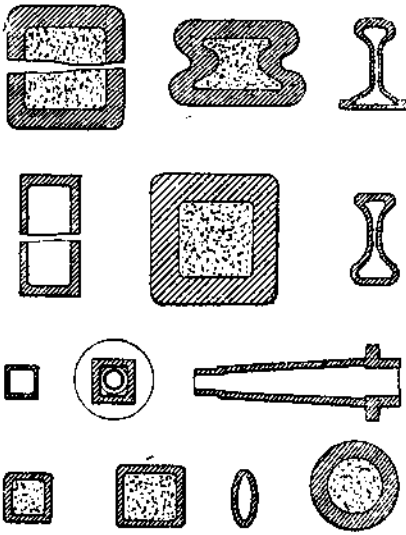


Рис. 1.

¹⁾ Такое применение профилированных отливок для изготовления различного железа, труб и т. п. было впервые предложено на заводе Compagnie des forges de Terre-Noire, la Voulte et Bességes. Патент 11 августа 1861 г., 14 марта 1866 г., 23 июля 1866 г.

поршень нажимает на отливку и выталкивает ее из изложницы. Болванку вслед затем захватывают храпом, как показано на рис. 4, и переносят в печь для подогрева.

Немедленный нагрев отливки способствует уравниванию внутренних напряжений, происходящих от неравномерного охлаждения, способствует достижению равномерной температуры и предупреждает слишком крупную кристаллизацию центральной части. Подогрев точно так же уменьшает каверны, усадочные раковины, свищи, происходящие от быстрого охлаждения, в особенности крупных отливок, весом от 50 до 100 и более тонн¹⁾.

Наилучшие сечения отливок — это прямоугольные, квадратные или восьмигранные, которые лучше других поддаются первому воздействию инструментов, нежели цилиндрическая или коническая формы. Тем не менее крупные прессованные болванки отливают цилиндрическими или конической формы, во избежание образования

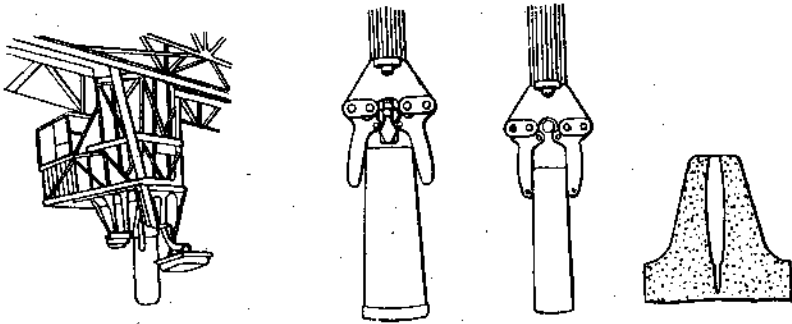


Рис. 2—5.

зон с меньшим сопротивлением материала, образующихся при охлаждении многогранных отливок. Наружные плоские поверхности отливки всегда несколько оседают, так как они оттягиваются к центру изделия при усадке его вследствие охлаждения. Если охлаждение поверхности болванки происходит быстро, то верхний слой металла оказывает сильное сопротивление смещению металла, вследствие чего развивается сильное напряжение. Если температура металла при этом проходит через критический период текучести, то происходит центральный разрыв или получаются продольные трещины, одинаковые с теми, которые происходят в дереве при быстрой его сушке. Усадка в центре отливки вызывает образование пустот и так называемой усадочной раковины в верхней части отливки (рис. 5). В большинстве случаев такой конец отливки приходится отрезать, при чем этот отрезок представляет весьма значительную потерю. Появление усадочной раковины предупреждается тем, что в верхней части болванки устраивают прилив и заполняют образующуюся пустоту в конце отливки. Точно также иногда добавляют термита, поддерживающего высокую температуру плавления в верхней части болванки. Объем прилива должен равняться от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{6}$ объема отливки. Отсюда видно, что всегда выгоднее предупредить образование раковины путем сильного прессования отливки.

¹⁾ Вифлемский сталелитейный завод представил на выставку в Чикаго в 1893 году цилиндрическую болванку из мартеновской стали длиной 4,5 метра, диаметром 1,350 метра, а также литую болванку для броневой плиты высотой 5,40 метра, шириной 2,55 метра, толщиной 1,30 метра и весом 113 тонн.

Усадочная раковина тем меньше, чем меньше сечение отливки, чем длиннее последняя, а также чем ниже температура металла и чем медленнее заливается форма, как, например, при отливке крупных стальных болванок из тиглей. Металл в этом случае охлаждается равномернее и постепеннее по всей его высоте, и сердцевина отливки заполняется по мере выливания содержания тиглей.

Таким образом, отношение сечения отливки к окончательному сечению изделия после обжима надо доводить до минимального значения. Однако, всего лучше отливать длинные, а не короткие болванки, при чем отливать их следует медленно, а отнюдь не быстро.

Не следует также упускать из вида, что углеродистый сплав железа (впрочем как и все стальные сплавы) при медленном охлаждении образует зоны с разными химическими составами металла. Это явление называется ликвацией или сегрегацией составных частей.

Металл тем менее однороден, чем больше толщина болванки и чем больше металл сосредоточивается в сердцевине, где он обладает грубой структурой с более или менее значительными критическими гранулами.

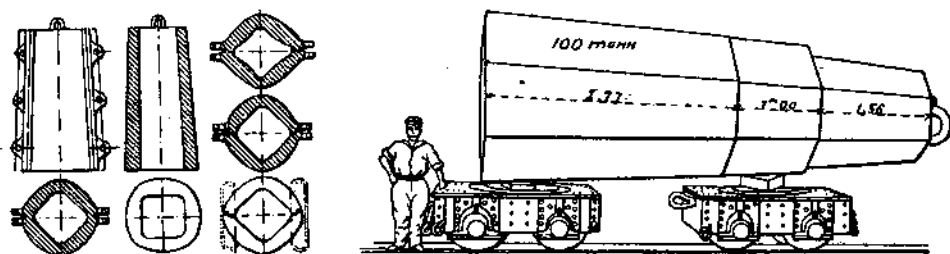


Рис. 6—7.

При добавлении в изложницу при отливке металла 60 граммов алюминия на тонну стали получается металл, обладающий только легкой сегрегацией без пустот, но усадочная раковина распространяется все еще приблизительно на одну треть высоты болванки.

Отливки рекомендуют вынимать из нагревательных колодцев до полного затвердения центральной части и прокатывать на стане при температуре около 1200°, чтобы несколько уменьшить их сечение. Затем болванки возвращают в колодец, где они остаются до полного затвердевания. Последующая прокатка на блюминге, если она не сопровождается чрезмерной вытяжкой, дает здоровые отливки по всей длине. Головка отливки лучше спрессовывается с боков под давлением от 200 до 500 кг/см², поддерживая это давление до полного затвердевания металла.

Точно так же рекомендуют пользоваться изложницами с большим верхним основанием, стенки которых постепенно утоньшаются от основания к вершине. В той изложнице охлаждение нижних и средних частей металла происходит очень быстро и замедляется к ее вершине.

Изложницы делают из одной или двух частей (рис. 6), соединяемых болтами или кольцами для облегчения вынимания отливок. Отношение веса изложницы к весу отливки сильно колеблется, а именно от 1/2 до 2—3 весов отливки, в зависимости от способа ее использования.

Если отливка имеет волосовины, трещины и другие поверхностные местные недостатки, то последние удаляют ручными или пневматическими зубилами, чтобы получить гладкую поверхность и предупредить

дальнейшее распространение этих дефектов при последующей обработке. Эти нарушения непрерывности строения металла нельзя исправить даже сваркой, так как последняя часто бывает невыполнимой, вследствие окисления свариваемых поверхностей.

Для облегчения манипуляций с крупными отливками в верхний конец во время отливки впаляют скобу из круглого железа, выступающую из отливки на столько, чтобы за нее можно было заложить крюк подъемного приспособления, как то показано на рис. 7. На этом рисунке изображена болванка весом свыше 100 тонн, высотой 4,6 метра и со средним диаметром в 1,50 метра.

На рис. 8 изображен подъем крупной цилиндрической отливки, захваченной прочными скобами, соединенными с подъемным краном.

Для извлечения отливок из изложниц на многих американских сталелитейных заводах пользуются двумя гидравлическими прессами с вертикальными, поставленными друг над другом, цилиндрами, соединенными сильными стальными станинами.

Верхний цилиндр имеет, например, диаметр 400 мм и ход поршня 1000 мм, а нижний цилиндр диаметр от 700 мм до 800 мм и ход поршня 300 мм. Между этими двумя цилиндрами останавливается тележка с тремя заполненными изложницами, поставленными вертикально.

Каждую изложницу подводят на вертикальную ось обоих поршней. Затем опускают верхний поршень, прекращая действующее на него снизу гидравлическое давление до тех пор, пока ныряло не коснется головки отливки. В этот момент вода, поступающая без давления поверх поршня, задерживается в цилиндре. Поддерживая таким образом отливку, приводят в действие нижний поршень, развивающий усилие от 100 000 до 150 000 кг и поднимающий стол, на котором стоит изложница, но не самую отливку, которая выходит таким образом из изложницы. Изложницы забирают подъемными кранами, тогда как другие краны забирают отливки и переносят их или в нагревательную печь, или под молот, или к прокатным станам для прокатки в бумы.

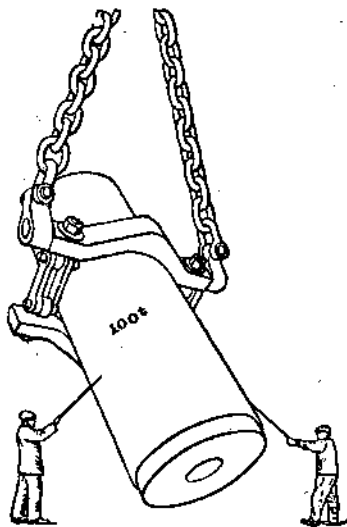


Рис. 8.

Прессование болванок в жидком и тестообразном состоянии.

Целый ряд металлургических заводов применяет прессование в жидком или тестообразном состоянии под гидравлическим прессом медных, бронзовых, латунных, железных и стальных отливок¹⁾. До 1860 г. предлагали прессовать сталь в формах, но результаты оказались неудовлетворительными. Около этого времени Витворт начал применять стальные изложницы, подвергая таким образом расплавленную сталь очень сильным давлениям посредством поршней гидравлических прессов.

¹⁾ Уже давно медь перед затвердеванием подвергают некоторому давлению для придания металлу мелкозернистой структуры. Такой способ применяют при отливке ситценабивных валов.

На рис. 9—12 изображены разрезы форм, служащих для отливки болванок. Форма *B* представляет собой цилиндр из литой стали с легким внутренним наклоном стенок, равным $\frac{1}{50}$. Части *C*—представляют чугунные сегменты с небольшими продольными и поперечными насечками на скошенных стенках для облегчения выхода газов. Внутренние поверхности формы покрывают глиной с соломенной сечкой. К цилиндру *B* внизу укреплены винтами крышка *D*. В этой крышке устроено углубление, соответствующее внутреннему размеру формы, в котором пригнан поршень *F*, укрепленный к нырялю *I* поршня гидравлического пресса. Форма *B* поддерживается на поршне *F* винтами трения. По мере развития давления на поршень *F*, последний преодолевает трение, развиваемое винтами, и проходит в форму *B*, нажимая на жидкий металл.

Поверхность *H* точно так же покрыта глиной, смешанной с соломенной сечкой.

После того как железо или сталь налиты в форму, на жидкий металл быстро опускают верхний поршень *F'* и прижимают его

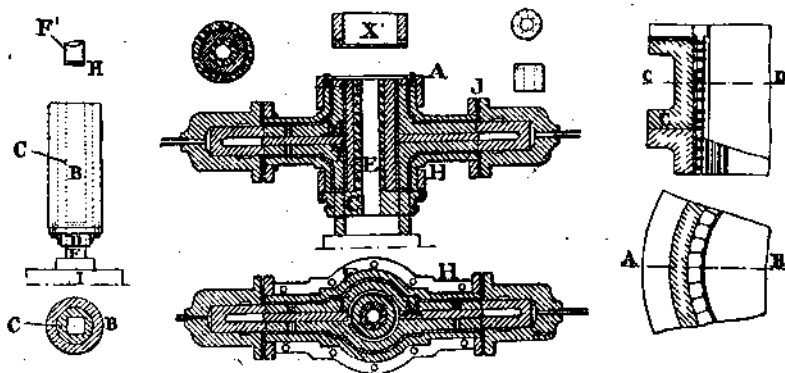


Рис. 9—12.

Одновременно приводят в движение ныряло *I* пресса, вследствие чего поршень *F* проникает в форму.

По достижении определенного давления форму и содержащийся в ней металл оставляют в покое до полного затвердевания, или же вынимают отливку и медленно охлаждают ее в печи.

Для прессования полых изделий с небольшим внутренним диаметром в них вводят сердечники из ковкого железа, а поршни *F* делают полыми.

На рис. 10 и 11 изображена форма для отливки стали с четырьмя поршнями, из которых три приводятся в действие гидравлическими прессами. На рисунках изображено прессование орудийного цапфенного кольца *T*.

Стальная форма *H* состоит из двух частей, соединенных болтами, и двух колапков *J*, охватывающих их концы. Внутренняя поверхность колапков покрыта глиной, смешанной с соломенной сечкой. В центре формы помещается железная или чугунная труба, просверленная целым рядом мелких отверстий для выхода газов.

Труба имеет утолщение *C*, на котором поставлен сердечник *E*. Кроме того, на этом утолщении помещаются чугунные сегменты *F* с мелкими отверстиями. Поверхность покрыта глиняной обмазкой, смешанной с соломенной сечкой. Вверху формы *A* устроено кольцо, через которое проходит плунжер *X*, быстро опускающийся на жидкий

Металл после заполнения формы. М—представляет железный сердечник, помещающийся в форме.

Витворт применил также составные цилиндрические изложницы (рис. 12). Они состоят из коротких цилиндров, соединяемых фланцами. Соединяя несколько таких колец, можно образовывать форму любой длины. Внутренность изложницы покрыта брусками квадратного сечения с закругленными гранями, образующими дымовые каналы, сообщаю-

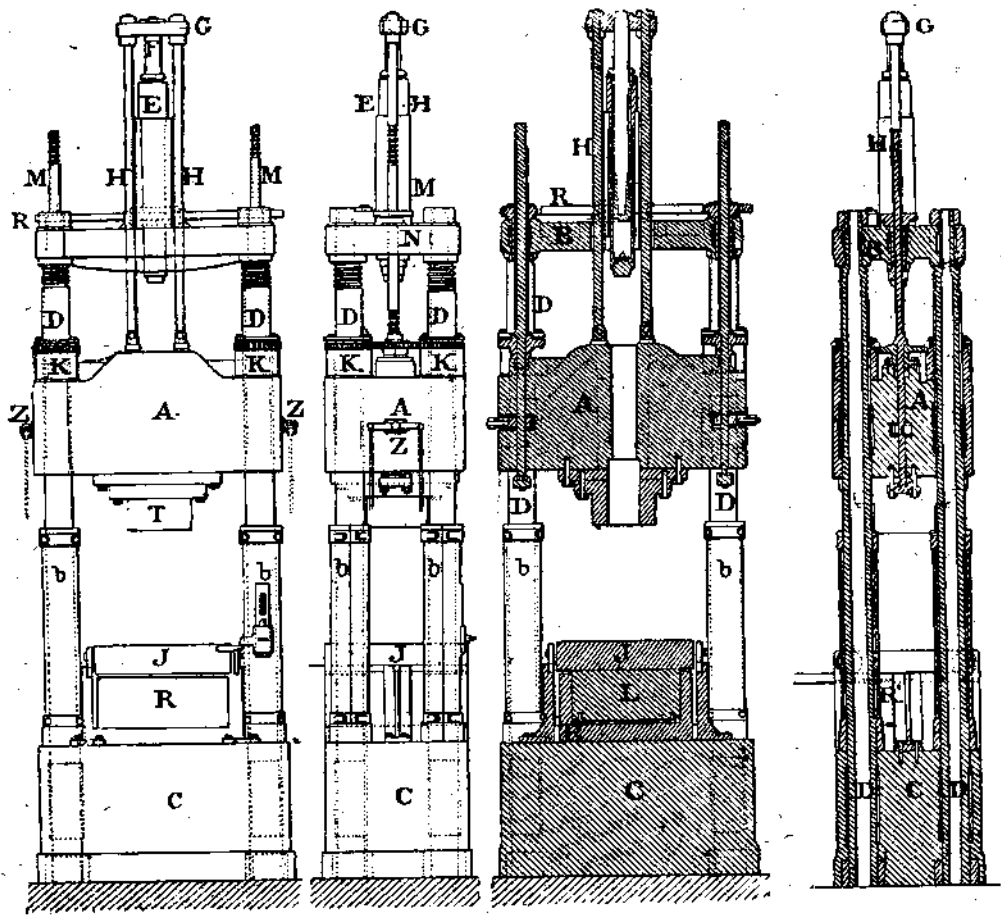


Рис. 13—16.

щиеся с внутренней частью формы небольшими горизонтальными отверстиями на расстояниях в 50 мм друг от друга. Вертикальные дымовые каналы открываются в круговой паз, устроенный в верхнем и нижнем фланцах крайних цилиндров. Этот паз сообщается с воздухом отверстиями для выхода газов, что весьма важно. Внутренность изложницы покрыта слоем глины, смешанной с соломенной сечкой.

Форму заливают до краев так, чтобы изложница могла быстро войти в соприкосновение сверху с гидравлическим поршнем.

Вначале из формы с силой вырываются горящие газы и жидкий металл, затем, по мере затвердевания, укрепляют верхнюю крышку и производят медленное постепенное давление посредством верхнего диска, укрепленного на поршне пресса.

Давление производится насосами и развивается постепенно до тех пор, пока не достигнет приблизительно 10 кг/мм^2 поперечного сечения отливки. Продолжительность этого первого периода операции зависит от величины отливки. Прессование отливки весом 45 тонн продолжается 35 минут. После этого приводится в действие главный пресс аккумулятором, поддерживающим давление от 1 до 2 кг/мм^2 на протяжении всего периода усадки металла. Уменьшение длины отливки при первом сжатии равняется приблизительно $\frac{1}{8}$. Таким образом прессуют крупные цилиндрические болванки диаметром до 1,50 метра и длиной до 3 или 4 метров. Давление поддерживают в течение примерно четырех или пяти часов. На заводе Витворта пользуются гидравлическими прессами, один из которых изображен на рис. 13 — 16¹⁾.

Пресс состоит из четырех трубчатых колонн *D* с резьбами на протяжении части их длины. Вверху колонны укреплена чугунная балка с одним или несколькими гидравлическими подъемными цилиндрами, соединенными штангами *H* с подвижной головой *A* главного пресса. Эту подвижную голову можно гидравлически быстро поднимать или опускать, вследствие чего можно пользоваться изложницами разной длины.

Установка подвижной головы производится быстро. Для этого на колоннах навинчены четыре цилиндрических гайки *K*, которые поворачиваются по мере вертикального движения головы *A*. Эти гайки служат для удержания ее на месте.

Голова *A* соединена с двумя винтами *M* большого шага, проходящими через две гайки *N*, помещающиеся в верхней неподвижной балке *B* пресса.

На винтах *M* укреплены шпонками две шестерни, сцепляющиеся с соответствующими шестернями на окружности четырех гаек *K* (рис. 14).

При движении подвижной головы винты *M* прогоняются через гайки *N* неподвижной балки, вследствие чего она приводится во вращение. Это вращение передается четырем гайкам *K* на верхних концах колонн. Последние поворачиваются и перемещаются вертикально со скоростью, равной скорости движения подвижной головы, но с достаточной игрой во избежание трения.

Когда подвижная голова установлена на нужной высоте, она упирается в гайки *K*. Для этого гайки винта *M* имеют на их окружности шестерни, приводимые во вращение двумя зубчатыми рейками, укрепленными на штанге *R*. Последняя движется горизонтально под действием гидравлического поршня. Другое приспособление закрепляет по желанию винты *M*.

В основании пресса помещается гидравлический цилиндр, поднимающий стол, на котором помещается прессуемое изделие.

Для облегчения наливки жидкого металла в форму, последнюю помещают на подвижном столе с салазками *J*, передвигаемыми гидравлическим поршнем, помещающимся сбоку пресса. Когда форма заполнена, стол поднимают вверх, производя давление.

Чтобы иметь возможность судить об уменьшении длины отливки под действием пресса, к одной или нескольким колоннам укрепляют шкалу, указывающую длину пути, пройденного рабочим поршнем пресса.

Остановы *b*, состоящие из двух частей, укрепленные болтами к колоннам, поддерживают голову *A*, когда пресс находится в состоянии покоя и разгружают подъемные цилиндры *E*.

¹⁾ Французский патент 4 марта 1875 г.

Уебб (Webb) предложил изложницы, состоящие из двух или нескольких частей, связанных кольцами (рис. 17 и 18)¹⁾.

Прежде чем наливать металл в форму, туда помещают железную плиту, покрытую формовочным песком и образующую дно.

В верхнюю часть формы поверх расплавленного металла помещают такую же плиту, точно так же покрытую песком. Эта верхняя плита передает давление поршня металлу. Вслед затем приводят в действие пресс.

Пресс этот — парогидравлический. На большой поршень его действует давление пара. Ныряло этого поршня действует на жидкость в главном гидравлическом прессе. Поршень имеет меньший диаметр и меньшую длину хода, нежели паровой поршень. Ныряло гидравлического поршня производит давление на жидкую сталь.

Для литья изложницы размещают по окружности или же ставят на концах тележек, на которых их отвозят по мере заполнения к прессам, расположенным рядами в большем или меньшем количестве.

Прессование болванок из литой стали привело к применению прессов, мощность которых иногда превышает 10 000 тонн²⁾.

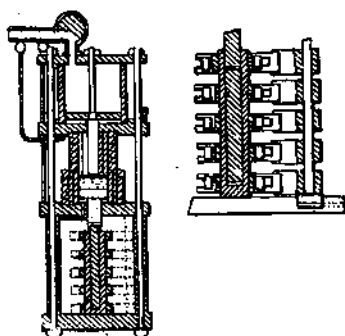


Рис. 17—18.

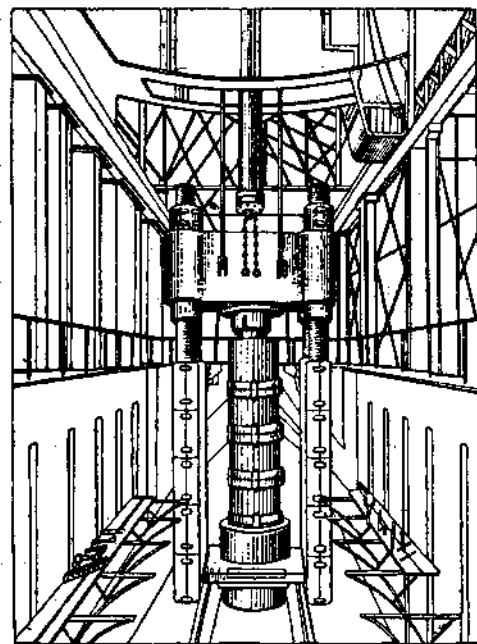


Рис. 19.

Процесс прессования стали в жидком и тестообразном состоянии широко применяется на крупных американских сталелитейных заводах.

На Вифлеемских заводах слегка коническую форму ставят под пресс тотчас по заполнении ее металлом.

После прессования металлу дают остыть, вынимают отливку и отвозят ее в нагревательную печь на вагонетке, как показано на рис. 20. На этой вагонетке изображена спрессованная таким образом отливка длиной 5,50 метра, с крайними диаметрами 1,27 и 1,37 метра, весящая 53 тонны.

Отливку подвергают дальнейшей обработке или целиком, или же разрезают на несколько кусков соответствующей длины.

Когда болванка нагреется до соответствующей температуры, ее проковывают под гидравлическим молотом.

Некоторые заводы считают невыгодным прессовать сталь в жидком или тестообразном состоянии. Они считают, что энергичное пресс-

1) Французский патент 23 января 1880 г.

2) Обуховский завод.

сование или ковка под молотом в твердом состоянии при высокой температуре, достаточно обеспечивает высокие качества металла.

Устройство мастерской для прессования металла требует мощного оборудования и соблюдения целого ряда предосторожностей. Поэтому эти заводы предпочитают придерживаться более простых подготовительных операций под молотом или под прессом с металлом в твердом состоянии¹⁾.

Тем не менее прессование стальных отливок в изложницах представляет то преимущество, что позволяет действовать над жидкими или тестообразными металлами, т. е. над металлами в таком состоянии, при котором из них легче всего удаляются газы при умеренных давлениях. Окончательное давление на металл достигает 10, 20 и даже 40 кг/мм², уменьшая количество содержащихся в нем пузырьков воз-

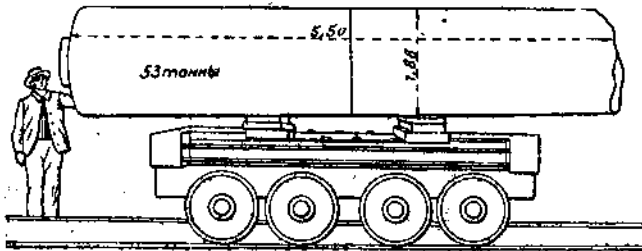


Рис. 20.

духа до одной тысячной их первоначального количества. Так как объем отливки уменьшается на 8—12%, то соответственно уменьшается и объем, занимаемый пузырьками газа.

Прессование, помимо того, зна-

чительно увеличивает способность твердого железа при высокой температуре растворять газы по мере повышения давления. Так как в этом случае металл связывает большее количество газов, то пористость его уменьшается.

Процесс этот обладает, помимо того, тем преимуществом, что при нем можно устранить или избежать усадки верхней части отливки. Вследствие этого можно использовать всю отливку целиком или довести до минимума обрезок. При обыкновенных изложницах, вследствие недостатков получающихся от усадки, в наставлениях обычно указывают, что прежде чем подвергать отливки фасонной обработке необходимо отрезать их верхнюю часть, при чем удаляемый при этом металл должен составлять от 25 до 35 процентов полного веса отливки. Иногда точно так же отрезают нижнюю часть отливки, вес которой равняется от 4 до 5 процентов ее полного веса. Как видно, получающиеся при таком процессе потери бывают весьма значительными.

Тальбот произвел в последнее время опыты прессования верхних частей или головок отливок, поддерживая их при высокой температуре. Прессование производится четырьмя прессами, действующими на все четыре грани отливки, тогда как центральная часть головки находится еще в жидком или тестообразном состоянии. Чтобы поддержать высокую температуру головки, необходимо пользоваться изложницами с футерованной огнеупорным кирпичом верхней частью. Такое устройство обходится сравнительно дорого, а потому предпочитают делать футеровку из плавильных шлаков, что обходится дешевле. Несравненно лучше прессовать металл с торца, что, конечно, гораздо логичнее, так как рациональнее медленной заливки или доливки расплавленного металла.

¹⁾ На заводе Крезе прессование отливок применяется с 1895 г.

Обжим отливок в изложницах на прокатном стане.

Вместо прессования отливок изложницу, содержащую тестообразную металлическую массу, можно пропускать между валками реверсивного прокатного стана Бюиссе (Buisset), изображенного на рис. 21—23¹⁾.

В этом случае применяют изложницы специальной конструкции; части таких изложниц собираются так, чтобы облегчить отливку и позволить относительное сближение стенок, соприкасающихся с валками, отчасти охватывающими изложницу своими стрелчатыми ручьями. Наклон стенок изложниц (рис. 22) вызывает симметричные наклонные реакции, направленные к центру болванки.

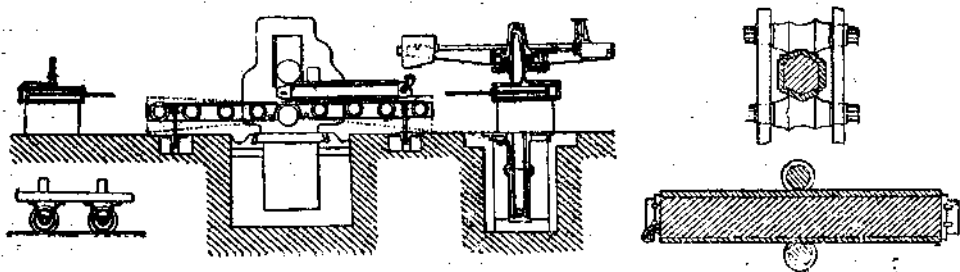


Рис. 21—23.

Чтобы ввести изложницу между валками, по обе стороны прокатного стана устраиваются рольганг и гидравлический или паровой толкатель.

Этот процесс требует изложниц с подвижными стенками, которые трудно направлять и с которыми трудно обращаться, а потому способ этот не получает дальнейшего распространения.

Центрифугирование отливок.

Напомним, что в первом томе мы указывали на возможность использования центробежных сил, действующих на жидкий или тестообразный металл. Расположение, принятое заводом Никроппа в Швеции для стальных отливок размером $300 \times 300 \times 1500$ мм, заключается в устройстве двух групп по четыре изложницы в каждой (рис. 24—26), поворачивающихся вокруг горизонтальных осей, тогда как поддерживающая их рама вращается вместе с вертикальным валом. По мере развития центробежных сил изложницы приходят из вертикального положения в горизонтальное. Число оборотов центрифуги достигает от 100 до 120 в минуту. Вращение передается приводом, состоящим из нескольких пар шестерен. Вертикальный вал укреплен таким образом, чтобы выдерживать усилия, возникающие от вращающихся масс.

Машину приводят во вращение тотчас же по заполнении изложниц; последние для ускорения операции имеют по два литника, так как центрифугирование тем действительнее, чем ближе находится металл к жидкому состоянию.

¹⁾ Патент 30 апреля 1887 г.

Центрифугу вращают до полного затвердевания металла, т.е. приблизительно четверть часа. В начале газы вырываются через отверстие изложницы; выделение этих газов к концу операции прекращается.

При длине отливок в 1,50 метра, головки их отстоят от оси вращения на расстоянии 1,20 метра, вследствие чего при 120 оборотах в минуту давление на нижние части отливок достигает 0,25 кг/мм². Такое давление соответствует давлению столба жидкого металла высотой около 30 метров.

На головках отливок эти давления понижаются до 0,00013 кг/мм², т.е. до значения, которое может оказать полезный эффект только в начале операции, но не в состоянии предупредить образования усадочных раковин в центре отливки.

Тем не менее при этом процессе каверны не многочисленны, а прочие недостатки менее значительны.

Затрата энергии для приведения изложниц из вертикального положения в горизонтальное и удержания их в этом положении сравнительно невелика.

Считают, что для этого процесса требуется мощность не свыше 5 или 6 лош. сил на одну тонну центрифугируемого металла.

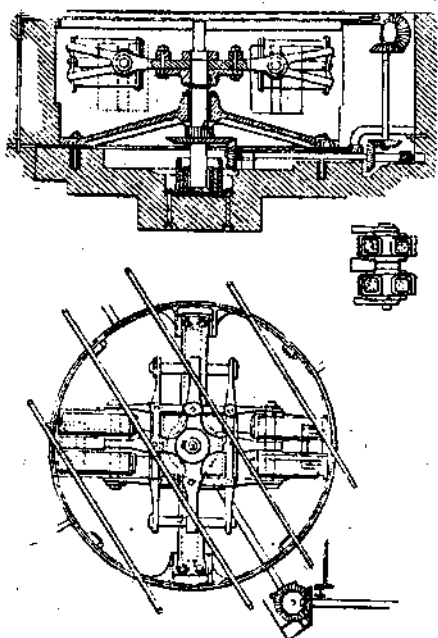


Рис. 24—26.

Сравнение процессовковки и прессования отливок.

Перед обжимом на прокатном стане стальные отливки часто проковывают под молотом или энергично прессуют для увеличения однородности металла.

В конце операции отрезают прибыль ножницами или пилой, после чего болванку помещают в нагревательную печь.

Иногда отливку грубо обдирают на токарном станке, чтобы совершенно снять поверхностные изъяны.

Потребная мощность молота зависит от сечения отливки и от степени требующейся деформации.

Дляковки стальной отливки сечением 200 × 200 мм можно успешно пользоваться молотом мощностью 4500 кг. м.

Дляковки крупных отливок с размерами сторон от 1,5 до 2,0 метров требуются молоты мощностью в 50000 кг. м, при чем обжим болванки может достигать от 50 до 100 мм.

Допустим, что мы имеем молот с бабой весом в 100 тонн при высоте падения в 3 метра. Если ширина бойка равняется 400 мм, а длина его 1400 мм то поверхность воздействия инструмента будет $400 \times 1400 = 560\,000$ мм². Энергия удара бабы равняется $3 \times 100\,000 = 300\,000$ кг. м. Если уменьшение толщины болванки должно равняться

40 мм, то при коэффициенте полезного действия, равном 0,50, под среднее потребное усилие:

$$F = \frac{PH}{2E} = \frac{100\,000 \times 3}{2 \times 0,040} = 375\,000 \text{ кг.}$$

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Среднее давление на квадратный миллиметр обрабатываемой поверхности будет $\frac{375\,000}{560\,000} = 6,7 \text{ кг/мм}^2$. Под этим молотом можно получить максимальные давления от 10 до 12 кг на мм², что позволяет работать при светло-красном калении металла.

Для вытяжки требуются прессы, дающие от 15 до 20 ходов в минуту, при чем уменьшение толщины болванки должно равняться от 60 до 100 мм. Для выравнивания болванок требуется от 40 до 50 ходов прессы в минуту при очень небольшой длине хода.

Болванку квадратного сечения в 1 метр в стороне и 1,50 метра длиной можно вытянуть при одном нагреве до размера в 0,50 метра в стороне, после чего обжать на 8 или 16 граней под прессом в 1800 тонн. При ковке под эквивалентными молотами в 25 тонн для этого потребуется три нагрева.

Потребная мощность прессов, очевидно, зависит от сечения изделия и величины поверхностей воздействия инструментов. Таким образом, прессом в 1000 тонн можно успешно ковать отливки сечением от 400 × 400 мм до 500 × 500 мм при ширине рабочей поверхности инструмента в 200 мм. Дляковки болванки в 800 мм в стороне требуется наковальня шириной 400 мм. В этом случае давление на квадратный миллиметр будет равняться 8 килограммам, а полное давление 2560 000 килограммам.

Крупные отливки помещают под пресс или под молот посредством специальных приспособлений или же приваривая к ним хвосты, вес и длина которых должны соответствовать размерам и форме болванок. Болванки обычно поднимают, опускают и поворачивают вокруг своей оси посредством лебедок и цепи, которой их обвязывают против центра тяжести.

На Вифлеемских заводах болванки отливают с небольшим пятигранным хвостом. Для захвата болванок пользуются чугунным цилиндром, вес которого равняется двум третям веса отливки. В одном его конце имеется пятигранное углубление, а на другом конце направляющий хвост.

Цилиндр с его направляющим хвостом охватывают цепью Галля¹⁾, укрепленной к поворотному приспособлению мостового крана. Таким образом цилиндр подводят к болванке и вставляют хвост ее в пятигранное углубление цилиндра.

Продвигая цепь Галля на уравновешивающем цилиндре получают полное равновесие отливки, не прибегая к каким-либо приспособлениям для ее укрепления как при ковке, так и при транспортировании болванки.

Болванки должны охлаждаться так же медленно, как и нагреваться. Нагревание стальных болванок должно производиться медленно, в особенности вначале, при температурах от 300 до 500 градусов, соответствующих критическим точкам текучести металла.

Так, например, болванка из мягкой стали с вписанным диаметром равным 800 мм и длиной 1500 мм, весом 7 тонн, требует, чтобы пер-

¹⁾ Изобретение этой цепи приписывают Леонардо-да-Винчи (1452 — 1515 гг.); по крайней мере этот великий художник оставил в своих заметках описание цепи Галля и ее применения к подъемным приспособлениям.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

Второй нагрев продолжался по меньшей мере двадцать четыре часа. Второй нагрев должен продолжаться от пятнадцати до восемнадцати часов, тогда как последующие нагревы могут быть кратковременными, в зависимости от уменьшения сечения, для чего в зависимости от условий работы и характера болванок может потребоваться от 10 до 15 нагревов.

Для превращения кристаллической структуры металла в аморфную такие болванки нагревают до 1100° и снова возвращают в печь, как только температура наружных частей упадет до 700° , не считаясь с тем, что температура внутренних частей все еще высокая. Никогда не следует упускать из вида, что температура оказывает преобладающее влияние на различные операцииковки стальной; эти операции при более или менее значительных колебаниях температуры вызывают явления рекристаллизации или молекулярной перегруппировки.

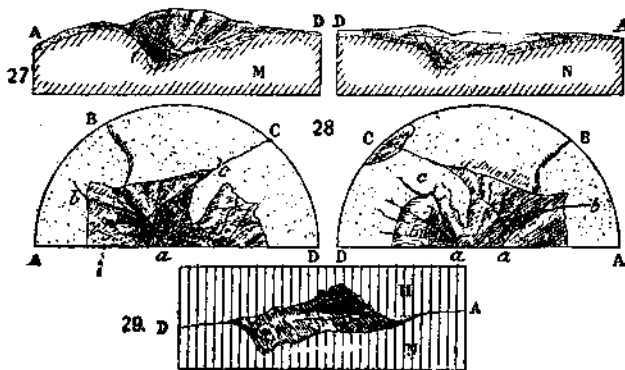


Рис. 27—29.

Если вытяжка изделий требует многочисленных подогревов, то требуются еще большие предосторожности в отношении нагрева. Таким образом, нагревание крупной стальной болванки должно вестись с определенной скоростью, — ни слишком медленно, чтобы не произошло кристаллизации металла, ни слишком быстро, чтобы избежать образования трещин под резкими действиями тепла.

Точно так же необходимо иметь печи, позволяющие нагревать болванку целиком. Такие печи устраняют неравномерные напряжения, которые неизбежно происходят при местном нагревании и охлаждении болванок.

Эти напряжения при более или менее твердых сортах стали при критических температурах, могут вызвать центральные трещины или разрывы, перпендикулярные оси болванки. Такого рода нарушения целостности металла очень опасны, и их очень трудно устранить даже при сильной вытяжке болванки.

На рис. 27—29 изображены подобные изъяны, первичная форма которых видоизменилась под действием вытяжки. Последняя вызвала образование четырех хорошо очерченных зон усадки, разделенных трещинами *ab* и *ac*. Первоначально соприкасавшиеся поверхности разошлись, приняв более вогнутую форму, при чем для того чтобы уничтожить излом, потребовалось очень сильное уменьшение сечения путем сварки.

Такого рода недостатки наблюдаются в стальных болванках, служащих для изготовления деталей машин, как, например, валов крупных двигателей. В различных случаях было замечено, что нарушения непрерывности металла наблюдаются около втулок маховиков. Можно предполагать, что это происходит от неправильных местных нагревов изделия, когда проковка его производится в несколько операций, а не в одну.

Обработка железных криц.

Для уплотнения железных масс, известных под названием криц, получающихся непосредственно из руды ¹⁾ или пудлинговым процессом, их сбивают молотом, или прокатывают, или обжимают под специальным рычажным прессом.

Операция заключается в сбивании губчатой массы для удаления из нее шлаков. Таким образом мягкая и пористая крица превращается в сплошную твердую металлическую массу. Сбитую крицу нагревают вновь для дальнейшей проковки или прокатки.

Небольшие крицы, весом от 8 до 10 кг, сбивали ручными молотками и нагревали в обычных кузнечных горнах, а затем вытягивали в полосы или бруски на наковальне.

Этим одновременно простейшим и старейшим процессом пользовались в прежнее время и продолжают пользоваться и сейчас при обработке криц весом до нескольких сот килограмм. В последнем случае пользуются механическим лобовым молотом.

При сбивании тестообразной, пористой, слабо связанной металлической массы, доведенной до высокой температуры, как, например, крицы из пудлингового железа, надо прежде всего действовать слабыми ударами молота, так как в противном случае из крицы будет вылетать жидкий металл совершенно так же, как летят брызги при ударах по воде. При сильных ударах происходила бы значительная потеря материала и крица превратилась бы в слишком тонкую лепешку, чтобы ее можно было обрабатывать соответствующим образом по охлаждению металла, когда можно уже действовать сильными ударами.

Первые удары, должны, таким образом, уплотнять, высаживать, сжимать металлическую массу, загоняя металл в пустоты, изгоняя шлаки и придавая металлу призматическую форму квадратного сечения. Получив такое сечение, каждую из поверхностей можно затем подвергать ударам молота и вместе с тем уменьшать до минимума поверхность охлаждения (кубическая форма).

Кузнец никогда не должен упускать из вида, что металл всего выгоднее обрабатывать при высокой температуре, а потому он должен всегда действовать возможно быстрее, в особенности при значительной толщине металла.

По мере падения температуры, надо действовать все более и более сильными и в то же время частыми ударами. Металл поворачивают во всех направлениях. Посторонние частицы далеко отлетают под все более и более энергичным действием инструмента. В различные периоды операции металл сжимается, и кристаллы его превращаются в более или менее мелкие зерна в зависимости от качества железа, которое постепенно уплотняется.

Молоты дляковки криц.

Прокровка криц производилась в прежнее время колотушкой и обыкновенным молотком или ручной бабой, при чем крицу клали на наковальню, установленную на уровне земли (рис. 30, 36). Прокровка заканчивалась на приподнятой чугунной наковальне, установлен-

¹⁾ На заводе Carbon Iron Company в Питтсбурге до сих пор выделяют крицы непосредственно из руды в печках, отапливаемых газом (Процесс Hunt 1890 г.).

ной на деревянном стуле. Молоток был чугунный. Позднее стали применять осталенные железные молотки, укрепленные на рукоятке или рычаге, качавшемся на оси (рис. 31).

Точно так же пользовались бабами, которые поднимали вертикально веревками, наматывавшимися на деревянный вал (рис. 32).

При тяжелой бабе (вес которой порой достигал 50 кг) веревка наматывалась на ворот, приводимый в действие рукоятками (рис. 33). Силу ударов соразмеряли соответственно условиям работы.

Значительно быстрее действовали хвостовые молоты (рис. 34), приводимые в действие кулачковым валом.

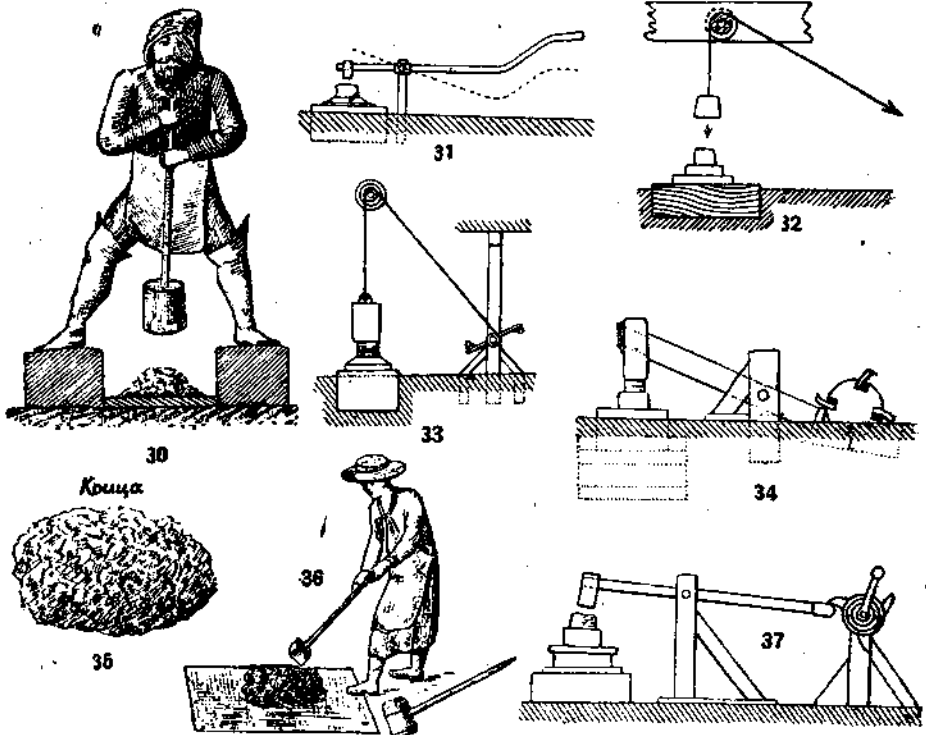


Рис. 30—37.

Такими первобытными способами можно было сбивать только небольшие массы металла, вес которых не превышал двадцати килограммов.

Для сбивания более значительных железных масс начали пользоваться более тяжелыми молотами, приводимыми в действие гидравлическими двигателями. Вал последнего снабжали несколькими кулачками, нажимавшими на хвост молота, как показано на рис. 37. Такого рода молот назывался хвостовым молотом. Во избежание быстрого изнашивания кулачков и оконечности хвоста, первые делались железными и заделывались в вал, а хвост укрепляли кольцами.

Точно так же пользовались так называемыми лобовыми молотами. Молот поднимался спереди кулаками, установленными на валу, параллельном его рычагу. Для усиления ударов над молотом устраивали упругий деревянный брус, в который упирался конец рычага, не доходя до верхней точки своего подъема. Как только рычаг

падал с кулака, брус выпрямлялся и его реакция увеличивала скорость падения молота.

На рис. 38 изображена старинная кузница, в которой сбивали крицы под механическим молотом.

На рисунке изображено производство операций, следующих немедленно же за сбиванием крицы. Подручный держит штангу или шест, которым регулирует поступление воды на водяное колесо. Нажимая на шест книзу, он уменьшает количество воды, стекающей на колесо, вследствие чего последнее вращается медленнее и молот бьет по крице легкими ударами. По мере уплотнения крицы и уменьшения ее толщины, силу ударов увеличивали, увеличивая скорость вращения колеса. Первые удары должны быть слабыми, так как сильный удар может разбить крицу на куски, а последние могут поранить рабочих. В начале этой операции расплавленный металл вытекал из крицы, как вода из выжимаемой губки. Сбиваемую крицу, принявшую форму прямоугольного параллелепипеда с закругленными углами, переносили для нагрева в горн и вслед за тем постепенно проковывали в бруски.

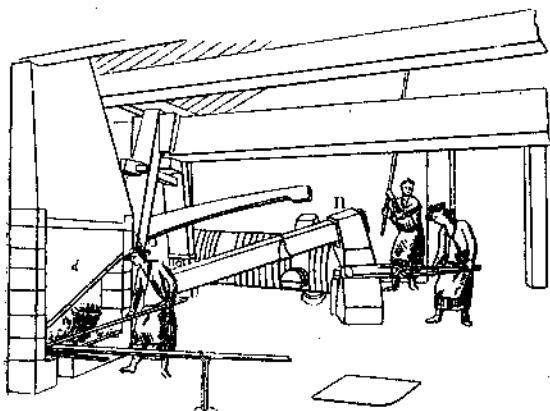


Рис. 38.

Крупные бабы из кованого железа весили от 500 до 750 кг. Высота подъема их равнялась от 0,9 до 1,2 метра. Длина бойка равнялась от 350 до 375 мм при ширине от 100 до 112 мм. Наковальня возвышалась над полом только на 25 мм, ширина ее

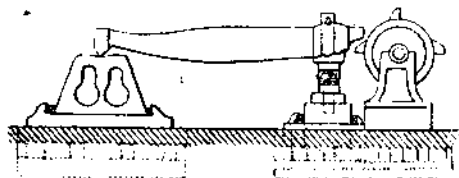


Рис. 39.

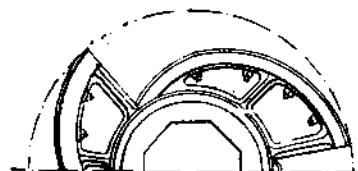


Рис. 40.

равнялась 150 мм, а длина около 700 мм. Наковальня вделывалась в квадратный железный стул, который ставился на гранитный фундамент, толщиной и диаметром от 1,5 до 1,8 метра. Стойки молота устраивались из кованных брусков, установленных вертикально и соединенных между собой прочными связями. Для сбивания криц, весом до 120 килограмм и более, сбоку наковальни клали тяжелую железную плиту толщиной около 25 мм, а наковальню окружали землей, чтобы предупредить утеkanie металла.

По мере вытяжки поковки ее разрезали на более мелкие бруски, которые вытягивали снова, пока не получались полосы.

Кроме того, пользовались рычажными хвостовыми молотами (рис. 39 и 40) менее первобытной конструкции, появившимися около

1780 года и применявшимися для проковки криц, получавшихся пудлинговым процессом. Главные части этих молотов выделялись из чугуна. Боек укреплялся к бабе таким образом, что в случае надобности его можно было заменить. Хвост рычага кончался выступом, в который упирался подъемный кулак приводного вала.

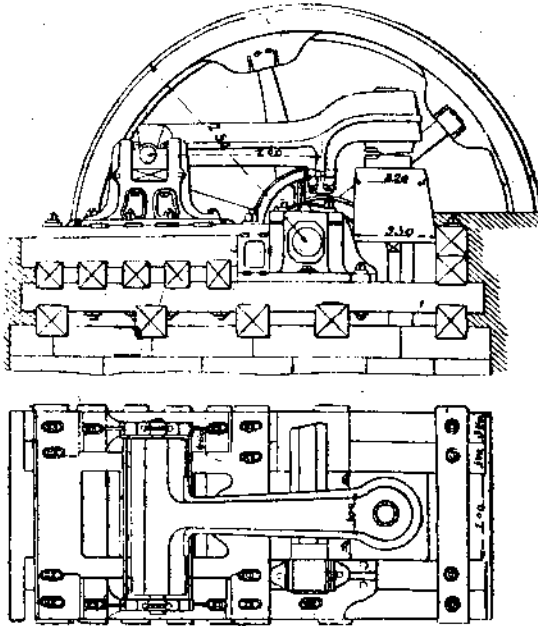


Рис. 41—42.

Заметим, что рычаг для уменьшения трения лежал на закругленном ноже, укрепленном в V-образном вырезе стойки, чем одновременно уменьшались реакции и излом. Наковальня помещалась на чугунном стуле или шаботе, установленном на деревянном упругом основании. Такими молотами проковывали крицы весом от 150 до 200 килограмм. После проковки крицу, если то требовалось, разделяли иногда на две или три части под молотом.

Каждую из частей нагревали и затем вытягивали. Чугунные рычаги крупных хвостовых молотов часто ломались.

Для ковки криц обычного размера пользовались молотами с бабами весом от 40 до 100 килограмм.

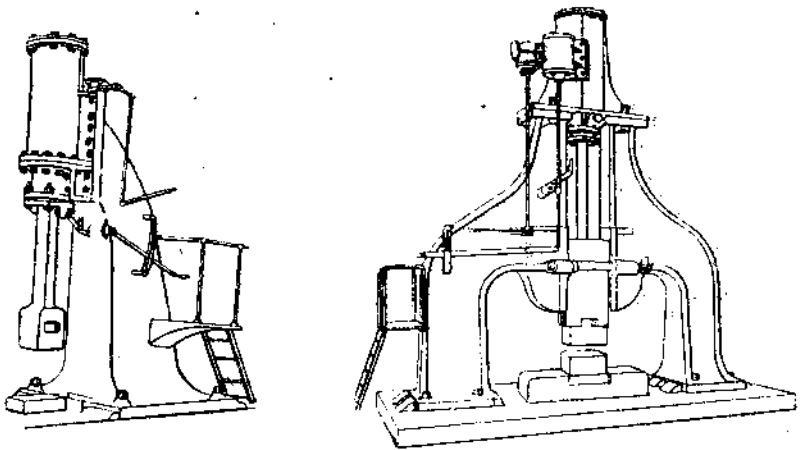


Рис. 43—44.

Вес баб для ковки крупных криц достигал 500 и более килограмм, а баб лобовых молотов до 6 000—8 000 килограмм. Высота падения колебалась между 0,40 и 0,60 метра. Вал делал от 20 до 30 оборотов.

в минуту или больше, вследствие чего число ударов до 300 в минуту.

Бойку, так же как и рабочей поверхности наковальни, иногда придавали крестообразную форму. При такой форме можно было одновременно проковывать крицы и вытягивать или отковывать изделия.

Чтобы головка молота не разбилась во время работы, каждые восемь или пятнадцать дней ее нагревали в раскаленных углях.

На рис. 41 и 42 изображен тип полулобового или среднебойного чугунного молота, применявшегося дляковки криц и полосового железа.

Заметим, что кулачковый вал соединен с тяжелым маховиком. Этот вал приводится во вращение паровым или иным двигателем.

Старинные рычажные молоты были понемногу вытеснены молотами с падающей бабой, приводимыми в действие непосредственно паром, гидравлически или пневматически.

Дляковки криц пользовались паровыми молотами простого или двойного действия, так как при них можно было регулировать силу ударов.

В позднейшее время все больше и больше отдавали предпочтение молотам двойного действия, работающим быстрее молотов простого действия и дающим большую скорость падения, при которой лучше изгоняются шлаки и вследствие этого получается более чистое железо.

Молоты дляковки криц обычно развивали энергию от 1 500 до 3 000 кг. м на удар и проковывали крицы весом от 40 до 50 килограмм.

Крупные крицы весом в 100 и более килограмм требуют ударов, колеблющихся между 5 000 и 10 000 кг. м.

Молоты дляковки криц (рис. 43 и 44) снабжали плоскими наковальнями, которые устанавливали в паз и укрепляли шпонками к нижнему стулу или шаботу. Боек точно так же делал плоским, так как крицу главным образом спрессовывали, а не вытягивали.

Прокованную под молотом крицу превращали под другим молотом в полосу или болванку, которую нагревали для вытяжки. Иногда болванку пропускали немедленно же через обжимной прокатный стан и превращали в брусок, который затем разрезали для дальнейшей вытяжки.

Если крица должна была вытягиваться под молотом, в нее вбивали конец железного прута, служившего рукояткой при разных манипуляциях. Этот прут заканчивали очком, через которое пропускали палку.

После повторных нагревов и многократных проковок крица превращалась в брусок или полосу, пригодную для дальнейшей обработки.

Прессование криц.

В конце XVII века для обжима криц начали пользоваться рычажными механическими прессами.

На рис. 46 изображен старинный пресс, рычаг которого приводится в действие эксцентриком. Шарообразную крицу толщиной от 150 до 200 мм, по мере уменьшения ее поперечных размеров и охлаждения металла, постепенно приближали к оси качания рычага.

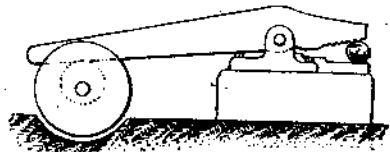


Рис. 45.

Рычаг приводили в движение точно так же цепью, укрепленной одним концом (рис. 46) к хвосту рычага достаточного веса, чтобы поднимать его голову, а другим концом к непрерывно вращавшемуся колесу с кривошипом.

Более новый пресс лучшего механического выполнения изображен на рис. 47. В этом прессе был применен двухплечий рычаг, образующий некоторый угол и служивший вместе с тем противовесом и направляющей. Рычаг лежал в подшипниках, которые можно было переставлять в стойках станины, в зависимости от размеров прессуемых криц. Этот рычаг приводился в действие шатуном и кривошипом, а также приводным валом и шестернями. Крицу помещали на сме-

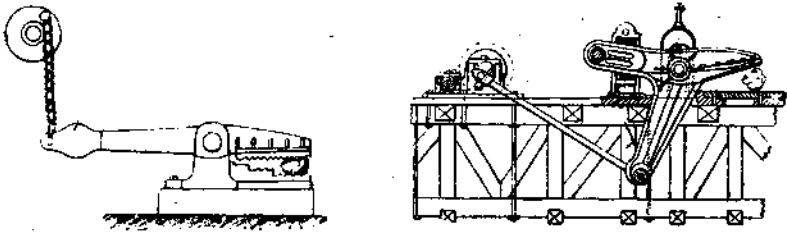


Рис. 46—47.

няемую чугунную плиту. К губе рычага прикреплялась такая же рубчатая плита, которую можно было при надобности заменять.

Чаще всего рабочие поверхности пресса покрывали рубцами, чтобы давления развивались во всех направлениях и для того чтобы избежать выскальзывания крицы. Устройство губы можно видеть на рисунках 48 и 49.

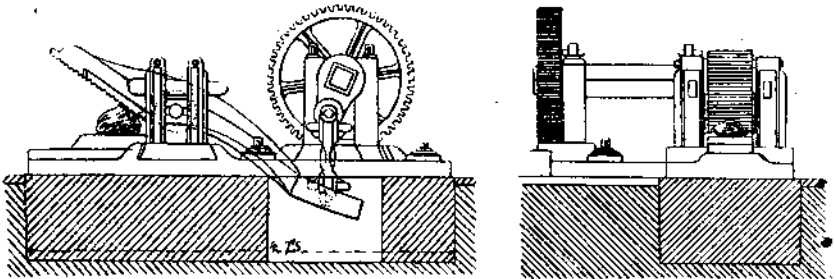


Рис. 48—49.

Такого рода прессы долгое время приводили в действие непосредственно паровым поршнем простого действия, соединенным с шатуном. Поршень другим своим концом присоединяли к заднему плечу рычага, как показано на рис. 50. Впуск и выпуск пара регулировался золотником, приводимым в действие ручным рычагом. Чтобы поршень не ударялся в дно цилиндра, устраивали деревянный упор, на который ложился хвост рычага.

Рычажные прессы позволяли развивать большие усилия на металл при небольших движущих усилиях машины. Эти прессы действовали медленно, без ударов, постепенно, и затрачиваемая ими энергия почти целиком превращалась в работу деформации металла. Эти прессы имели сравнительно простую конструкцию, а потому и стоимость со-

держания их обходилась дешевле паровых или гидравлических прессов. Рычажные прессы в настоящее время можно было бы строить больших мощностей и они могли бы принести существенную пользу при различных подготовительных работах, при первых обжимах металла, если бы только усилия между губами, которые не параллельны между собой, не были направлены под углом. Другим недостатком является то, что прессы эти работали медленнее молотов с падающими бабами.

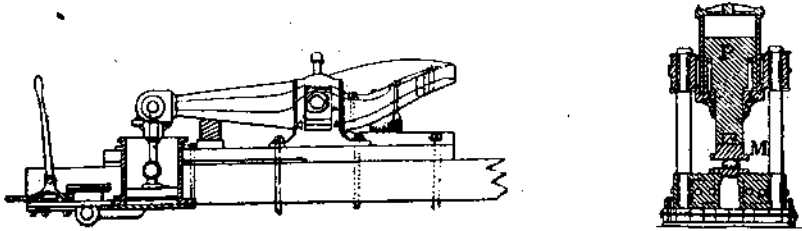


Рис. 50—51.

Позднее для прессования криц начали пользоваться паровыми и гидравлическими прессами непосредственного действия. На рис. 55 изображен паровой пресс Адамсона ¹⁾ непосредственного действия. Пресс имеет поршень большого диаметра и толстую скалку, вслед-

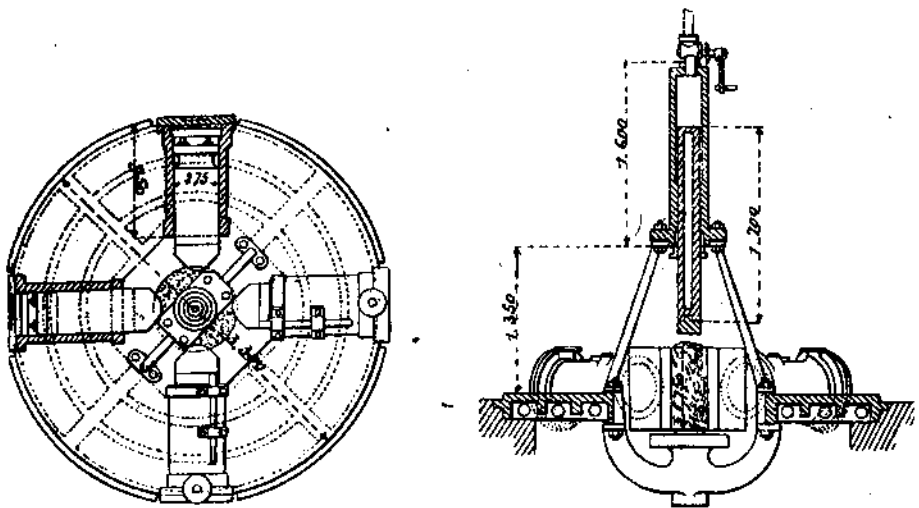


Рис. 52—53.

ствие чего пар при подъеме действовал на небольшую кольцевую поверхность поршня. Вращение поршня и скалки предупреждалось двумя тонкими штангами, соединенными с крышкой. Когда пар действовал на верхнюю поверхность поршня, головка М сжимала крицу, которую поворачивали во всех направлениях. Давление, если то требовалось, можно было развивать быстро, пресс мог также действовать с умеренной скоростью как обычный ковочный пресс. Вместо пара можно также было пользоваться сжатым воздухом или водой. Устройство прессы во всех этих случаях оставалось тем же.

¹⁾ Патент 9 февраля 1881 г.

Упомянем еще пресс Сименса (рис. 52 и 53), сжимавший крицу одновременно с шести сторон. Для этого пресс имел четыре горизонтальных поршня и один вертикальный. Крицу помещали на горизонтальный стол, который можно поворачивать на опорной траверсе. Головки горизонтальных поршней были сравнительно больших размеров. При постепенном сближении эти головки сильно сжимали крицу, в то время как верхний поршень наносил сильные удары.

После обжима крицы горизонтальные поршни несколько разводили, поворачивали стол и таким образом прессовали крицу по всей окружности. Крицу таким образом можно было спрессовывать в болванку квадратного сечения,

Недостатком прессов являлось то обстоятельство, что они недостаточно выжимали из крицы окалину и быстро охлаждали соприкасающийся с головками поршней металл. Прессование крицы требовало нескольких нагревов, тогда как под молотом использовывалось тепло, развиваемое падающей массой. Под молотом также легко разрезать крицу на отдельные части, с которыми легче обращаться при дальнейшей обработке.

Продольная прокатка криц.

Уплотнение пудлинговых криц производилось также продольной прокаткой на прокатном стане, пропуская последовательно металлическую массу или блум через несколько ручьев постепенно уменьшающегося сечения.

На большинстве сталелитейных заводов, прежде чем пропускать крицы через подготовительный прокатный стан, их вытягивали под

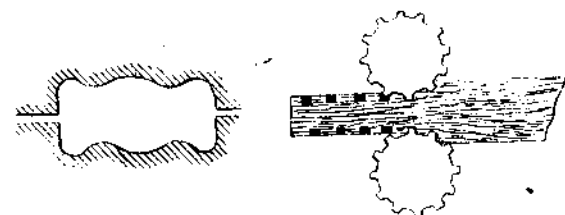


Рис. 54—55.

молотами. Затем, пользуясь высокой температурой металла, продолжали операцию прокаткой, превращая металл в грубую заготовку или железо № 1, ширина которого колебалась между 75 и 150 мм, толщина между 20 и 50 мм, а длина от 4 до 6 метров. Операция производилась быстро, так как линейная скорость валков колебалась между 0,60 и 3,00 метрами в секунду. Для прокатки криц предпочитали пользоваться квадратными а не прямоугольными ручьями, так как при том же вертикальном давлении на верхний валок, получались большие боковые давления, как мы уже о том говорили в первой части настоящего труда.

Сечение первых ручьев делалось или волнистым, как показано на рис. 54, или же ручьи снабжали зубцами (рис. 55), захватывавшими крицу и образовавшими на ней такие же зубцы. Последние при дальнейших пропусках вызывали энергичные сжатия и способствовали выжиманию шлаков, действуя подобно рубцам на губах обжимных прессов.

Стан для обжима криц (рис. 56—58) устраивался с двумя валками, т. е. представлял собой стан-дуо. Такого рода станы были впервые применены для прокатки криц Корком и Пауелем (Cork and Pawel) около 1787 года в Уэльсе в Англии. Крицу или блум пропускали через первый ручей, затем передавали поверх стана и пропускали через

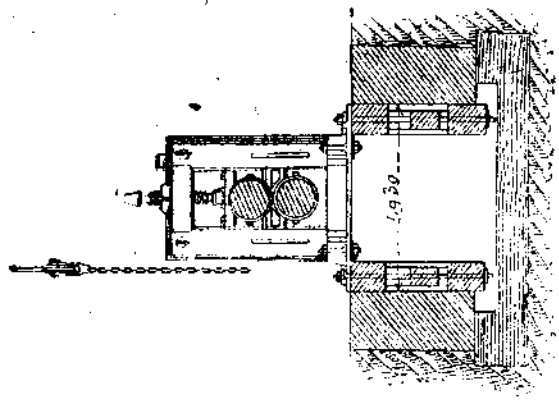


Рис. 57.

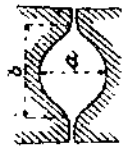


Рис. 59.

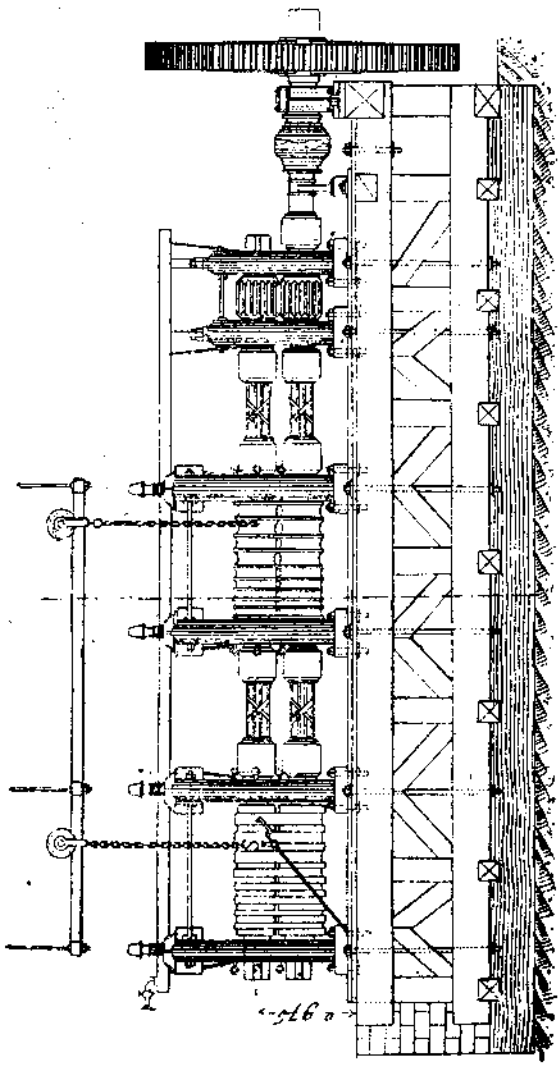


Рис. 56.

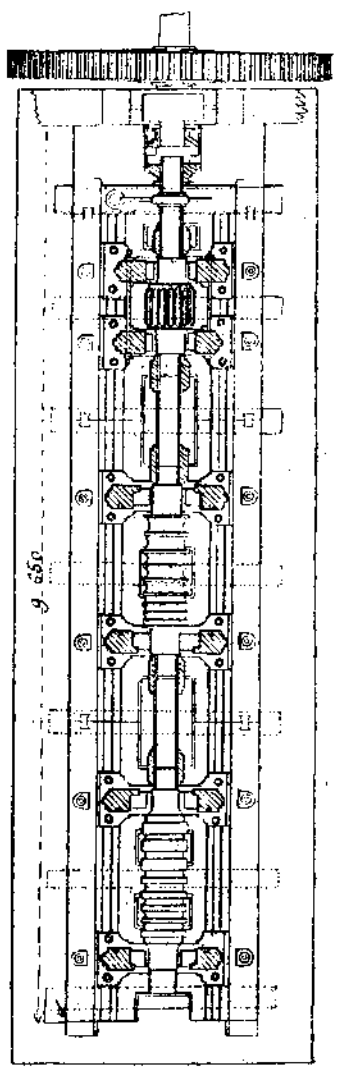


Рис. 58.

второй ручей и так далее, до последнего ручья, кантуя ее каждый раз. Число ручьев или пропусков зависело от поставленной цели. Металлическую массу часто пропускали через первый и второй ручьи по два или по три раза. Такая прокатка не требовала точности, и потому ручьи делали открытыми.

Балки для прокатки криц имели обычно диаметр от 400 до 600 мм и вращались со скоростью от 25 до 40 оборотов в минуту, что дает ско-

рость железа при выходе из валков около 0,70 метра. Длина полотна валков достигала от 1200 до 1600 мм. Чем больше диаметр, тем сильнее обжим и тем лучше выжимаются шлаки. Количество ручьев колебалось от 7 до 12,

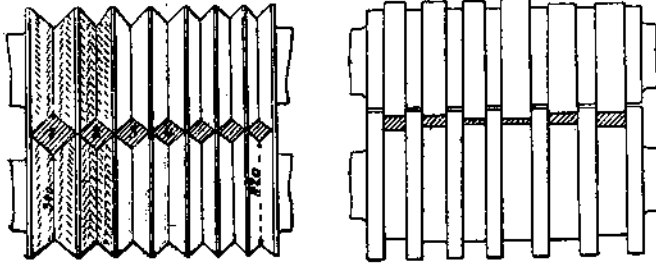


Рис. 60—61.

при чем сечение их рассчитывались таким образом, чтобы удлинение железа составляло от 25 до 30 процентов. Меньшее уменьшение сечения повело бы к потере времени, а при большем обжиге железо с трудом входило бы в ручьи.

Сокращение сечения при одном пропуске зависит от температуры металла, его сопротивления и отношения размеров валков к сечениям бруска, а также от мощности прокатного стана.

Принимая, что эти условия остаются постоянными, затрата энергии достигает минимума, если при том же суммарном уменьшении сечения отношения последовательных сжатий при отдельных пропусках одинаковы.

Ручьи имели заметно вытянутое сечение (рис. 59), при чем высоту их брали меньше ширины, чтобы насколько возможно уменьшить разность между скоростями на окружностях валков и в глубине ручьев. Обычно брали $a = 0,8$ до $0,9 b$. Нечего говорить о том, что ручьи должны были быть попарно симметричными, чтобы не возникало боковых усилий и для получения равномерной прокатки.

Если сечения геометрически подобны, то при постоянном коэффициенте вытяжки λ при каждом пропуске, размеры ручьев можно рассчитать по зависимости между постоянным объемом V и подобными площадями, которые пропорциональны квадратам линейных размеров. Таким образом, необходимо, чтобы:

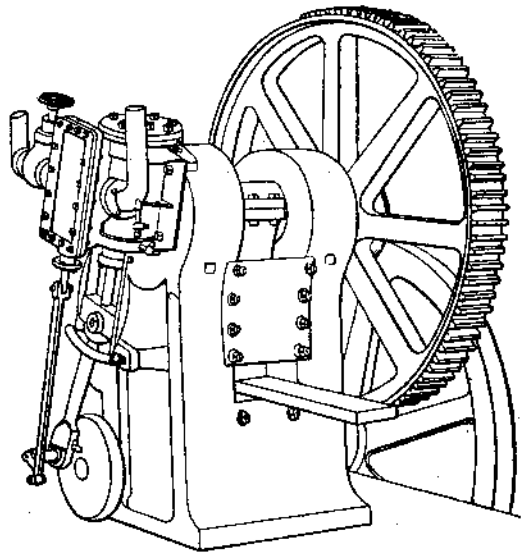


Рис. 62.

$$V = S \times l = S_1 (1 + \lambda)$$

и

$$\frac{S}{S_1} = \frac{(1 + \lambda)}{1} = \frac{a^2}{a_1^2} = \frac{b^2}{b_1^2},$$

откуда

$$\frac{a}{a_1} = \sqrt{\frac{1 + \lambda}{1}}.$$

Так как размеры a и b первого ручья известны, то по ним легко рассчитать размеры следующих ручьев. Если принять, что $\lambda = 0,30$, то будем иметь для прочих ручьев следующие размеры:

$$a_1 = \frac{a}{\sqrt{1 + 0,30}} = \frac{a}{1,14}, \quad a_2 = \frac{a_1}{1,14} = \frac{a}{(1,14)^2} \dots a_n = \frac{a}{(1,14)^n};$$

$$b_1 = \frac{b}{1,14}, \quad b_2 = \frac{b}{(1,14)^2} \dots b_n = \frac{b}{(1,14)^n}.$$

Таким образом линейные размеры уменьшаются, следуя геометрической прогрессии со знаменателем $\frac{1}{\sqrt{1 + \lambda}}$.

Между полотнами валков необходимо оставлять некоторый зазор и закруглять их для облегчения удаления шлаков.

Обычно стан устраивали с двумя обжимными валками и квадратными ручьями (рис. 60), а два чистовых кричных валка для изготовления прокатных полос делали с прямоугольными ручьями (рис. 61). Заготовку по выходе ее из обжимных валков пропускали от четырех до шести раз через требующиеся ручьи. После этого полосы разрезали ножницами (как, например, изображенными на рис. 62) и сортировали в зависимости от характера их изломов. Эти куски складывали в пакеты и сваривали в заготовки для прокатки сортового железа или иных прокатей и изделий.

Поперечная прокатка криц.

Крицы точно так же подвергали и поперечной прокатке во вращающемся прессе с вертикальной осью (см. рис. 63 и 64)¹⁾. Крицу вводили в большее отверстие неподвижного валка O и прокатывали вращающимся валком D , который постепенно сжимал ее и затем выкидывал через выходное отверстие.

После этого крицу, не подвергая повторному нагреву, можно было прокатывать на обыкновенном продольном прокатном стане с ручьями. Рабочие поверхности валков O и D покрывали рубцами. Чтобы металл пропрессовывался также и по длине, на валу A устанавливали вхолостую диск P с закраинами, производивший давление действием своего собственного веса. Этот диск начинал вращаться по мере удлинения крицы и вместе с тем поднимался кверху. Кроме того, валок D снабжали закраиной, на которую ложилась нижняя часть крицы.

Такая машина могла обслуживать восемь пудлинговых печей. Операция продолжалась от 10 до 15 секунд. Однако, несмотря на сильное сжатие, которому подвергался металл, обжим получался не-

¹⁾ Скизер был запатентован в Америке Жерардом Ральстоном 22 февраля 1840 г.

равномерным, шлаки удалялись не все, получались слишком большие потери металла и, кроме того, очень часто между валками оставались обломки криц. Вследствие этих недостатков подобные машины не получили распространения в Европе. Однако, в Америке, при высокой цене рабочих рук и гдековка криц под молотом всегда обходилась дороже, подобные машины получили настолько широкое распространение, что молотами дляковки криц почти совершенно не пользовались.

Диаметры внутреннего валка вращающихся прессов колебались от 1 200 до 1 600 мм при высоте от 400 до 600 мм; скорость их равнялась от 5 до 8 оборотов в минуту.

При обжимке криц внутренние стенки пресса поливали водой, отчего происходили взрывы, способные отбрасывать на значительные расстояния плохо сваренные куски металла. Эти взрывы являлись одной из причин, вследствие которых от применения этих прессов отказались в Европе.

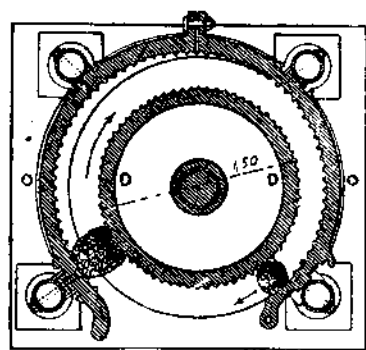
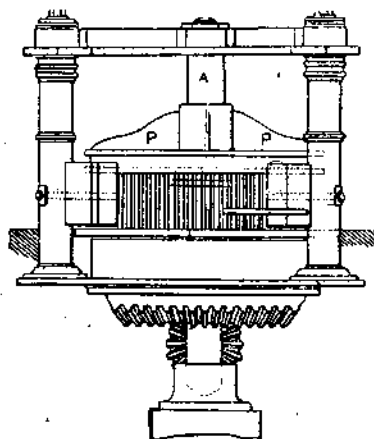


Рис. 63—64.

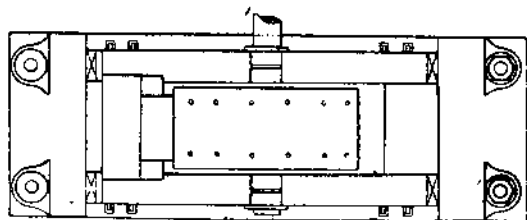
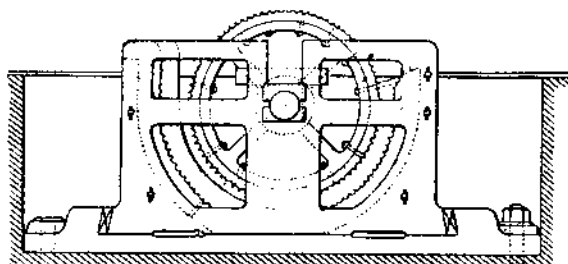


Рис. 65—66.

Вместо того, чтобы устанавливать вал вертикально, его иногда ставили горизонтально, как показано на рис. 65 и 66. Этого рода прокатный стан применялся, на некоторых заводах еще в 1857 году.

Рубцы валков устраивали на отъемных плитах, которые можно было легко заменять.

Внутренний валок делали диаметром 1 700 мм и длиной 800 мм. Этот валок делал 25 оборотов в минуту и мог бы прокатывать одновременно 15 криц, если бы только была возможность вводить в нее и вынимать такое количество криц в столь короткий промежуток времени.

Этот стан мог обрабатывать крицы только одинакового размера. Слишком крупные крицы вызывали поломки, а из слишком мелких криц плохо выжимались шлаки.

Для прокатки крупных криц весом до 250 кг, получавшихся во вращающейся печи американца Денкса (Danks), последний воспользо-

вался прокатным станом Уинслоу (Winslow) (рис. 67 и 68), который он несколько видоизменил.

Этот стан имел два рубчатых валька, вращавшихся в одном и том же направлении со скоростью от 15 до 20 оборотов в минуту.

Сверху помещался эксцентрик большого размера, вращавшийся в том же направлении и с той же скоростью. Этот эксцентрик и вальки

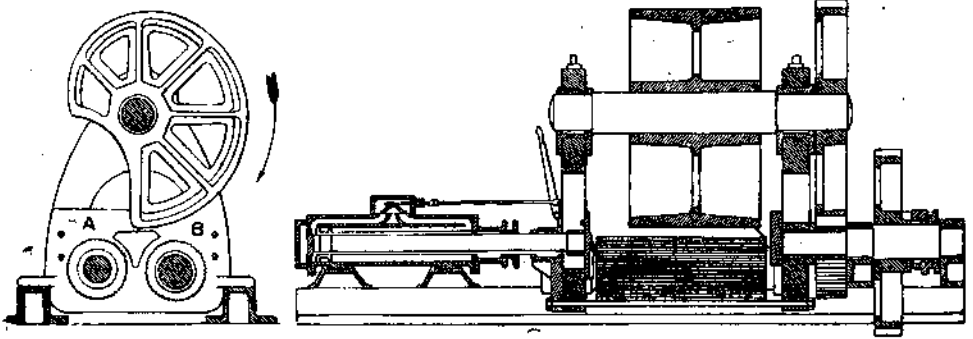


Рис. 67—68.

производили обжим, придавая крице цилиндрическую форму, в то время как последняя подвергалась ударам горизонтального парового молота по ее торцу. Другой конец крицы упирался в плиту, укрепленную к станине.

По выходе из прокатного стана крицу переносили в нагревательную печь, а затем в обжимной стан. Большое количество выса-

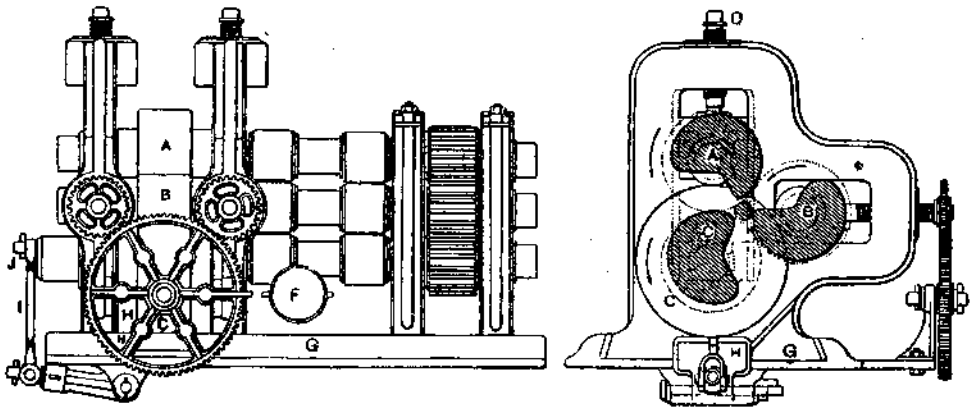


Рис. 69—70.

живаемых из металла в прокатном стане шлаков показывало, что крицы выгоднее прессовать под прессом, нежели под молотом.

Тем не менее в Америке прокатный стан Уинслоу получил многочисленные применения.

Многие заводы производили прокатку криц между вальками соответствующей формы, изображенными на рис. 69—70. На этих рисунках изображен стан Брауна для обжима криц ¹⁾. Крицы прокатывались

¹⁾ Патент 3 января 1847 г. № 11781 на обжимную и прокатную машину для криц выдан Иерониму Брауну. Машину эту Фейрберн считал за наиболее совершенное орудие для обработки криц.

между тремя валками *ABC*. Нижний валок имел на каждом своем конце по широкому фланцу *C*, направляющему оба валка *A* и *B* и предупреждающему всякий продольный сдвиг. Установка верхнего валка производилась по желанию винтом *D*. Валок *B* мог пере-мещаться и отходить в том случае, если проходящая крица произ-водила слишком большое давление. Валок *B* урегулировывался на месте винтами, упира-вшимися в подушки валка. Две шестерни, уста-новленные на обоих винтах, приводились во вращение одновременно одной и той же ше-стерней, ось которой соединялась с гру-зом *F*, позволявшим регулировать давление по желанию. Наклон резьбы винтов был таким, что если давление превышало требовавший пре-дел, то винты поворачивались и валок *B* от-ходил.

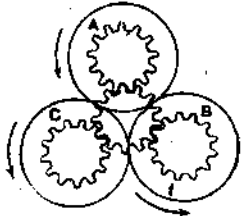


Рис. 71.

На разрезе (рис. 70) изображено положение валков в конце опе-рации. Крица находится у самого выхода из валков, откуда она вываливается на плиту *G*. На этой плите крица сжималась с торцов,

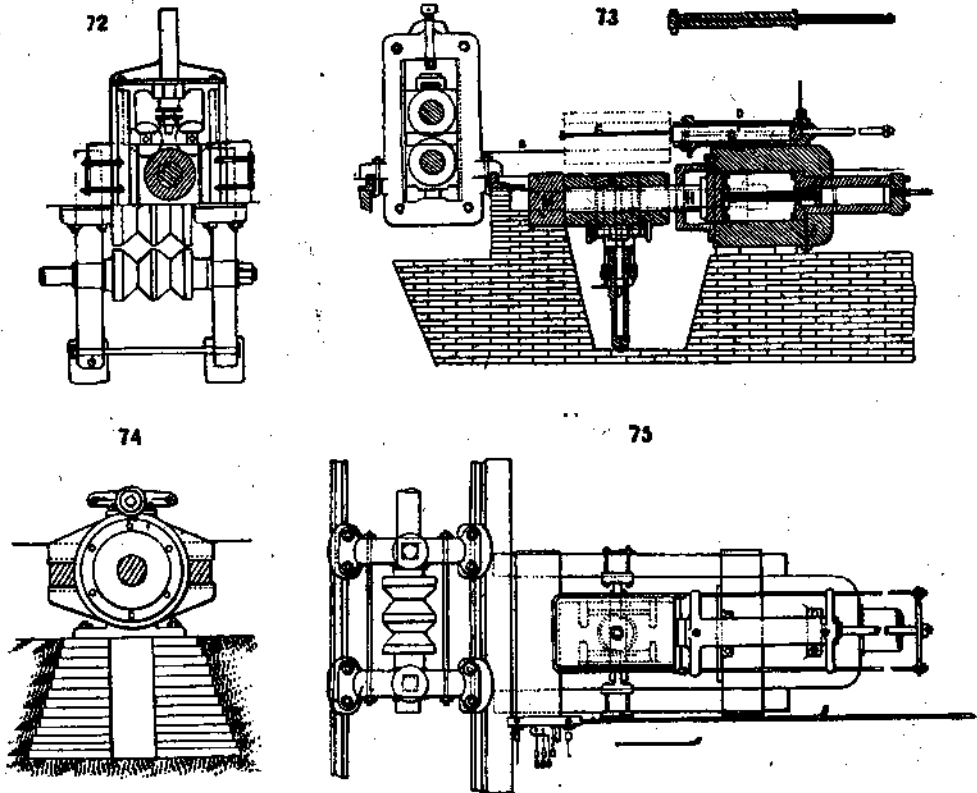


Рис. 72—75.

между закраинной плиты *P* и головкой *H* двухплечного рычага, плечо которого *H'* приводилось в движение шатуном *I*, надетым на шейку кривошипа *J* на оси валка *C*.

Этой машине, представляющей собой настоящий поперечный прокатный стан, однако, предпочитали продольный прокатный стан.

Селлерс ¹⁾ применил для обработки криц непосредственное прессование и повторную прокатку, увеличивая и уменьшая поперечное сечение путем быстрого изменения длины. Он скомбинировал прокатный стан с прессующим механизмом (рис. 72—75).

Крицу из нагревательной печи подавали на вращающийся пресс, превращавший неправильную массу в правильный цилиндр с плоскими торцами. Крицу вытягивали под молотом или в прокатном стане (рис. 74 и 75), пропуская через ручьи несколько раз. Крицу вслед затем помещали на стол *B*. Цилиндр *C*, приводимый в действие гидравлическим поршнем, поднимался, после чего крица захватывалась гидравлическим нырялом *D* и вводилась в цилиндр *C*. После того как освобождалась скалка *G*, цилиндр *C* опускался до упора *M* и поршень *H* гидравлического пресса сжимал металл. По окончании сжатия цилиндр *C* поднимался и ныряло *D'* выталкивало изделие, чем заканчивалась операция. Брусок пропускали затем через чистовой стан или же повторяли предыдущие операции. Точно таким же образом обрабатывали стальные отливки и отливки из других металлов.

Сварка железных пакетов.

Для изготовления болванок или брусков пользуются также обломками и обрезками различных железных изделий. Это производство практикуется издавна на большинстве сталелитейных заводов. Таким образом, получают прекрасные продукты, а самое производство, в особенности вблизи крупных центров, получило очень важное эко-

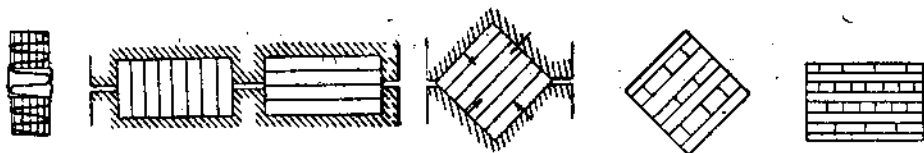


Рис. 76—80.

номическое значение. В настоящее время количество вырабатываемого таким образом сварочного железа составляет от 15 до 25 процентов всего производства.

Мелкий железный лом, как-то: обрезки тонких листов, опилки, стружки, обрезки проволоки, шипы, гвозди, сваривают после нагревания в печи в шаровидные болванки. Затем этот шар подают под пресс и превращают в сваренную во всех своих частях болванку.

Иногда шаровидную болванку проковывают и затем прокатывают на обжимном стане для лучшей сварки ее составных частей. Иногда начерно обжатую болванку грубо прокатывают в полосы, которые затем режут ножницами и из получившихся брусков складывают новые пакеты.

Такого рода железный лом, как, например, обрезки сортового железа, концы старых рельсов, толстых листов, колесные бандажи, разрезанные на куски железные отбросы, полосы сырого железа и т. п. сваривают в пакеты, длина и сечение которых зависят от длины и профиля изготавливаемых изделий.

Пакеты, собранные из мелких обрезков, обычно помещают в нечто вроде коробки, составленной из двух обрезков железных листов (рис. 76). В этой коробке под винтовым прессом связывают обломки

¹⁾ Патент 16 сентября 1876 г.

заклепок, цепей, болтов и полос проволокой, которую натягивают в холодном или в горячем состоянии ¹⁾. Пакет нагревают в печи до белого каления, а затем сваривают и вытягивают в болванку под механическим молотом. При сварке на пакет набрасывают песок, чтобы предупредить образование окалины. Таким образом при правильном выборе обрезков и если только они не ржавые получается прекрасное железо ²⁾. В противном случае обрезки предварительно надо обчистить во вращающемся железном барабане. Что касается способа составления стальных пакетов, то для них необходимо выбирать обрезки из литой или цементованной стали или пудлинговой стали, которые хорошо свариваются. Сталь свариваемых обрезков не должна содержать слишком много углерода. Этим пакетам отдают предпочтение перед отливками в тех случаях, когда необходимо избежать волосовин, пустот, раковин и других дефектов, которые обнаруживаются в крупных стальных непрессованных отливках, как например, в колесных бандажах, кольцах артиллерийских орудий и т. п.

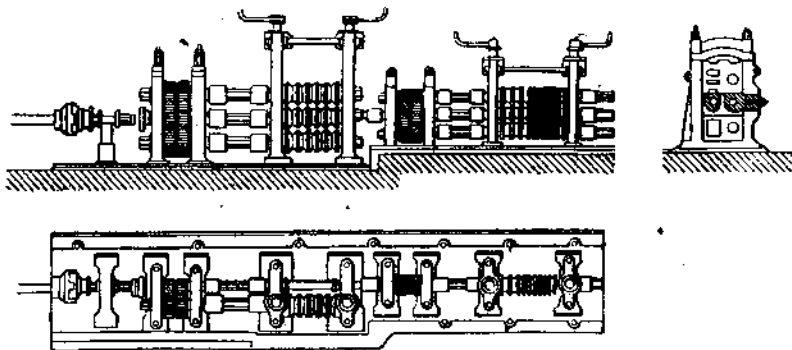


Рис. 81—83.

Точно так же под молотом сваривают пакеты, составленные из брусков сырого железа, длина которых колеблется от 300 до 1 000 мм, а вес от 100 до 1 000 и более килограмм.

Необходимо особенно тщательно отбирать свариваемые в пакеты обрезки. Пакеты можно собирать или из обрезков железа разного качества, или только одного качества в зависимости от требований, предъявленных к готовому продукту, который должен быть совершенно однородным. Отбор материалов производится рабочими, хорошо знакомыми с такого рода укладочной работой.

Вытяжка пакета производится под молотом при одном или нескольких нагревах, число которых зависит от толщины пакета. При длине пакета до 1 метра он сваривается по всей своей длине при одном нагреве. Пакеты большей длины сваривают при двух или трех нагревах, при чем вытяжка, если она производится под молотом, также требует нескольких нагревов, тогда как при прокатке на стане обычно бывает достаточно одного нагрева.

Часто пакет прямо из печи пропускают через сварочный прокатный стан, первые ручки которого устраивают с захватывающими

¹⁾ Иногда пакеты покрывают слоем глины чтобы железо не перегорало, и тем предупреждают потерю металла. Эти пакеты делают толщиной от 150 до 200 мм и шириной от 300 до 450 мм.

²⁾ Сварочное железо высоко ценится при производстве таких деталей машин, как, например, осей, валов, кривошипов, шатунов, тонких листов и т. п.

рубцами. Болванку квадратного сечения затем пропускают через прямоугольные ручки, прокатывая в полосу, которую снова разрезают ножницами для повторной вытяжки.

Валки сварочных станов должны иметь диаметр не менее 300 мм. Валки меньшего диаметра больше вытягивают металл, нежели спрессовывают его, вследствие чего получают продольные волосовины и поперечные трещины. Валкам обычно придают диаметр от 400 до 600 мм при длине полотна от 1 200 до 1 600 мм.

Если пакет прокатывают сразу без предварительной проковки под молотом, то его надо складывать таким образом, чтобы возможно большее количество обрезков прокатывалось на-ребро, так как обрезки, положенные плашмя, изгибаются, расходятся и скользят под давлением и захватом валков, если ручки последних имеют прямоугольное сечение (рис. 77). Если ручки имеют квадратное (рис. 78 и 79), то этот не-

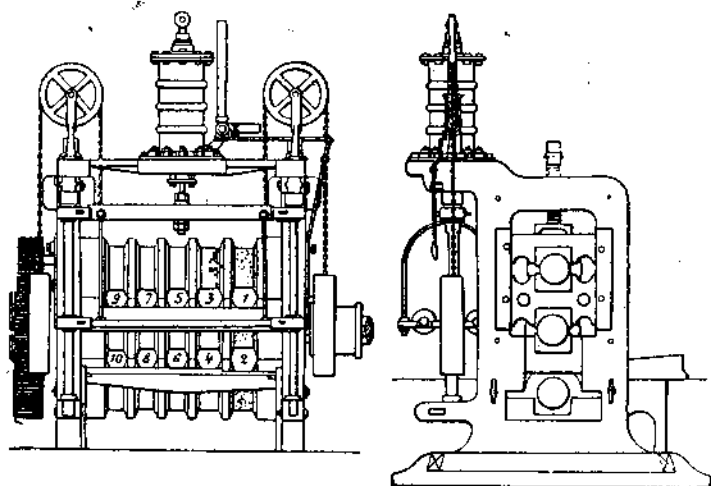


Рис. 84—85.

достаток для двух противоположных поверхностей отпадает, но остается для двух других. Поэтому необходимо, насколько то возможно, укладывать обрезки в пакете вперевязку, т.-е. так, чтобы слои их перекрещивали друг друга (рис. 80). Укладка вперевязку обладает еще тем большим преимуществом, что обрезки лучше свариваются. Такого рода пакеты хорошо свариваются и вытягиваются в станах с прямоугольными ручьями для первых пропусков и квадратными ручьями для последующих пропусков, когда происходит сильная вытяжка изделия.

Болванки выходят из прокатных станов с плоскими гранями более или менее равномерными, но с изъянами, исчезающими при чистовой прокатке, после которой поверхность их заглаживается.

Для сварки и вытяжки крупных пакетов успешно пользуются станом, состоящим из двух клетей-трио, расположенных как показано на рис. (81—83) ¹⁾ и обладающих различными скоростями. Одна из клетей-трио имеет валки большого диаметра, вращающиеся с умеренной скоростью и быстро вытягивающие пакеты.

Валки второй клетки имеют небольшой диаметр и вращаются со значительно большей скоростью, нежели предыдущие. Они вытягивают уже значительно вытянутый перед тем пакет.

¹⁾ Прокатный стан Floral. Патент 6 марта 1880 г.

Как видно на рисунке 83, оси валков второй и первой клетки не лежат на одной линии. Такое расположение вызывается системой привода второй клетки.

В зависимости от характера вытягиваемых пакетов станы составляют из нескольких клеток, устанавливаемых одна за другой.

Например, оборудование мастерской может быть таково:

Обжимной трехклетный стан-трио, приводимый в действие паровой машиной в 300 лощ. сил. Такого стана достаточно для обслуживания около тридцати нагревательных печей.

Для разрезки обрезков или сырого железа, идущего на изготовление пакетов, требуется шесть или восемь ножниц.

Дляковки пакетов установлены три молота с падающими бабами весом от 2 000 до 4 000 килограмм.

Чистовые прокатные станы могут состоять из:

1) Двух станов-трио с валками диаметром 250 мм, приводимые в движение машиной в 350 сил посредством зубчатых передач. Каждый из них дополняется станом-трио с одной парой клеток.

2) Стана-трио с валкам в 550 мм диаметром и пятью клетями, приводи-

мого в движение паровой машиной в 400 сил, делающей 100 оборотов в минуту.

3) Стана-трио с валками в 650 мм диаметром, состоящего из трех пар клеток, приводимого в действие паровым двигателем в 500 сил, делающим 120 оборотов в минуту. Мастерская оборудуется, помимо того, машинами для правки изделий, ножницами и другими инструментами, служащими для окончательной отделки готового железа.

Для сварки и вытяжки пакетов точно так же пользуются станом-трио с трапециевидными ручьями. Ручьи делаются открытыми (рис. 84—86). Сечения их геометрически подобны и уменьшаются в той же пропорции как и квадратные ручьи.

Для лучшей сварки пакет надо вводить в первый ручей таким образом, чтобы он прокатывался на-ребро.

Стан-трио оборудуется уравновешенным паровым подъемником. Этот подъемник после каждого обратного пропуска поднимает пакет по выходе его из нижнего ручья к верхнему ручью. Управление станом очень просто; работает он быстро.

Если в обжимном стане-трио соответствующие нижние и верхние ручьи одинаковы, то одного пропуска пакета вперед через нижний ручей вполне достаточно для придания ему требуемого сечения. При обратном пропуске через верхний ручей болванку кантуют, но сечение не изменяется, а только обжимаются ее боковые поверхности.

Для усиления вытяжки уменьшают отношение $\frac{a}{b}$ высоты к ширине ручья и принимают $a =$ от 0,6 до 0,8 b , а коэффициент вытяжки принимают равным:

$$\lambda = \text{от } 0,40 \text{ до } 0,50.$$

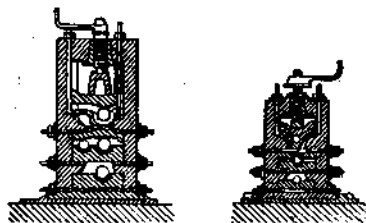


Рис. 86.

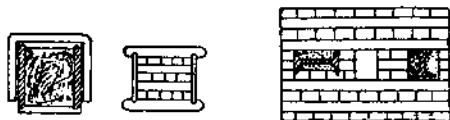


Рис. 87—88.

Принимая $\lambda = 0,50$, отношения сечений ручьев будут:

$$\frac{S}{S'} = \frac{S'}{S''} = \frac{S''}{S'''} = (1 + \lambda) = 1,50.$$

Размеры дальнейших ручьев рассчитываются, принимая, что

$$a' = \frac{a}{\sqrt{1,50}} = \frac{a}{1,22}, \quad a'' = \frac{a}{(1,22)^2} \dots \dots \dots$$

$$b' = \frac{b}{1,22}, \quad b'' = \frac{b}{(1,22)^2} \dots \dots \dots$$

Часто три соответствующих ручья стана-трио имеют различные размеры, для того, чтобы распределить вытяжку приблизительно равномерно на два пропуска болванки вперед и на один пропуск назад.

Соответствующие ручьи лучше располагать попарно, а не по-три, как это сделано в прокатном стане для стали, описание которого приводится дальше.

Для облегчения производства пакетов и для того, чтобы не получить на боковых поверхностях следов сварки, последние собирают с так называемыми покрывками, которые иногда частично охватывают пакет (рис. 87).

Эти покрывки предварительно прокатывают и обрезают до соответствующего размера. Во время сборки пакета их удерживают в раме и связывают проволокой.

Если пакет составляют из обрезков рельсов или профилей, то пустоты заполняют обрезками сортового железа и мелким ломом, чтобы тем обеспечить сварку болванок и избежать образования окалины в пустотах во время нагревов. Нагрев получается тем равномернее, чем меньше объем пакетов и чем меньше отличаются друг от друга сечения обрезков.

Ясно, что при нагреве до высокой температуры тонких пакетов более тонкие обрезки могут сгореть, тогда как более толстые еще не успеют прогреться.

В больших пакетах (рис. 88) при сборке всегда оставляют отверстие, чтобы в него можно было вставить рычаг, подвешенный к крану, подающему пакет к молоту.

Правильное изготовление пакетов, предназначенных для крупных поковок, чрезвычайно важно с точки зрения их сопротивления и полноты сварки отдельных частей.

Петен и Годэ (Petin et Godet)¹⁾ предложили применение брусков или мильбарсов из волнистого железа, различного профиля, которые собирают таким образом, чтобы получить пакет определенных размеров.

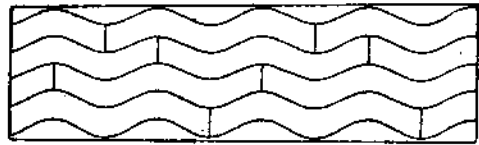


Рис. 89.

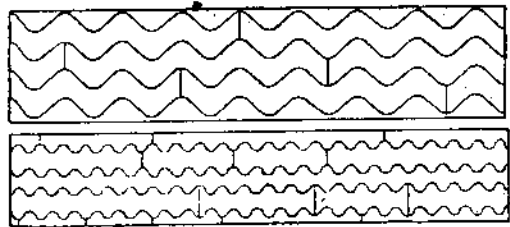


Рис. 90—91.

¹⁾ Патент 16 марта 1868 г.

Этого рода железо получается в обжимном заготовочном стане с соответствующими ручьями.

Мильбарсы волнистого железа (рис. 89 и 90) должны располагаться таким образом, чтобы их вертикальные стыки по возможности не совпадали друг с другом.

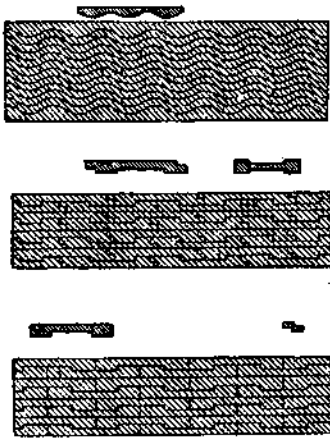


Рис. 92—94.

Волнистое железо сверху и внизу пакета, образующее крышки, представляет две совершенно параллельных наружных поверхности.

Барбуин (Barbois)¹⁾ предложил составлять пакеты из мильбарсов специальных профилей, укладывая их друг в друга, как показано на рис. 92—94.

Если пакеты предназначаются для изготовления цилиндрических изделий, как-то муфт, колец, бандажей и т. п., то их составляют из одной или нескольких полос, свертывая последние плашмя в спираль в одну или в обе стороны, как то показано на рис. 95.

Внутри свертков помещают бруски по образующим цилиндра или наклонно к этим образующим. Сварку производят под молотом, или в прокатном стане. Иногда полосу навивают спирально (рис. 96).

этого прокатывают специальные профили, которые входят друг в друга, не допуская сдвигов. Таким способом облегчается сварка, увеличиваются поверхности соприкосновения и достигаются все выгоды

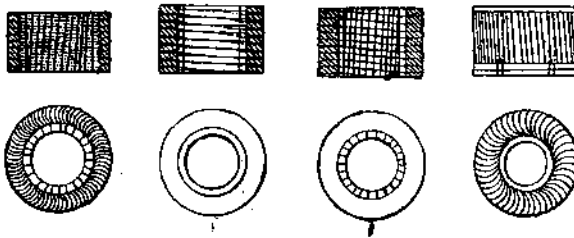


Рис. 95.

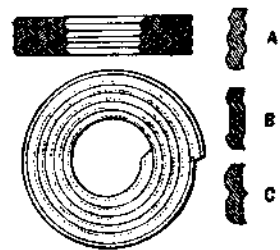


Рис. 96.

сварки плашмя перед сваркой на-ребро. Такое расположение материалов дает особенно благоприятные результаты при изготовлении крупных колец²⁾, которые предпочитают выделывать из сварочного, а не из литого железа.

Прокатка отливок.

Литые болванки точно также подвергают вытяжке с целью улучшения качества металла путем сжатия его кристаллоидов. Вытяжку производят под молотом, под прессом или на прокатном стане.

Вытяжка под молотом представляет собой очень простую операцию. Она особенно применяется к стальным отливкам. Вытяжку

¹⁾ Патент 9 ноября 1864 г.

²⁾ Патент 23 мая 1883 г.

отливок крупных размеров, производят под молотом простого действия. При небольших и средних размерах отливок пользуются молотом двойного действия.

Ковать под молотом надо достаточно энергично, чтобы сжатие распространилось на всю проковываемую часть отливки и чтобы вызвать некоторую вытяжку для образования бруска.

Точно так же пользуются и прессом, как, например, при ковке больших масс стали средней твердости, которые проковывают до самой сердцевины, так как штамп охватывает отливку по всей ее окружности. Ковке под молотом надо отдать предпочтение перед прессованием особенно для металлов способных выдерживать удары, так как в первом случае металл больше обжимается и становится более плотным во всех своих частях.

Сечение болванки из литой стали должно превышать сечение готового изделия примерно в четыре или пять раз. Это необходимо для достижения однородности металла и для уменьшения явлений ликвации и придания ему надлежащей кристаллической структуры и улучшения его свойств.

Никогда не следует пользоваться большим коэффициентом вытяжки. Коэффициент этот должен быть возможно меньше, но величина его все-таки должна вести к необходимому улучшению качества металла; в противном случае повышается стоимость производства.

Вытяжка таких сплавов как латунь, дуралюминий и другие должна быть более или менее значительной и часто сопровождается различными неожиданностями. Так, например, вытяжка повышает сопротивление разрыву сплавов из алюминия и цинка, если только содержание последнего не превышает 15%. При более высоком содержании цинка наибольшим сопротивлением разрыву обладают бруски, подвергшиеся меньшей вытяжке, при чем это явление проявляется тем резче, чем больше содержания цинка. Так, например, сплав, содержащий 25% цинка при толщине бруска в 32 мм, обладает сопротивлением в 42 кг/мм² и сопротивлением только в 36 кг/мм² при толщине бруска в 22 мм. Сплавы, содержащие большее количество цинка, плохо поддаются ковке, прокатке и волочению.

Вытяжка отливок на прокатном стане чаще всего имеет целью уменьшить их поперечные сечения и производится при изготовлении заготовок для призматических или профилированных изделий, которые затем прокатывают в чистовом стане.

Медные и стальные отливки обжимают в станах квадратными или прямоугольными ручьями. Так, например, медную отливку (сечением 200 × 300 мм) по выходе из изложницы прокатывают в стане-дуо с двумя первыми рубчатými ручьями.

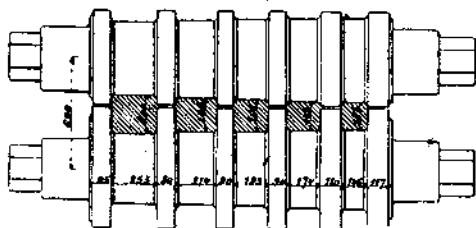


Рис. 97.

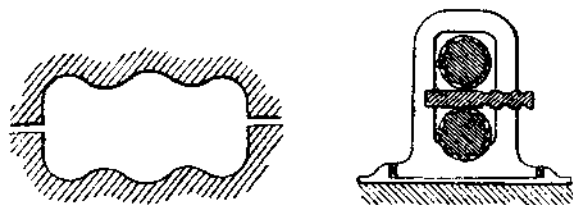


Рис. 98—99.

Отливку пропускают через каждый ручей дважды, кантуя каждый раз на 90°.

Отливке придают цилиндрическую форму с диаметром 100 мм и разрезают на куски длиной от 800 до 1000 мм, отрезая торцы длиной приблизительно 100 мм. Вслед затем отливки обдирают на токарном станке, снимая наружный слой металла, в котором встречаются трещины и раковины, получившиеся при вытяжке.

С токарного станка отливку переносят в печь, после чего снова прокатывают в круглые бруски, которые иногда разрезают, а иногда и нет, в зависимости от дальнейшего уменьшения их диаметра при последующей вытяжке. Таким же образом поступают с различными сплавами, для которых надо хорошо знать критические температуры их текучести. Так, например, сплавы алюминия и цинка, содержащие последнего до 25%, можно прокатывать при температурах от 300 до 400°. Эти сплавы склонны к образованию трещин, а потому обжим отливок при первых пропусках должен быть очень небольшим. При содержании цинка менее 25% текучесть сплава недостаточна, чтобы его можно было прокатывать как в холодную, так и в горячую.

У крупных стальных отливок отрезают заусеницы, отбивают или срезают литники. Если то надо, болванки нагревают и затем проковывают под молотом или прокатывают на стане.

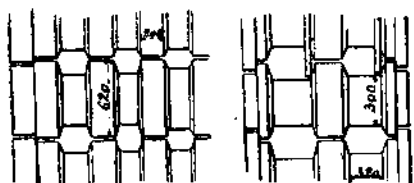


Рис. 100.

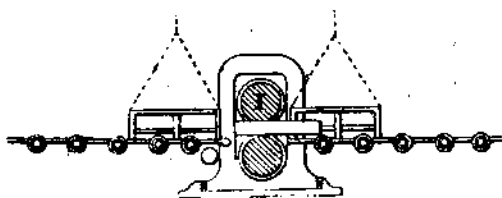


Рис. 101.

Если отливка должна прокатываться между плоскими валками, то ее желательно предварительно проковать, так как такая прокатка больше вытягивает изделие, нежели улучшает качество металла, в особенности, если диаметры валков не соответствуют толщине отливки.

Для вытяжки этих отливок лучше всего пользоваться валками из литой стали с прямоугольными ручьями, обжимающими металл по всей его окружности (рис. 97).

Для первого пропуска металла точно так же пользуются ручьями волнистого сечения или ручьями с зубцами (рис. 98 и 99).

При последующем пропуске в гладких ручьях (рис. 100) отливки обжимаются и металл при этом выравнивается, подвергается также местному сжатию, делающему его более здоровым. Уменьшение сечения при каждом пропуске равняется от 15 до 30 процентов. Иногда, вместо того чтобы кантовать отливку и прокатывать по всем поверхностям, ее сжимают в 8 или 9 пропусков до толщины в 100 мм, после чего прокатывают на-ребро.

Чтобы избежать затруднений, встречающихся при применении реверсивных станов ¹⁾ и станов-трио, станы устраивают с двумя парами валков, устанавливая их приблизительно на одном уровне торцем к торцу, при чем одну пару несколько впереди другой. Таким образом приводный вал нижнего валка дальней пары про-

¹⁾ Прокатка для уменьшения размеров отливок путем изменения направления вращения двигателя или реверсивная прокатка была впервые применена Рамсботтом, директором завода в Среве.

ходит рядом с нижним валком ближайшей пары, которая приводит во вращение шестереночной передачей. Обе пары валков вращаются в обратных направлениях. Пакет или отливку, пропущенные через одну из пар, можно немедленно же пропустить обратно через другую пару валков (рис. 102—103) ¹⁾.

Отливка по выходе из валков, например, из валков клетки *P* попадает на салазки *Q*, лежащие на роликах *R*. Салазки поднимают краном и переносят вместе с отливкой на ролики второй клетки и пропускают последнюю через вторую пару валков *P'*.

Отливка выходит вторично на такие же салазки, которые другой кран относит к валкам *P* для пропуска в следующий ручей.

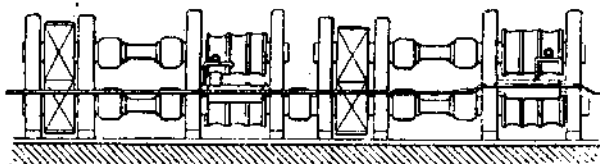


Рис. 102.

Прокатываемую отливку часто называют блумом, а обжимной стан для первичного обжима — блумингом.

Диаметр валков блумингов колеблется от 800 до 1 100 мм, а мощность от 15 000 до 35 000 лш. сил для главного стана и от 3 000 до 4 000 лш. сил — для вспомогательных механизмов.

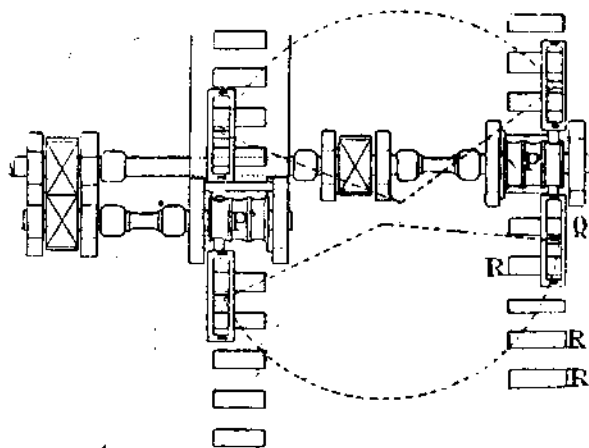


Рис. 103.

Прокатка блумов тем экономичнее, чем больше давление, так как с одной стороны энергетический объемный коэффициент машин при сильных обжимах меньше, нежели при слабых, а так как с другой стороны, число пропусков меньше, то требуется меньше вспомогательных операций. Так, например, при прокатке отливки толщиной в 600 мм в блум толщиной 140 мм в двадцать пропусков часовая производительность стана равняется 70 тоннам, тогда как при прокатке того же

блума в 30 пропусков производительность стана понижается до 50 тонн в час, даже при большей скорости валков.

Полная продолжительность прокатки блума равняется 150 секундам, из которых 50 секунд затрачивается на собственно прокатку и 100 секунд на реверсирование стана и другие вспомогательные операции.

■ Блуминг-трио с чередующимися ручьями.

В блуминг-трио системы Биллингс (Billings) ²⁾, изображенном на рисунке 104, в ручьях валков устроены рубцы, сходные с сильно закругленными шестереночными зубцами, при чем ручьи снабжены

¹⁾ Стан Скотта, патент 1875 г.

²⁾ Патент 1875 г.

буртиками, удерживающими металл с боков. Рубцы, высота которых колеблется от 20 до 40 мм, производят энергичное сжатие металла.

Отливку сечением 300×300 мм пропускают через ручей № 1 (275×300 мм), затем пропускают обратно через ручей № 2 (250×300 мм). После этого отливку поворачивают на-ребро и пропускают в ручей № 3 (275×250 мм), затем пропускают обратно через ручей № 4 (250×250 мм) и так далее до тех пор, пока не получат требующегося профиля. После этого заглаживают поверхность, пропуская отливку через гладкие ручки U, U' или U_1, U'_1 . Для отливок толщиной 300 мм достаточно валков с диаметром от 450 до 500 мм, для более толстых отливок требуются валки диаметром от 600 до 650 мм. Скорость на окружностях валков колеблется от 0,50 до 1,00 метра в секунду. При

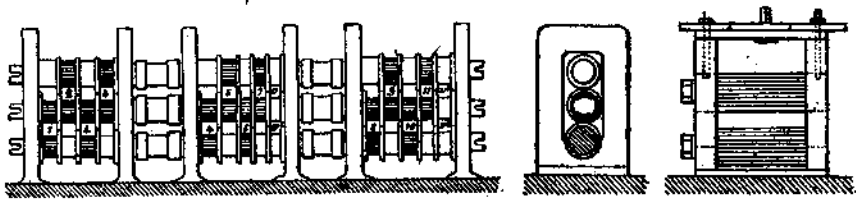


Рис. 104—106.

устройстве ручьев механическая работа понижается вчетверо против той, которая требуется при гладких валках. Такой стан может пропускать около 10 тонн отливок в час.

Для обжима пакетов, составленных из железных или стальных обрезков, пользуются двумя парами рубчатых и одной парой гладких валков. Отливки для производства листов обжимают между двумя валками с продольными рубцами без буртиков и обыкновенным нажимным приспособлением (рис. 105 и 106).

Блуминг-трио с переменными расстояниями между валками.

Чтобы сократить оборудование прокатного цеха, станы-трио устраивают с двумя подвижными валками (рис. 107—109)¹⁾, вследствие чего расстояния между ними можно изменить в довольно широких пределах.

Нижний валок *A* делается неподвижным, средний валок *B* в целом или отчасти уравновешенный, перемещается вертикально гидравлическим поршнем двойного действия. В своем нижнем положении он поддерживается выступами *M* клетей (рис. 108). В верхнем положении валок упирается своими шейками в подушки *N*, передающие давление винтам. Верхний валок поддерживается уравновешивающими грузами, вследствие чего постоянно упирается на нажимные винты. При таком устройстве, при неизменном положении винтов, если средний валок сместить, то валки занимают расположение, изображенное на рис. 107—109.

При положении валков, изображенном на рис. 108, болванки прокатывают между нижним валком *A* и средним валком *B*.

При положении валков, изображенном на рис. 109, прокатку производят между валками *B* и *C*. Таким образом, для последовательной

¹⁾ Патент Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la marine et des chemins de fer. 31 августа 1892 г.

прокатки через верхние и нижние ручки достаточно переместить средний валок *B*. Завинчивая или отвинчивая нажимные винты, т. е. перемещая валок *C*, а также перемещая средний валок, образуют новые руны. Рисунки 110—112 изображают валки стана, применяющиеся для обжима стальных отливок. На рис. 110 валки изображены в положении, одинаковом с положением валков обыкновенного стана-трио. На рис. 111 валки раздвинуты на 50 мм больше против первого положения. На рис. 112 валки раздвинуты еще больше—на 100 мм.

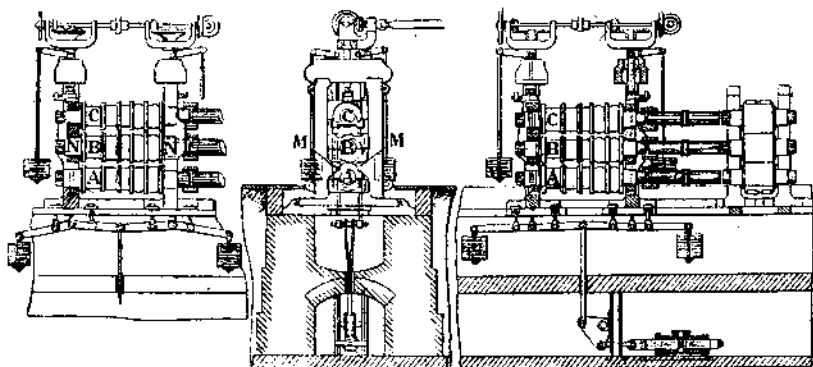


Рис. 107—109.

Для прокатки отливки в 350×350 мм сечением, ее последовательно пропускают через ручки №№ 21, 22, 21, 22, 13, 14, 15, 16, 25.

Прокатку отливки сечением 350×400 мм ведут последовательно в ручьях №№ 11, 12, 21, 22, 21, 22, 13, 14, 15, 16, 25.

Для прокатки отливки в 350×450 мм пользуются ручьями №№ 11, 12, 21, 22, 21, 22, 13, 14, 15, 16, 15.

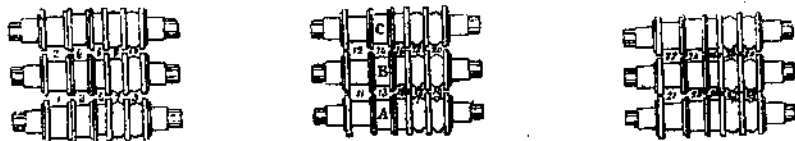


Рис. 110—112.

Для прокатки в блуминге-трио с валками диаметром в 500 мм отливки сечением 200×200 мм и весом в 300 кг в бруски сечением 65×65 мм требуется 11 пропусков.

Для прокатки в блуминге-трио с валками диаметром 600 мм отливки сечением 160×160 мм, весом 600 кг в бруски сечением 65×65 мм требуется 7 пропусков.

Продолжительность пропусков колеблется от 1 до 7 секунд, а промежуток между пропусками — от 3 до 6 секунд.

Можно также привести много других примеров. При таком устройстве обжимных валков количество смежных валков, которые надо держать на складе, можно значительно уменьшить.

В Северо-Американских Соединенных Штатах блумингами-трио пользуется большинство заводов. Точно так же и в Европе для большей скорости и экономичности изготовления полуфабрикатов пользуются

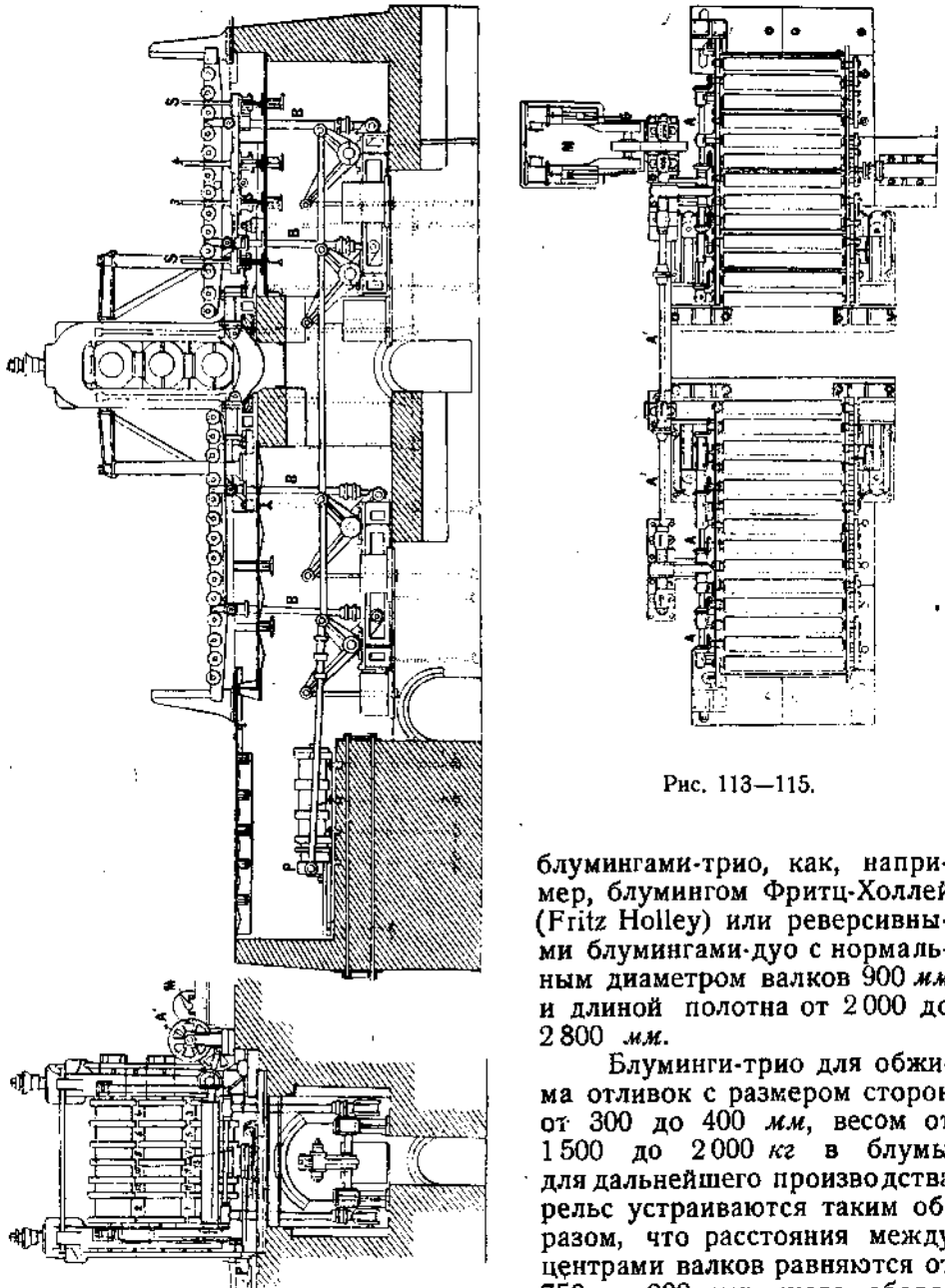


Рис. 113—115.

блумингами-трио, как, например, блумингом Фритц-Холлей (Fritz Holley) или реверсивными блумингами-дуо с нормальным диаметром валков 900 мм и длиной полотна от 2000 до 2800 мм.

Блуминги-трио для обжима отливок с размером сторон от 300 до 400 мм, весом от 1500 до 2000 кг в бумы для дальнейшего производства рельс устраиваются таким образом, что расстояния между центрами валков равняются от 750 до 900 мм; число оборотов 45 или более в минуту.

Блуминг-трио Фритц-Холлей (рис. 113—115) имеет валки диаметром 900 мм с шириной полотна в 2250 мм с двенадцатью открытыми ручьями прямоугольного сечения. Блуминг оборудован подъемным столом, выполняющим механически все вспомогательные прокатные

операции. Мостовой кран, подающий заготовки из печи, опускает отливку в опрокидыватель (рис. 116). Последний под действием гидравлического поршня поворачивает отливку горизонтально и кладет на рольганг, подающий ее к валкам стана (рис. 117) в ручей № 1. Отливка возвращается обратно через ручей № 2, ее кантуют на $\frac{1}{4}$ оборота и пропускают в ручей № 3 и так далее до ручья № 12. Обжим в каждом ручье равняется, примерно, 300 мм.

Все операции производятся посредством столов, предложенных Георгом Фритцем (Georges Fritz). Эти столы поднимают отливку на требующуюся высоту, вталкивают между валками, кантуют ее и подводят к тому ручью, через который ее требуется пропустить.

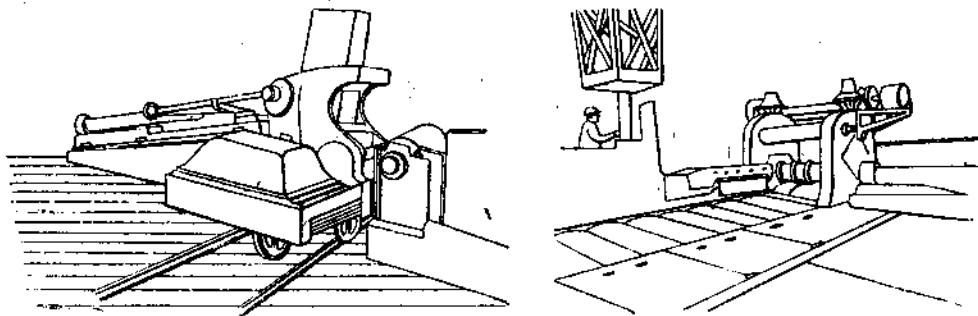


Рис. 116—117.

Столы состоят из двух прочных железных рам с роликами. Рамы помещаются горизонтально и удерживаются четырьмя вертикальными штангами *B*, сочлененными с трехплечими рычагами, установленными в фундаменте. Столы уравниваются контргрузами. Длинная горизонтальная штанга соединяет все четыре качающиеся рычага с гидравлическим поршнем *P*, сообщая им колебательное движение, что вызывает подъем и опускание столов.

Ролики рольганга вращаются коническими шестернями, укрепленными шпонками на валах *A*, идущих сбоку по всей длине столов. Эти валы вращаются небольшим двухцилиндровым реверсивным двигателем *M* посредством трех шестерен и шарниров, передающих движение от неподвижного установленного вала *A'* к подвижному валу *A*. Последний поднимается и опускается вместе со столом.

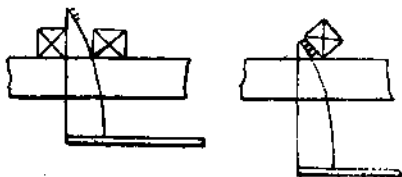


Рис. 118.

Каждые три ролика приводятся в действие только одной конической шестерней. Каждый приводимый ролик сцеплен с двумя соседними роликами пятью шестернями, расположенными на другом конце стола и изображенными в разрезе на рис. 114 для трех последних левых роликов.

Иногда реверсирование роликов производится автоматически.

Для перемещения отливки поперек стола для того, чтобы ее можно было подавать в соответствующий ручей или кантовать, имеется кантовальный аппарат; он состоит из тележки на 16 роликах, которая

расположена под столом (рис. 113). Последняя передвигается гидравлическим поршнем P' параллельно валкам стана. Эта тележка имеет четыре гребенчатых подхвата саблевидной формы, проходящие между роликами стола таким образом, что они выступают над столом, когда последний занимает свое нижнее положение. В этом случае, приводя в движение тележку посредством поршня P' , можно передвигать отливку поперек стана (рис. 118).

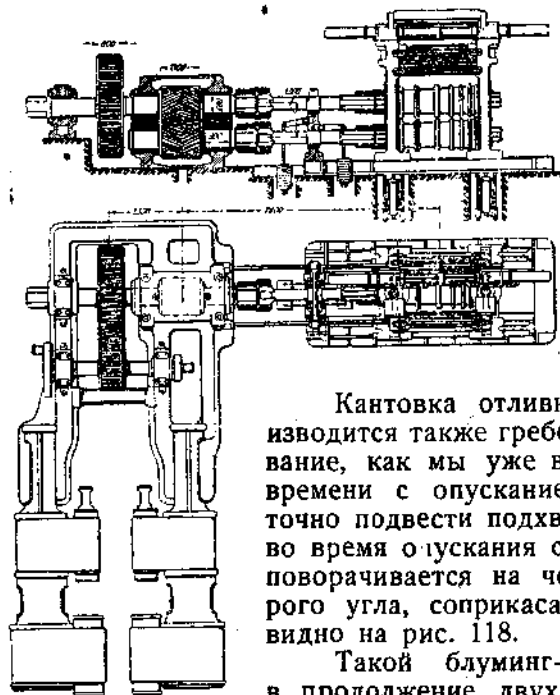


Рис. 119—120.

Кантовальный аппарат устраивают только у переднего стола, так как роль заднего стола ограничивается подъемом болванки, выходящей из нижнего ручья к верхнему ручью, находящемуся поверх предыдущего.

Кантовка отливки на четверть оборота производится также гребенчатыми подхватами. Кантование, как мы уже видели, должно совпадать по времени с опусканием стола. Для этого достаточно подвести подхваты под один из углов блума во время опускания стола. Блум, таким образом, поворачивается на четверть оборота вокруг второго угла, соприкасающегося со столом, как то видно на рис. 118.

Такой блуминг-трио прокатывает отливку в продолжение двух минут и может пропускать в течение 24 часов 800 тонн металла. Блуминг приводится в действие горизонтальной одноцилиндровой паровой машиной, вращающей непосредственно средний валок и делающей 45 оборотов в минуту. Диаметр цилиндра этой машины 900 мм, ход поршня 1800 мм, давление пара 5 атмосфер. Маховик весит 60 тонн и имеет 7,50 метра в диаметре. По выходе из блуминга блум, длина которого равняется 7—8 метрам, направляется по рольгангу к ножницам, обрезающим его концы и разрезающим на пять брусков по 300 кг весом каждый. Бруски с поверхностными изъянами передаются под 2,5-тонный молот, а затем помещаются в печь.

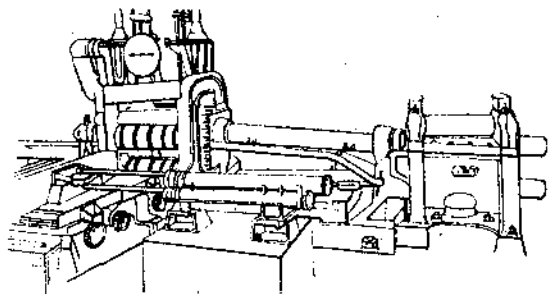


Рис. 121.

На рис. 119 и 120 изображен блуминг-дуо, приводимый в действие паровой машиной-тандем со сдвоенными цилиндрами. Шестереночная клеть очень больших размеров. Сцепные муфты и шпиндели в значительной мере уравновешены грузами. Валки рабочей клетки поднимаются нажимными винтами; последние, в свою очередь, приводятся во вращение электромоторами. Вес валков уравновешивается гидравли-

ческим давлением. Эти блуминги отличаются как простотой конструкции, так и мощностью. Все части их рассчитываются с большим запасом прочности. Зубцы шестерен обрабатываются на станках, и все эти шестерни помещаются в коробке, заполненной маслом или специальным

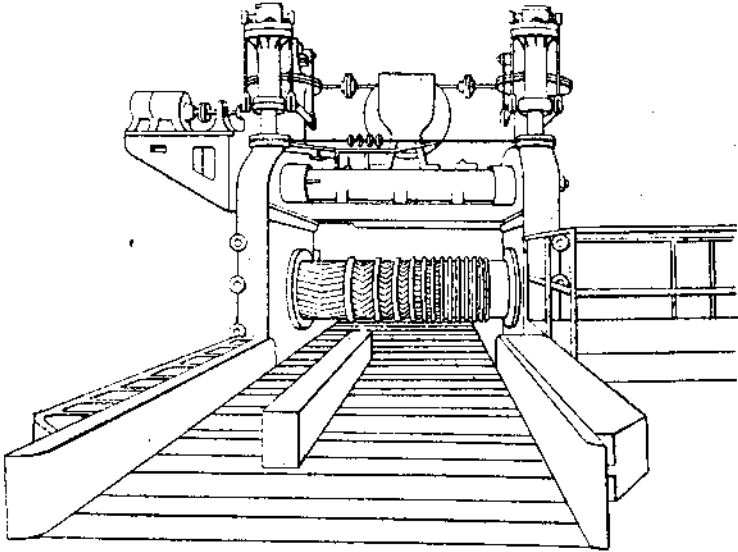


Рис. 122.

салом, как, например, калипсолом, широко применяющимся для смазки прокатных станов.

На рис. 121 изображено устройство клетки-дуо, аналогичное предыдущему. На этом рисунке можно видеть приспособление, на-

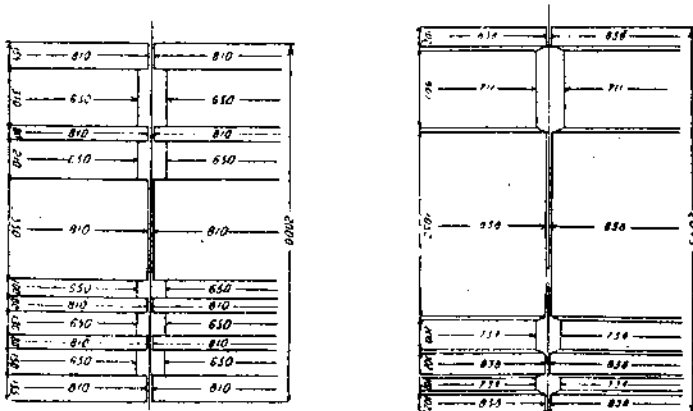


Рис. 123—124.

правляющее отливку и перемещающее ее в сторону для подачи в ручей.

На рис. 122 изображена видоизмененная конструкция блуминга с иным расположением частей, вызывающих вертикальное передвижение вала. Обжимные ручки имеют шевронные зубцы. Первый

пропуск производится против одного из концов валков. Отливку при устройстве валков, изображенном на рис. 123 и 124, часто пропускают первый раз против середины валков между двумя гладкими поверхностями, не имеющими буртиков.

Устройство ручьев, изображенных на рис. 123 и 124 применяется в станах с производительностью в 500 тонн в 12-часовую смену. Такая производительность имеет место при небольшом обжиге отливок, при котором длина их увеличивается не свыше чем в пять или шесть раз. Продолжительность прокатки—около 40 секунд при 7 пропусках или 50 секунд при 9 пропусках.

Крупные блуминги приводят также в действие реверсивными электромоторами, мощность которых достигает 6 000—10 000 лш. сил.

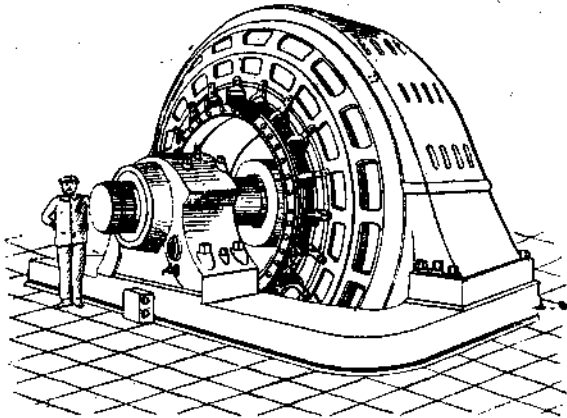


Рис. 125.

Блуминги приводятся в действие моторами постоянного тока. Такого рода мотор, установленный заводом Société Alsacienne de constructions mécaniques de Belfort на заводах Нижней Луары в Триньяке, мощностью в 10 000 сил при ста оборотах в минуту, изображен на рис. 125.

Приводимый им блуминг состоит из клетки с валками диаметром 1 000 мм и шириной полотна 2 650 мм.

Размеры прокатываемых отливок: 525×525 и 650×570 мм.

Вес отливок от 3 000 до 4 000 кг.

В нижеследующей таблице приводятся размеры блумов, прокатываемых из отливок этих двух размеров, и соответствующее им количество пропусков.

Сечение отливки 525×525 мм		Сечение отливки 650×580 мм	
Сечение блумов мм	Число пропусков	Сечение блумов мм	Число пропусков
200×170	15	200×180	19
190×190	15	190×190	19
160×160	17	160×160	21

Производительность стана в один час:

55 тонн блумов из стали с удлинением 10,7%.

45 тонн тех же блумов из твердой стали.

Мотор постоянного тока: напряжение 0 ± 1000 вольт, наибольший момент вращения 145 тонно-метров при скорости в 0 ± 50 оборотов в минуту. Скорость мотора можно изменять от 50 до 150 оборотов в минуту при постоянной мощности и понижающемся моменте вращения. Максимальная мощность 10 000 лш. сил, средняя мощность 3300 лш. сил.

Этот мотор питается током от преобразователя (с переменным числом оборотов от 340 до 450 в минуту). Преобразователь состоит из:

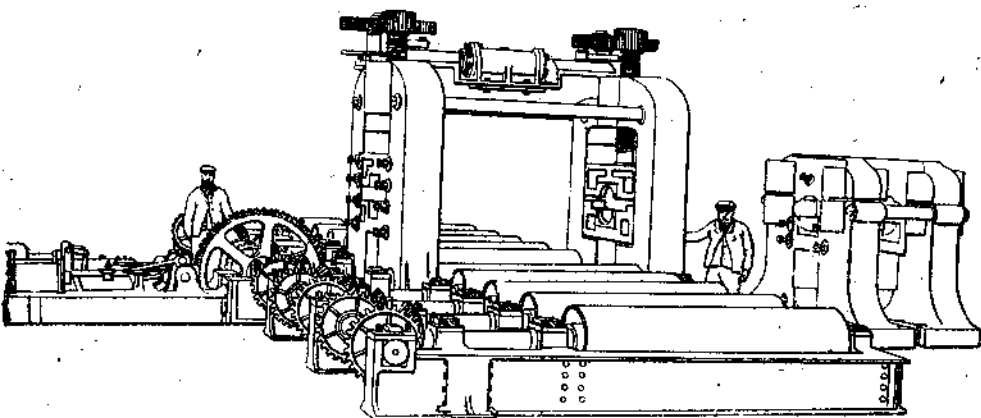


Рис. 126.

- 1) мотора постоянного тока напряжением 450 вольт, мощностью от 1500 до 2200 лш. сил;
- 2) двух последовательно соединенных генераторов напряжением $0 \pm 2 \times 500$ вольт, мощностью 2×1330 лш.

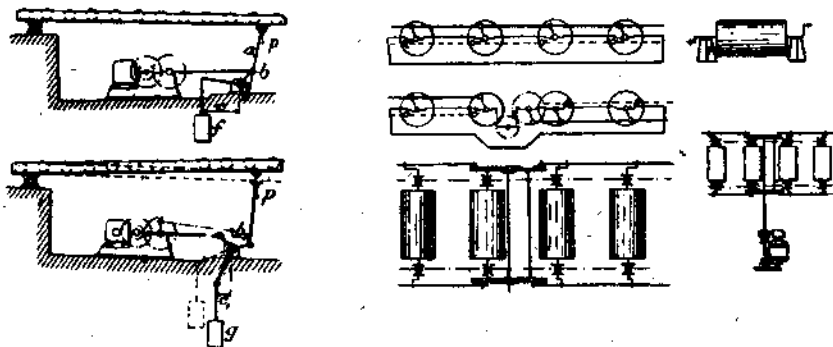


Рис. 127—129.

3) маховика весом 35 тонн с наружным диаметром 3,80 метра.

На рис. 126 изображен блуминг, устройство которого одинаково с предыдущим. Блуминг этот — дуо; валки, не изображенные на рисунке, имеют диаметр 1000 мм и весят от 14 до 15 тонн.

Блуминг приводится в действие реверсивной паровой машиной.

Нажимные винты, действующие на верхний валок, приводятся в действие гидравлическим поршнем, установленным на верхней балке. Верхний валок уравновешен грузами, установленными под платформой. Ролики, образующие стол стана, приводятся во вращение паровой

двухцилиндровой реверсивной машиной, передающей движение посредством ряда конических передаточных шестерен.

Рольганг чаще всего приводят во вращение кривошипным механизмом (рис. 129) и штангами, проходящими по обе его стороны. Кривошпы устраиваются под углом в 90° друг к другу во избежание мертвых точек. Кривошипный рольганг обладает тем свойством, что работает совершенно бесшумно даже при больших скоростях.

Подъемные столы в настоящее время приводят в действие электромоторами. Для предупреждения повреждений моторов при резких пусках в ход они соединяются фрикционными муфтами. Стол уравнивается контргрузами (рис. 127 и 128). Эти столы уже не

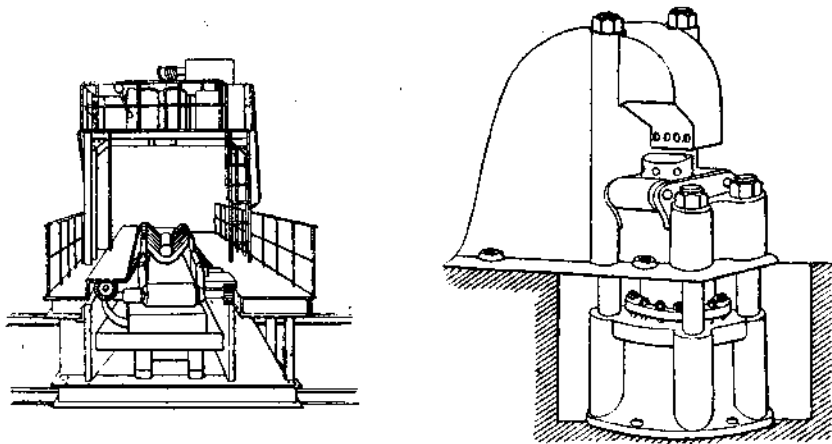


Рис. 130—131.

ставят неподвижно впереди станов, а придают им поперечное движение параллельно оси последних, что позволяет подавать отливку к требующемуся ручью. На рис. 130 изображен подвижной стол, направляющий отливки посредством специального корытного манипулятора.

Для прокатки блюмов сечением 100×100 мм предпочитают пользоваться блумингом-дуо, нежели трио, так как блюмы получаются слишком длинными для подъемных столов.

Разрезка и обрезка блюмов.

По выходе блюма из прокатного стана обычно обрезают оба его конца, так как металл этих частей не отличается однородностью.

Количество обрезков зависит от характера изделий. Иногда блум обрезают соответственно заданным размерам. Куски подают в печи, расположенные против соответствующих концов станов.

Разрезку блюмов производят сильными ножницами, как, например, изображенным на рис. 131¹⁾, приводимыми в действие гидравлическим поршнем простого устройства. Эти ножницы пригодны для средних сечений (180×180 мм или 450×80).

Гидравлические ножницы в 1 000 тонн могут резать блюмы сечением до 500×200 мм.

Ножницы для разрезки блюмов сечением до 800×300 мм принимают значительные размеры, как то видно на рис. 132.

¹⁾ Завода Henry Berry and Co, Leeds.

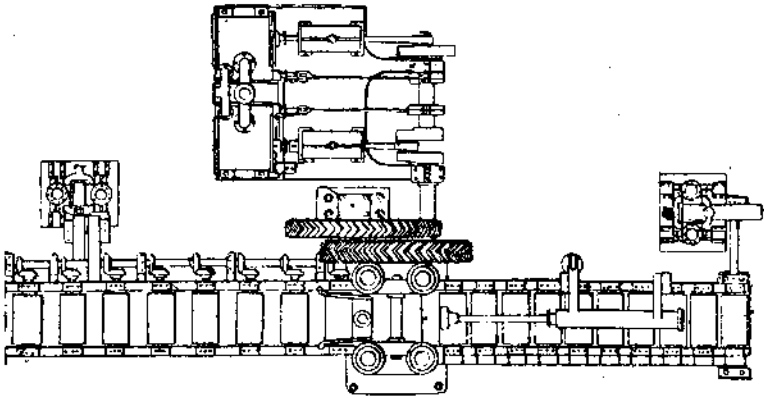


Рис. 132.

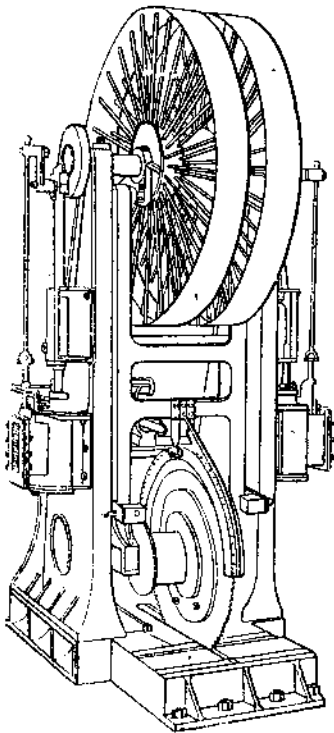


Рис. 133.

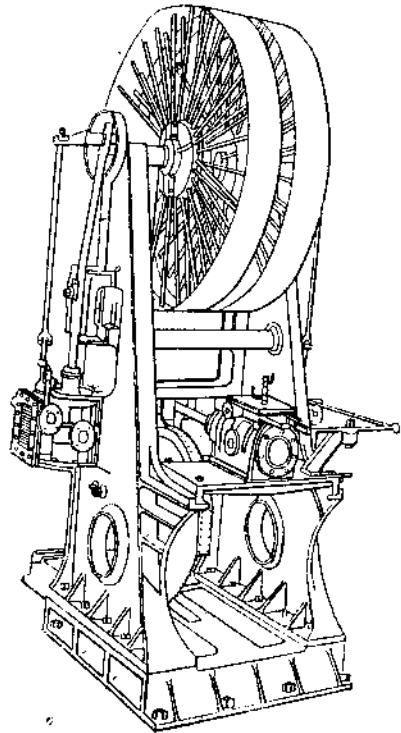


Рис. 134.

Эти ножницы приводятся в действие паровым двигателем с двумя цилиндрами диаметром 700 мм. Передаточные шестерни делаются шевронными. При разрезке отрезок поддерживается гидравлическим нырялом. Ножницы обслуживаются двумя рольгангами, приводимыми в действие паровыми вертикальными машинами.

Торцы обжатых на прокатном стане блумов обрезают также циркулярной пилой. На рис. 133 и 134 изображены маятниковые пилы для резки блумов сечением 250×250 мм.

Оба приводных механизма вращают непосредственно верхний вал с двумя железными шкивами, ремни которого вращают пилу со скоростью в 1500 оборотов в минуту.

Пила подается вперед паровым поршнем, действующим посредством шатуна на раму, в которой вращается вал пилы.

Стол, на который помещают блумы, имеет по оси прорезь для прохода пилы. Под прорезью помещается бак с водой, в которую погружается пила для охлаждения.

Для обрезки крупных стальных блумов толщиной до 700 мм точно так же пользуются ленточными пилами. В первой части настоящей книги уже говорилось, что для разрезки блумов малого и среднего сечений можно успешно пользоваться гладкими дисками.

ГЛАВА II.

Производство сортового железа и катаной проволоки.

Ковка квадратного и полосового железа.

Полосовое железо вытягивают из болванок под молотом или прокатывают на стане.

Вытяжка под молотом в настоящее время почти совершенно оставлена. Она сохранилась только в исключительных случаях при изготовлении мелких железных, стальных и медных полос, тогда как в прежнее время этот способ был единственным способом производства такого рода изделий.

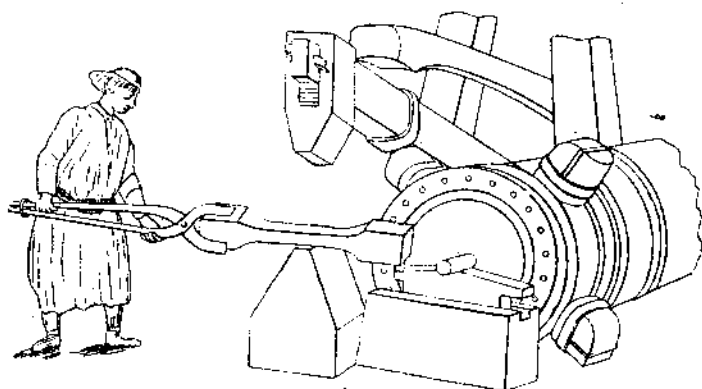


Рис. 135.

Вытяжка полос под молотом возможна только при простом сечении железа, а именно квадратном, или прямоугольном.

Вытяжка производится быстрыми ударами, которые наносят попеременно по обеим сторонам полосы. Обработка металла ударами, сопровождающаяся последовательными нагревами, улучшает его качества, повышает вязкость и текучесть, вследствие сближения его кристаллоидов.

Хорошо прокованное железо высокого качества обладает совершенно гладкой поверхностью, лишенной каких-либо изъянов.

Вытяжка чаще всего производилась под лобовым или хвостовым молотом, действующим более или менее быстрыми ударами, в зависимости от сечения полосы. Приводимое ниже описание процесса заимствовано нами из „Энциклопедии“.

На рис. 135 изображена операция ковки или вытяжки болванки. Кузнец брал болванку клещами, зажимаемыми кольцом, и придавал ей

четырёхугольное сечение ударами молота, действуя попеременно на различные ее поверхности и одновременно подавая ее поперек наковальни так, чтобы удары не ложились все время по одному месту.

Вследствие этого болванка удлинялась и принимала в своей средней части требующееся плоское сечение. Вслед затем нагревали один из концов болванки, который вытягивали точно таким же способом. Полосу затем выравнивали на наковальне как показано на рис. 136, нанося удары то плашмя, то по ребрам, и заглаживали все следы бойка, получившиеся при вытяжке, и вместе с тем формовали грани углов. При этой операции подручный обрызгивал бабу и наковальню водой, что способствует отделению окалины с поверхности металла. После этого поверхность полосы выглаживали от всех неровностей, оставленных бабой.

Молотом пользовались также для вытяжки толстых полос в более тонкие, ровные и гладкие полосы, применяющиеся для производства различных скобяных изделий. Для этого толстую кованую по-

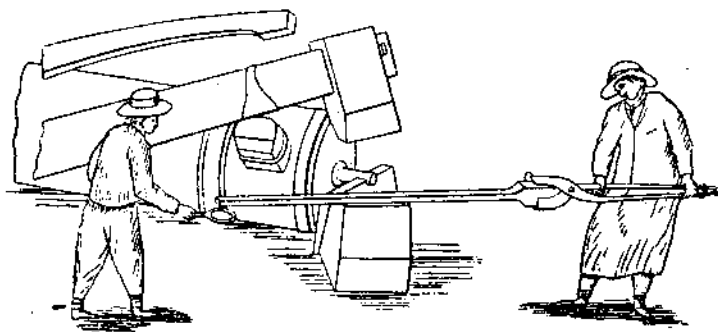


Рис. 136.

лосу резали на куски длиной от 0,6 до 0,9 метра и нагревали сразу десять или двенадцать таких заготовок. Нагрев заготовок начинали с середины. Кузнец сидел около молота на скамье и удерживал один конец полосы в железном крюке, в котором железо можно было перемещать, тогда как другой конец был подвешен цепью так, чтобы можно было подавать железо вперед и назад, не сходя со своего места.

Сварщик подавал нагретую заготовку. Кузнец клал ее поперек наковальни и вытягивал ударами молота. Кузнец вставал со своего места только для того, чтобы выровнять полосу и сам поливал ее водой из небольшого краника, устроенного поверх молота. После того как первая полоса была прокована на соответствующем нагреву протяжки, сварщик подавал вторую заготовку и так далее в течение всего дня. После этого нагревали соседнюю часть заготовки и поступали таким образом до тех пор, пока не были готовы все полосы.

Железо выковывали в бруски толщиной в 12, 15, 18 мм в полукруглое или круглое железо или в полосы толщиной от 5 до 8 мм. Таким же образом выковывали железо для протяжки проволок, но в этом случае кузнец никогда не выглаживал изделия, а довольствовался только поперечной натяжкой, чтобы не повредить волокон. Двое рабочих выковывали таких полос в рабочий день до 500 штук (заимствовано из „Энциклопедии“, том VII).

Кузнецам часто приходилось вытягивать под молотами весом от 29 до 60 килограммов полосы толщиной всего лишь 10 мм при ширине

в 30 мм, при чем в некоторых случаях от них требовалась большая точность размеров выковываемых полос. Хорошие кузнецы высоко ценились.

Для вытяжки пользовались всегда узкими бойками из стали средней твердости и такой же наковальней, которую часто зашлифовывали наждачными кругами.

Лобовым молотом производили возможно большее количество ударов, чтобы при каждом нагреве можно было давать большую вытяжку.

Приводный вал имел от 12 до 20 подъемных кулаков.

Квадратное железо в 80 мм в стороне вытягивали под молотом весом в 350 килограмм, боек которого имел 370 мм в длину и 50 мм в ширину. Лицевая поверхность наковальни была закруглена.

В настоящее время для вытяжки ударами стальных, железных и медных полос пользуются механическими молотами с ременными приводами или паровыми или воздушными автоматическими молотами, делающими большое количество ударов в минуту. Такого рода паровой молот изображен на рис. 137.

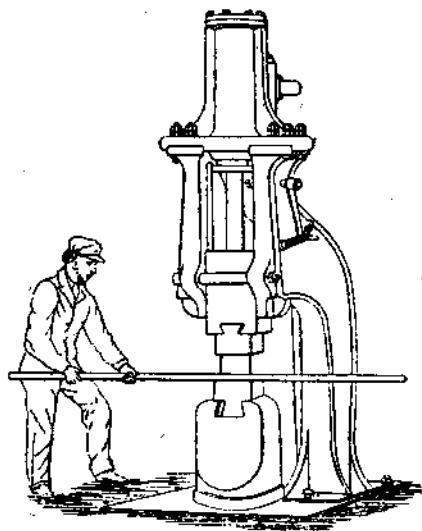


Рис. 137.

Прокатка полосового железа.

Мы уже говорили выше, что впервые прокатным станом воспользовались для различных металлических полос, после чего им начали пользоваться для прокатки полос, разрезаемых затем на части.

Как только прокатный стан применили для обжимки криц, его тотчас же использовали и для изготовления полосового и квадратного железа. При выходе болванки из подготовительных обжимных станков



Рис. 138—139.



Рис. 140—141.

или блумингов ее нагревали вновь и пропускали через черновой стан, а затем через чистовой стан, придавая окончательное сечение.

При прокатке полосового железа обычно пользуются закрытыми ручьями с закругленными углами. Изображенный на рисунке 138 ручей имеет трапецевидное сечение. В этом случае может быть достигнута точная пригонка, вследствие чего устраняются продольные заусеницы, получающиеся на боковых гранях полосы (рис. 139) при наличии больших зазоров. Эти заусеницы при высадке образуют воло-

совины. Ширина ручья должна быть так выбрана, чтобы прокатываемый брусок заполнял ее целиком (рис. 140).

При слишком узком ручье образуются заусеницы и происходят отрывы металла на боковых поверхностях. Слишком широкий ручей не выравнивает граней полосы, которые вследствие этого закругляются (рис. 141).

Ручьям чистовых валков, которых устраивают несколько, придают постепенно уменьшающиеся сечения, при чем, сечение последнего ручья должно быть одинаково с требующимся сечением полосы.

Сечение обжимных ручьев уменьшается быстрее, нежели чистовых. Обычно допускают уменьшение сечения от 0,15 до 0,25 в зависимости от характера металла, скорости валков и температуры нагрева. Скорость на окружности валков колеблется от 1,50 до 2,50 метра, а диаметры их от 300 до 600 мм в зависимости от величины сечения ручьев, при длине полотна от 1250 до 1800 мм.

Чистовым ручьям для сортового железа придают постепенно уменьшающиеся сечения, соответствующие всему торговому сортаменту.

Стальные блумы по выходе из блуминга нагревают в течение 10 или 15 минут, после чего прокатывают на стане-дуо или трио. Так, например, пользуются трехклетным реверсивным станом-дуо с валками диаметром 780 мм и шириной полотна 2,00 метра. Такой стан приводится в действие сдвоенным двигателем-тандем с диаметром цилиндров в 1000 и 1500 мм и ходом поршня 1300 мм, делающим 200 оборотов в минуту. Станы-трио чаще всего бывают трехклетными с диаметром валков 530 мм и длиной полотна 1,50 метра; они приводятся в действие двигателем от 1500 до 3000 лошадиных сил, делающим 135 оборотов в минуту.

Для производства 100 тонн мелких профилей, сортового железа и катаной проволоки требуется: 120 тонн отливок, 18 тонн угля для печей, 100 кг смазочных материалов для стана, затрата энергии в 20 000 кВт, 30 тонн угля для котлов и 100 кг смазочных материалов для паровых машин.

Пакеты для прокатки квадратного железа.

Пакеты, применяющиеся для прокатки квадратного железа, собираются или целиком из обрезков начерно обжатых заготовок, или же чаще из таких же обрезков с некоторым количеством обрезков прокатанных изделий. Последние помещают снаружи (рис. 142) и в особенности по углам, чтобы пакет не разваливался и лучше выдерживал сильную вытяжку в глубине квадратных ручьев без трещин и разрывов его углов.

Для крупных пакетов пользуются также обрезками рельс или фасонным железом, заполняя пустоты разными мелкими обрезками сортового железа.

Состав пакетов зависит прежде всего от требующихся качества и размеров полос, а также от способов нагрева и размеров первых ручьев сварочных станов.

Насколько-то возможно, обрезки надо укладывать крест-на-крест, чтобы сварные швы были направлены в обоих направлениях, так как переплетание волокон всегда сопровождается увеличением сопротивления разрыву.

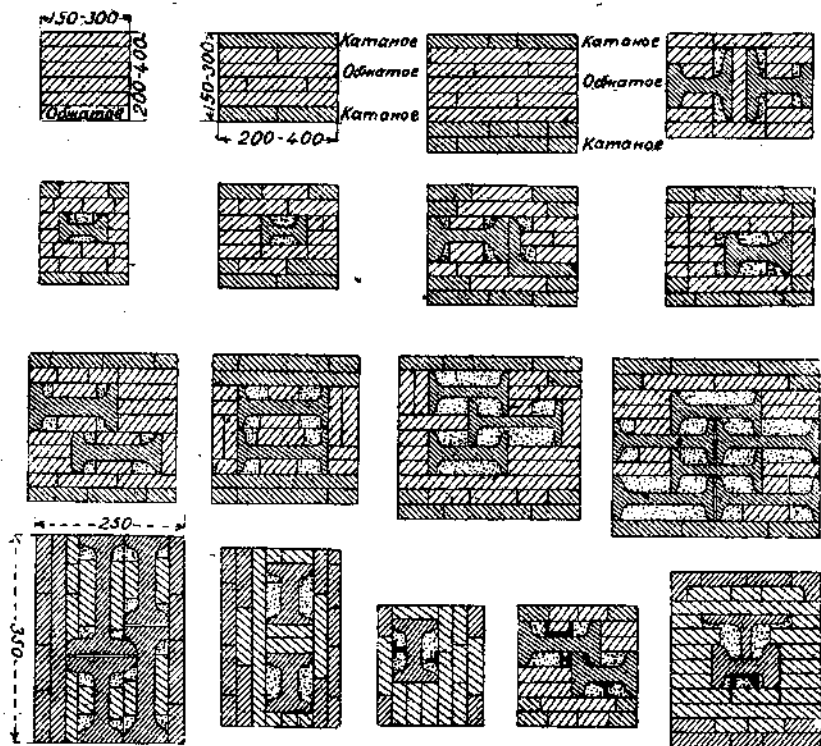


Рис. 142.

Ручьи для прокатки квадратного железа.

Прокатка квадратного железа производится всегда на угол. Первые обжимные ручки иногда устраиваются оживальной формы с насеченными поверхностями. Кроме того, чтобы получить быструю вытяжку без трещин на углах, идущих в глубине ручьев, полосу вытягивают, пропуская ее попеременно то через оживальный, то через квадратный ручей, восстанавливающий квадратное сечение.

Последовательные удлинения в этом случае заключаются между 0,50 и 0,30. Последовательные изменения сечений ручьев изображены на рис. 143.

Для окончательной отделки квадратного железа его пропускают несколько раз через последний ручей, кантуя каждый раз на 90° .

При прокатке толстых полос, чистовые ручки немного удлиняют по горизонтальной медиане, а углы в вершинах делают от 90 до 93° (рис. 144). Наибольший угол применяют при большом сечении железа для компенсации усадки металла при охлаждении. При усадке металла квадратное сечение стремится принять форму, изображенную на рис. 145 ¹⁾, так как охлаждение происходит

¹⁾ Эта форма одинакова с формой бруска столярного клея, когда последний находится в тестообразном состоянии. По мере затвердевания квадрат искажается, как то показано на рисунке. Эту же форму стремятся принять литые болванки, наружное охлаждение которых противодействует естественному сжатию металла и вызывает внутренние напряжения, могущие в некоторых сортах стали вызвать продольные трещины, которые приходится сваривать при вытяжке.

быстрее на углах, нежели в середине. Ручьям лучше всего придавать сечение, изображенное на рис. 146, с небольшой выпуклостью поверхности.

Перемещение верхнего валка прокатного стана позволяет получать промежуточные размеры между размерами двух последующих ручьев. Уменьшение ручьев обычно равняется 5% длины их боковых сторон.

Ручьями такой формы пользуются и для прокатки полос из мягкой стали; только первые два ручья делаются прямоугольного сечения (рис. 147).

Полосы небольшого сечения прокатывают из квадратных брусков; последние нарезают из обжатой начерно болванки. При прокатке слишком длинных полос возможны несчастные случаи. При последних пропусках мелких полос, их приходится соответствующим образом направлять.

Сортовое железо небольшого сечения (менее 7 см в стороне) прокатывают на мелкосортном стане.

Сортовое железо среднего и большого сечения прокатывают на среднесортных и крупносортных станах (максимальное сечение от 120 до 150 мм в стороне). Эти станы обычно состоят из обжимной клетки-трио, и двух чистовых клеток-дуо, со сменными валками (рис. 148—150).

Для ускорения прокатки сортового железа из крупных болванок пользуются станами с семью валками, состоящими из одной клетки-

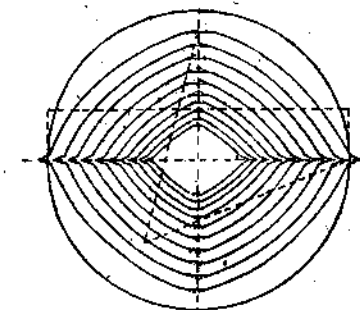


Рис. 143.

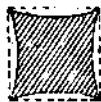
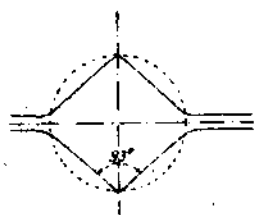


Рис. 144—146.

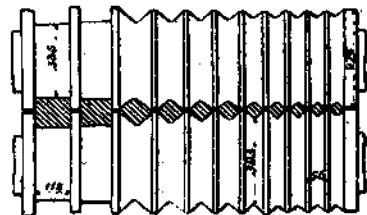


Рис. 147.

трио, установленной посередине стана, и двух клеток-дуо по бокам (рис. 151—153) ¹⁾.

Крицу или блум пропускают между валками *A* и *B* клетки-дуо и одновременно между валками *G* и *D* клетки-трио. При выходе из валков железо ложится на ролик *R*.

Вслед за тем железо поднимают и пропускают между валками *E* и *F* и одновременно же между валками *G* и *E* клетки-трио.

Таким образом при пропуске железа вперед и назад получаются четыре последовательных обжима.

Число ручьев зависит от размеров прокатываемого сортового железа.

На рис. 153 изображены направления вращения валков *B*, *C*, *E*, при чем валок *C* вращается быстрее валков *B* и *E*. На рисунке виден способ сцепления каждого ряда валков.

¹⁾ Патент П. Кирка 15 февраля 1881 г. (P. Kirk Workington).

Среднесортные и крупносортные станы устраиваются также непрерывного действия или сквозными (рис. 155). Прокатная установка состоит из двух станов: обжимного с пятью клетями и чистового с шестью клетями. Клетки изображены на рис. 155—157. На таких станах можно прокатывать квадратное железо сечением 100×100 мм, длиной 4 м и весом 400 кг. Железо нагревается в двух газовых печах.

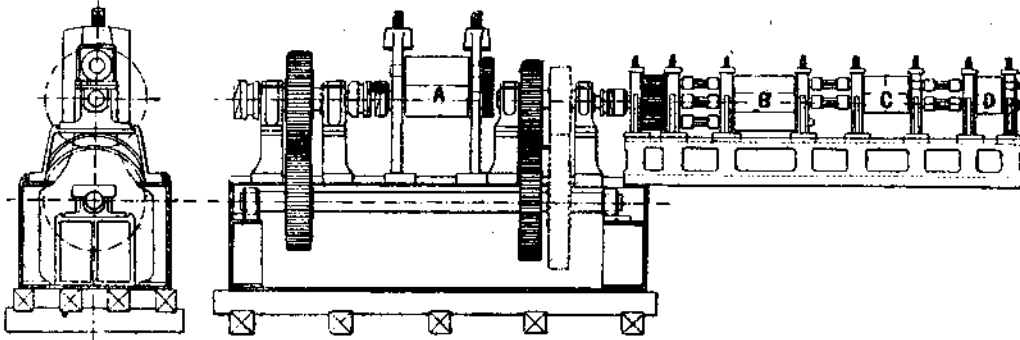


Рис. 148—149.

Изображенный на рисунках стан предназначен для прокатки квадратного железа от 19 до 50 мм, полосового железа от 38 до 90 мм шириной и от 8 до 35 мм толщиной, и круглого железа от 16 до 52 мм диаметром ¹⁾.

Блум подают к обжимному стану на рольганге и пропускают через пять клеток обжимного стана. Выйдя из последней

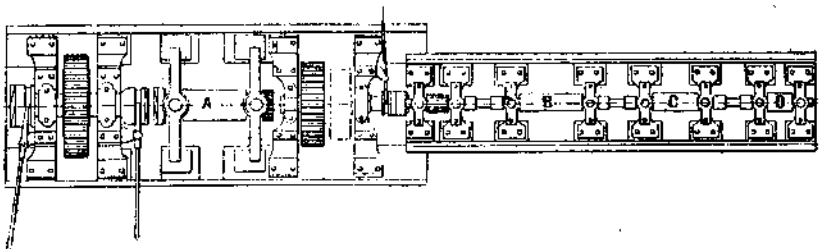


Рис. 150.

клетки A_5 , полоса приходит на рольганге B поверх чистового стана C_1 (рис. 158); затем она сбрасывается на второй рольганг D , который подает ее к валкам первой клетки C_1 чистового стана (рис. 158). При устройстве системы обводов (рис. 159 и 160), помещающихся спереди и сзади стана, работа его становится автоматической.

Посредством включения в систему обводов и соответствующих крестовин получается четыре способа прокатки. При таком оборудовании стана возможна прокатка сортового железа четырех различных сечений (рис. 159).

Что особенно замечательно в этом стане — это способ вынимания сортового железа из спиральных обводов. Подходя к направляющим следующих валков, заготовка ударяется в упор и поворачивается

¹⁾ Train continu de Jones et Langhlin a Pittsburg — Revue de Métallurgie, июль 1913 г., стр. 399.

вокруг своей оси. Упор этот опрокидывается и открывает кран, выпускающий сжатый воздух в цилиндр, поршень которого поднимается и вместе с тем поднимает железо из обвода. Вступившее в валки железо таким образом не касается обводов и свободно прокатывается. Недостатком этого остроумного механизма является то, что он требует хорошего ухода, а также вызывает большой расход смазки, вследствие большого количества освобожденного железом тепла, но зато это приспособление может приводиться также в действие и вручную.

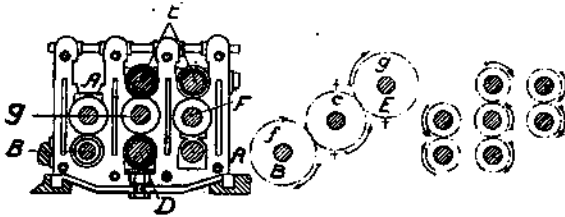


Рис. 151—153.

Для направления железа при входе его в валки перед приемными направляющими устроена приемная чугунная воронка (рис. 160), воспринимающая удар и направляющая железо к валкам.

Стан, помимо того, снабжен механическим наклонным столом (рис. 161). Последний имеет сверху ряд конических роликов, прилегающих к скату, образованному брусками, снабженными пальцами и могущими колебаться вокруг своей оси; внизу скат примыкает к нижнему рольгангу. Полоса по выходе из валков ложится на большую окружность конических роликов, кулачковые колеса увлекают ее к вершине конуса, при чем поступа-

ющая скорость полосы уменьшается по мере приближения к вершине конических роликов, где она равняется почти нулю. Полоса попадает на скат и падает на одну ступень при каждом повороте наклонных брусков, пока не попадет на нижний рольганг, уносящий ее к ножницам.

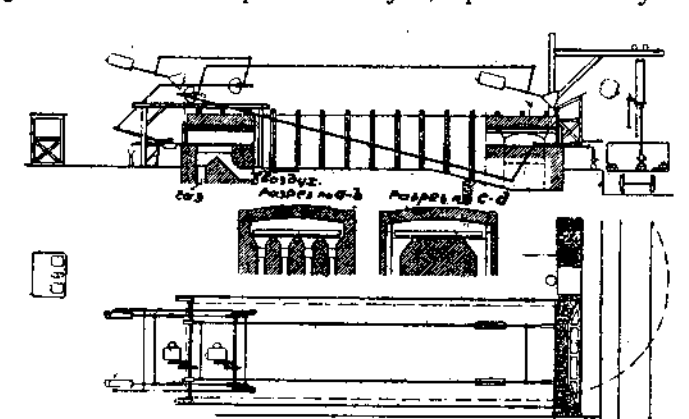


Рис. 154.

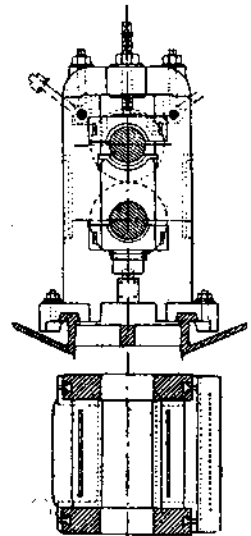


Рис. 155.

Производительность каждого стана зависит от сечения прокатываемого сортового железа.

При непрерывной работе производительность стана достигает от 360 до 390 тонн, а иногда при прокатке круглого железа толщиной 52 мм — даже 450 тонн.

Для смены валков и монтажа стана требуется 4 часа времени.

Для смены валков и монтажа стана требуется 4 часа времени.

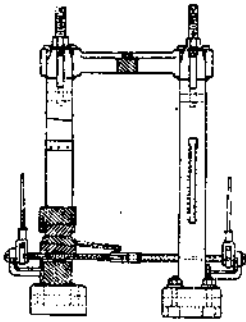


Рис. 156.

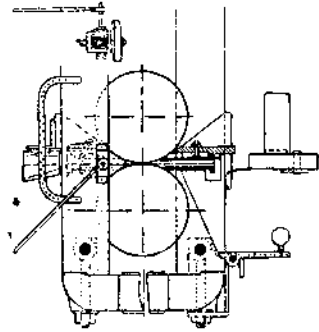


Рис. 157.

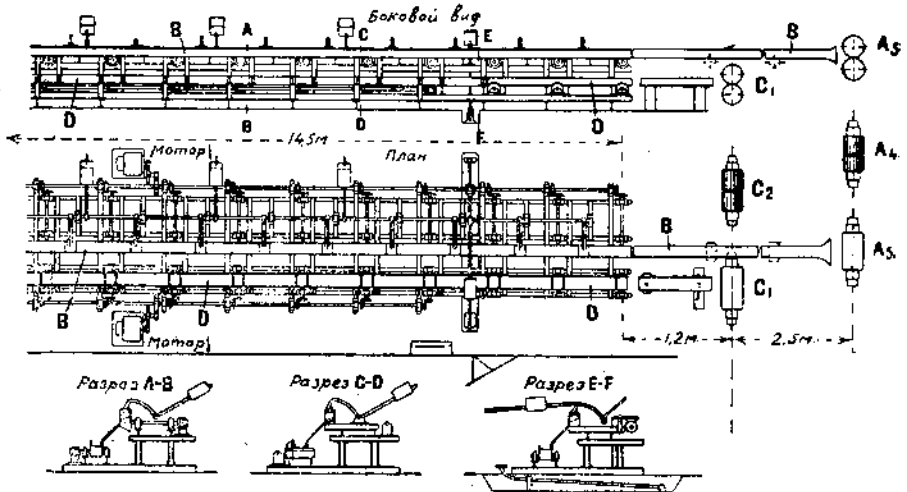


Рис. 158.

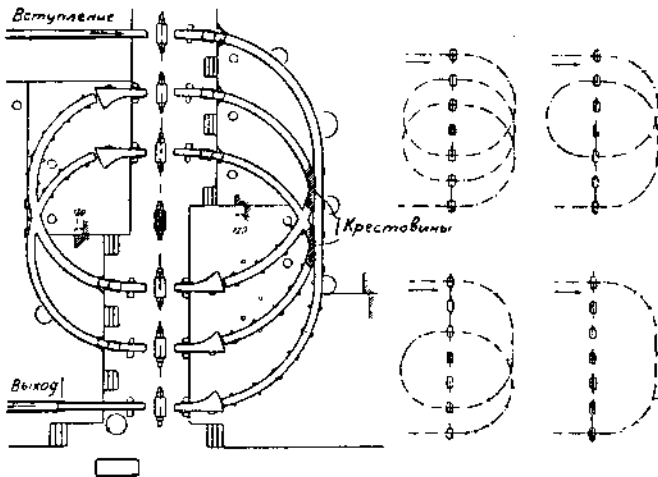


Рис. 159.

Для обслуживания установки требуются: один мастер, 2 старших вальцовщика у чистового стана, 2 старших вальцовщика у обжимного стана, 4 вальцовщика, один рабочий для наблюдения за проводками у обжимного стана, 2 рабочих у правильной плиты, 2 слесаря, один рабочий на управлении рольгангом, 3 посадчика у печи, один машинист и один рабочий для подачи от печи.

За исключением мастера, старшего и наблюдающего за проводками обжимного стана, весь персонал сменяется после пропуска от 50 до 75 болванок.

Пуск и регулировка этого стана довольно затруднительны. Очень редко удается

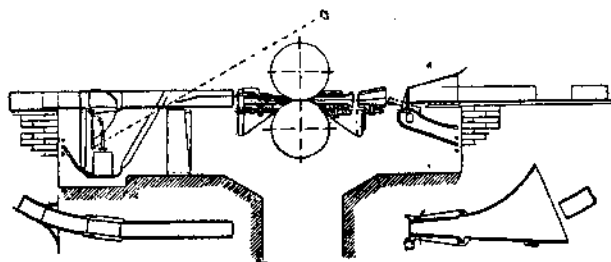


Рис. 160.

наладить работу с первой же болванки, чаще же всего до четырех первых болванок попадает в брак.

Каждый стан приводится в действие паровой машиной Корлисса в 900 сил. Машина чистового стана значительно слабее.

Такого рода стан следовало бы приводить в действие электромотором.

Привод станов для прокатки сортового железа посредством электромоторов получил широкое распространение. На электрический привод часто переделывают существующие станы, а также оборудуют им и новые установки. Можно привести в виде примера случай переделки установки для прокатки сортовых оловянных полос.

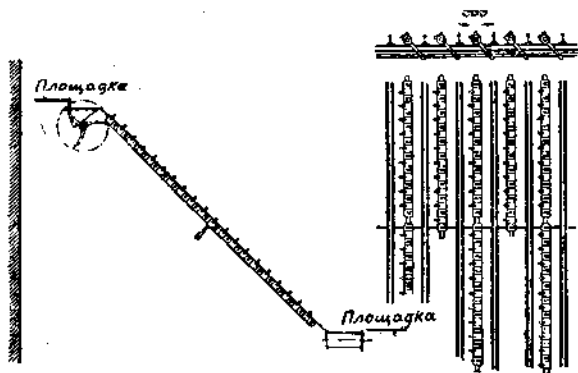


Рис. 161.

Производительность стана при прокатке полос весом 18 кг на погонный метр должна была достигать 40 тонн в час. Установка первоначально состояла из одного обжимного и одного чистового стана, оба — трио, приводившихся в действие паровой машиной ¹⁾.

Для обжимного стана сохранили маховик весом 50 тонн и диаметром 3,60 метра, связав его с электромотором муфтой с гибким сцеплением. Мотор обжимного стана делает всего 70 оборотов в минуту и в состоянии развить мощность в 700 лошадиных сил. Чтобы маховик мог отдавать скопленную в нем энергию и допускать падения скорости при проходе через стан металла, в цепь ротора асинхронного мотора включили постоянное сопротивление для регулирования скольжения между полной нагрузкой и пониженными нагрузками.

Чистовой стан превратили в реверсивный стан-дую с электрическим приводом посредством электромотора специальной конструкции, соеди-

¹⁾ Technique Moderne, май 1919 г., стр. 248.

ненного непосредственно со станом. Мотор рассчитан на пики нагрузки, превышающие 5000 лошадиных сил. Скорость мотора в обоих направлениях вращения можно регулировать от 0 до 180 оборотов в минуту.

Для такого стана требуется большее сглаживание перегрузок, нежели для обжимного стана, как вследствие того, что они часто повторяются и достигают значительной величины, вызывая на электрической станции пики до 20 000 лошадиных сил, так и вследствие перемены направления вращения мотора, ротор которого весит до 100 до 120 тонн.

В качестве источника электрической энергии остановились на группе маховик-мотор-генератор (маховик весом 30 тонн и 4 метра диаметром), состоящей из асинхронного трехфазного мотора в 1 800 лош. сил и генератора постоянного тока с переменным напряжением, число оборотов которого может изменяться от 300 до 500 в минуту.

На рис. 162 приведена схема электрической установки: *A* и *G* мотор-генератор, *V*—маховик, а *M*—электромотор, приводящий в действие прокатный стан.

Вследствие особенностей работы станом, мощность мотора *A* может равняться от одной четверти до одной шестой мощности, потребной в короткие периоды перегрузок стана.

При такой системе, перемена направления вращения мотора не сопровождается перерывом рабочего тока, что весьма важно, так как сила его может достигать 8 000 ампер. Так как ток доставляется якорию мотора стана генератором, соединенным с маховиком, то регулирование этого мотора достигается изменением направления и силы тока возбуждения генератора.

Регулирование производится поворотом рычага, помещающегося на платформе, устроенной над прокатным станом. Этот рычаг устанавливают в прорези по ту или другую сторону от положения полной остановки. Различные положения рычага по ту или другую сторону от нуля соответствуют определенному числу оборотов мотора независимо от развиваемой им мощности. Таким образом устраняется всякая возможность разноса мотора в момент выхода полосы из стана и быстрого падения нагрузки.

При таком устройстве точно так же устраняется недостаток паровой системы привода, при которой невозможно использовать всей энергии, скопленной во вращающихся массах двигателя в момент перемены направления вращения. В электрической же системе при перемене направления вращения вся энергия, скопленная в маховике, возвращается в сеть как только падает нагрузка.

Указанная выше регулировка производится при помощи небольшой вспомогательной группы, состоящей из электромотора *B* и двух динамо-машин *E* и *F*, работающих в качестве генераторов. Первая из них *E* возбуждает непосредственно генератор *G*, тогда как вторая *F* возбуждает непосредственно мотор *M*.

При положении рычага на нуле ток возбудителя *E* достигает наименьшего своего значения, а ток возбудителя *F*—наибольшего значения. Вследствие этого получается полное возбуждение мотора *M*, тогда как генератор *G* или вовсе не возбуждается, или возбуждается очень слабо.

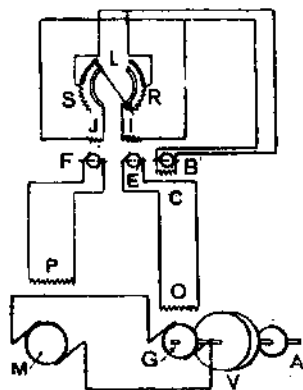


Рис. 162.

Поворот рычага в том или другом направлении вызывает изменения напряжения генератора как по величине, так и по направлению. Вследствие этого мотор M возбуждается током соответствующего направления и переменной силы. Таким образом, скорость вращения мотора в том или другом направлении всецело зависит от положения рычага L .

Повышение приложенного к якору мотора M напряжения продолжается до тех пор, пока последний не разовьет наибольшей скорости и наибольшего момента вращения. Дальнейший поворот рычага в том же направлении вызывает ослабление магнитного поля мотора M и доводит его скорость до предельной. На протяжении этой последней фазы изменения возбуждения, скорость увеличивается за счет момента вращения, вследствие чего развиваемая мотором M мощность остается неизменной.

Таким образом, видно, что регулировка мотора M , а также генератора G производится исключительно изменением тока возбудителя E и возбудителя F мотора M . Мощность возбудителей незначительна, и регулировка их производится одновременно. Таким образом устраняются тяжелые контроллеры, которыми во многих установках пользуются для управления возбуждением мотора M и генератора G .

Энергия маховика, достигает 60 000 кг. м, а его линейная скорость на окружности — 60 метров в секунду. При таком режиме работы неуравновешенность обода маховика в 1 кг, вызывает усилие в 500 кг, что заставляет обращать особое внимание на его выбалансировку.

Маховики, состоящие из двух частей, дают большую гарантию в отношении недостатков, могущих получиться при отливке цельных маховиков.

Различные части маховика были покрыты листами из полированной стали для доведения до минимума трения о воздух. Такое устройство дает лучшие результаты, нежели помещение маховика в вакуум, так как затрата энергии на образование и поддержание последнего поглощает все выгоды этого способа.

Подшипники маховиковой группы были снабжены двойной системой смазки. Подшипники смазывались кольцами; такой смазки вполне достаточно на короткий срок, в случае если произойдет какое-либо нарушение в главной смазочной системе. Главная смазка производится шестереночными насосами, подающими масло под давлением приблизительно 20 килограммов на квадратный сантиметр.

Колебания скорости мотора A под действием его регулятора скольжения компенсируются энергией маховика. С этой целью в цепь ротора мотора A включен жидкостный реостат с электродинамическим аппаратом, приводимым в действие током, проходящим через статор мотора A . Трехфазный ток, идущий в статор мотора A , проходит через статор электродинамического аппарата реостата, включенный последовательно. Статор аппарата стремится повернуть его ротор, мало отличающийся от роторов асинхронных моторов, с той лишь разницей, что он может только поворачиваться на небольшой угол, достаточный для изменения положения треугольных пластин реостата, регулирующего скольжение мотора A .

При недостаточности проходящего через пластины реостата тока они опускаются под действием собственного веса и усиливают ток. Однако, при известном увеличении этого тока момент вращения ротора аппарата реостата пересиливает действие веса пластин и поднимает последние. Пластины поднимаются, например, при слишком большой перегрузке мотора, отчего ток возрастает в его статоре, а, следова-

тельно, и в системе, приводящей в действие регулятор скольжения. В этот момент пластины реостата поднимаются, отчего сопротивление возрастает и скольжение мотора *A* увеличивается.

Регулирование происходит таким образом совершенно автоматически с самого момента вступления в стан прокатываемых изделий. В этот момент мотор прокатного стана теряет свою скорость и затрачивает энергию, скопленную маховиком. Вследствие этого в мотор *A*, приводящий во вращение маховик, поступает более сильный ток, вызывающий действие указанных выше вспомогательных механизмов и увеличивающий скольжение, отчего маховик начинает отдавать свою энергию.

Наоборот, когда прокатываемые изделия выходят из валков, затрата энергии немедленно же падает ниже нормальной, пластины жидкостного реостата более не удерживаются в своем верхнем положении вследствие понижения тока в их приводном механизме. Пластины опускаются, отчего скольжение в моторе *A* уменьшается, что ведет к новому накоплению энергии в маховике.

Это приспособление урегулируется таким образом, что колебания скорости маховика достигают 20%, при чем маховик может отдавать 35% всей скопленной им энергии.

Очевидно, что включать обмотки статора аппарата, поднимающего пластины реостата, непосредственно в линию мотора *A* невыгодно. Поэтому они были приключены ко вторичной обмотке трансформатора с регулировкой напряжения; первичная обмотка этого трансформатора была приключена к сети.

Для наблюдения за скоростью и расходом энергии на контрольном щите установлены соответствующие измерительные инструменты. Для наблюдения за работой маховика установлены три цветных лампы (наблюдение это особенно интересно в том случае, если работа стана в состоянии поглощать всю резервную энергию маховика).

Прокатка полосового железа.

Пакеты, служащие для изготовления полос прямоугольного сечения, собирают точно так же, как и пакеты для прокатки квадратного железа. При обычных размерах можно пользоваться только обрезками

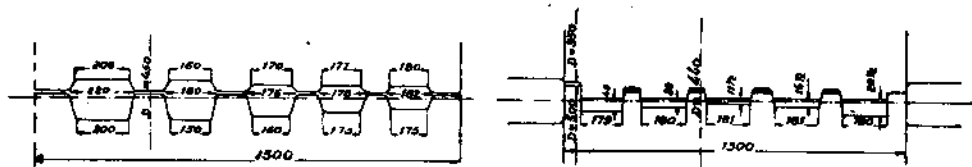


Рис. 163—164.

обжатых брусков. Пакеты для длинных тонких полос необходимо укладывать между наружными слоями из обрезков прокатанных начисто брусков.

Пропорция этих двух материалов зависит от требуемого качества железа. Крупные пакеты можно, кроме того, составлять из отрезков фасонного и другого железа. Вообще говоря, пакеты должны собираться из материалов тем лучшего качества, чем меньше толщина прокатываемого изделия, так как если металл недостаточно текуч и не обладает достаточным сопротивлением разрыву, то сильная вытяжка вызывает образование многочисленных трещин. Тонкие полосы чаще всего про-

катывают из мягкой стали или литого железа, ковкость которых, их сопротивление разрыву, вязкость и текучесть допускают большое удлинение при уменьшении сечения. В этом случае полосы прокатывают из заготовок соответствующих размеров, которые предварительно нагревают. Точно так же прокатывают и остальные ковкие литые металлы, сопротивление разрыву которых при больших вытяжках в значительной мере повышается¹⁾.

Прокатка производится в обжимных и чистовых ручьях станодуо или обыкновенных станов-трио.

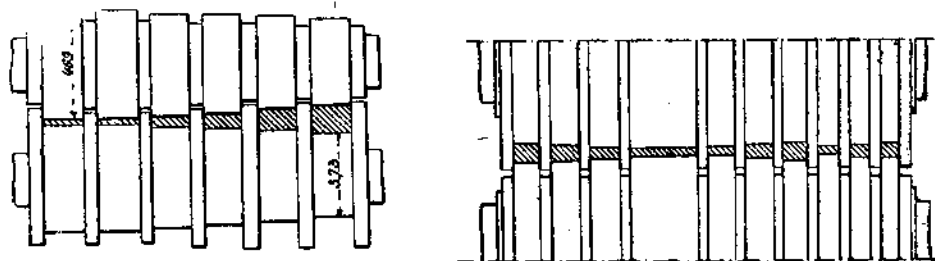


Рис. 165—166.

При работе на стане-дуо происходит потеря времени, сопровождающаяся падением температуры к концу прокатки, вследствие чего понижается коэффициент полезного действия.

Предпочтение надо отдать стану-трио, так как работа при прокатке в обоих направлениях производится значительно скорее.

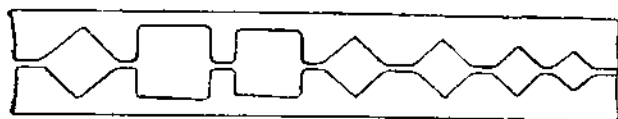


Рис. 167.

В валках устраивается от 4 до 8 ручьев в зависимости от размеров полос (рисунок 163—167).

В стане-трио углубления и буртики ручьев располагают таким образом, чтобы они образовывали попарно закрытые ручьи (рис. 168).

Иногда на среднем валке стана-трио (рис. 169 и 170) устраивают ряд ручьев по всей его длине, тогда как ручьи на двух других валках устраиваются только на протяжении половины их длины. При таком устройстве достигается большая точность работы чистовых станов²⁾.

Точно так же пользуются станами-трио со смешанными ручьями, т.е. с обжимными и чистовыми ручьями одновременно.

Ручьи валков для прокатки полосового железа устраивают таким образом, чтобы в них можно было прокатывать возможно большое количество различных размеров. За исключением двух или трех первых ручьев, все остальные ручьи могут быть чистовыми. Путем перемещения верхнего валка стана-дуо можно прокатывать полосы

¹⁾ На Седанских заводах (Forges de Sedan) прокатывают квадратные алюминиевые бруски в 120 мм в стороне, круглые бруски до диаметра в 120 мм, плоские полосы, угольники, различные профили, коэффициент удлинения которых достигает 16%, а сопротивление разрыву равняется 20 кг/мм² (удельный вес алюминия — 2,7).

²⁾ Нужно заметить, что в обыкновенном стане-трио средний валок истирается вдвое скорее, чем крайние. При указанной выше системе ручьи каждой половины среднего валка срабатываются одинаково с ручьями крайних валков.

различной толщины, но одинаковой ширины, колеблющейся между 2 мм при крупном железе, до 0,8 мм при мелком. Для большей точности прокатки буртики валков заходят друг за друга, образуя закрытые ручьи.

Для выравнивания тонких полос их пропускают окончательно при небольшом давлении между двумя гладкими валками, постепенно поливая водой для облегчения отпадения окалины.



Рис. 168.

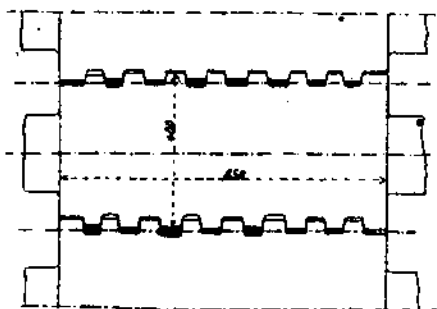
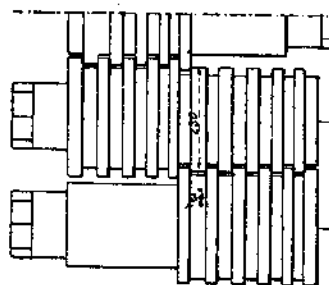


Рис. 169—170.



Таким же образом пропускают и обрубное железо, но давление увеличивают настолько, чтобы можно было скашивать его канты. Перед последним пропуском между парой выравнивающих валков полосу пропускают по скребку для удаления слоя окалины.

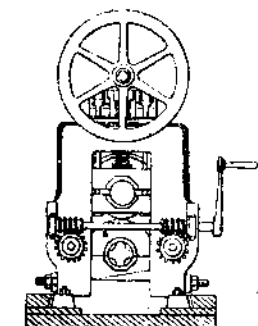
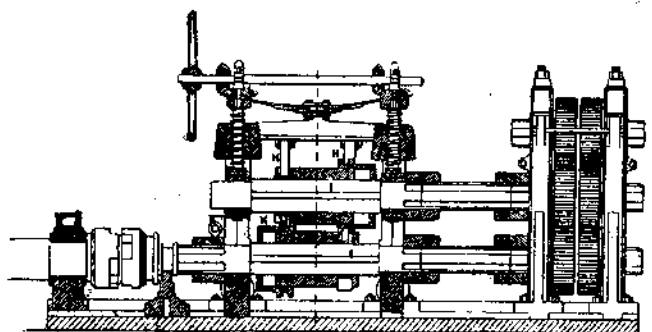


Рис. 171—172.

После обрезки концов ножницами, полосу дают остыть и затем свертывают в круг. Длина полос делается от 10 до 15 метров.

Для уменьшения количества валков, необходимых для выделки большого количества различных сечений железа, валки иногда устраивают таким образом, чтобы широкие полосы можно было прокатывать в одном ручье с переменными размерами. С этой целью заводы в Шатильоне и Комментри разработали первыми так называемый дифференциальный стан (рис. 171—175)¹⁾, в котором валки состоят из двух муфт *J*, укрепленных шпепками на валах *I* или вращающихся осях клетки. В каждой муфте имеется проточка, на которую надевается фланец или кольцо *K*, охватывающее одну из муфт.

¹⁾ Патент 2 марта 1864 г.

Муфты и кольца можно по желанию передвигать по валу в продольном направлении, изменяя ширину полосы, толщину которой

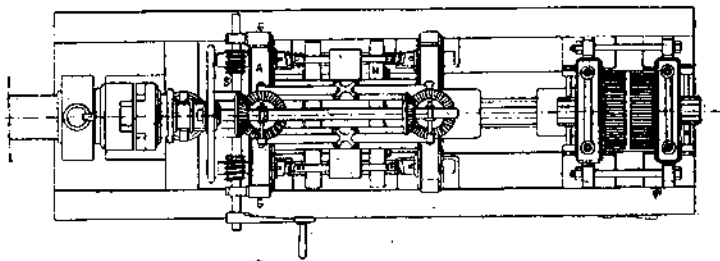


Рис. 173.

уменьшают при каждом пропуске вертикальной перестановкой верхнего валка.

Такой стан пригоден для прокатки как крупного, так и мелкого полосового железа.

Стан-трио с перестановочными кольцами.

Для прокатки полосового и обручного железа на станях-трио пользуются также валками с перестановочными кольцами. На рис. 174 и 175 изображен стан-трио с независимыми валками. Средний валок *A*

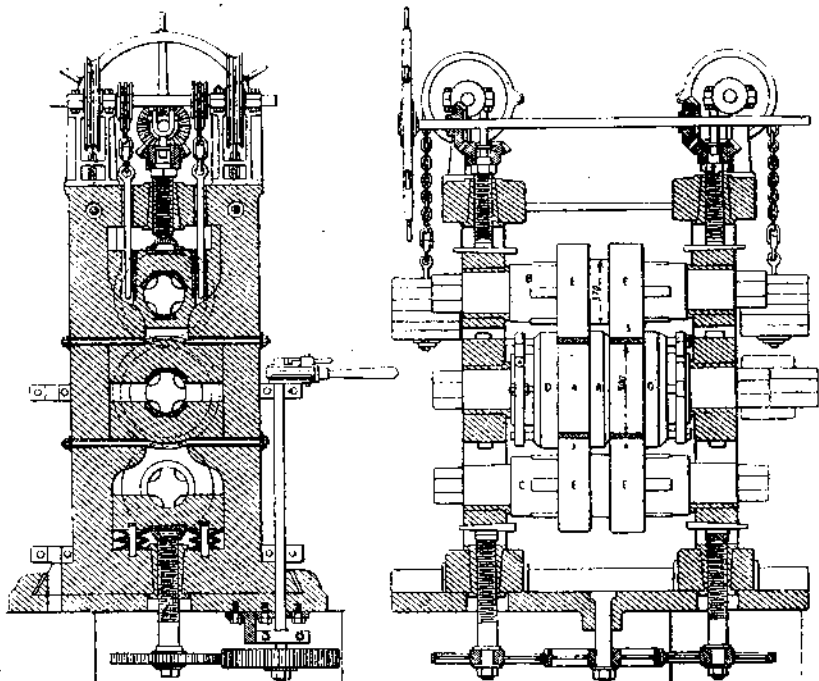


Рис. 174—175.

вращается приводом от мотора и установлен неизменно относительно других частей машины. Верхний валок *B* переставляется в вертикальном направлении при каждом пропуске в зависимости от толщины полосы. Этот валок уравнивается грузами, давление же регулируется двумя

винтами. Нижний валок *C* имеет точно так же вертикальное перемещение и уравнивается двумя сильными пружинами, тогда как давление производится винтами.

Средний валок *A* имеет в середине неподвижный фланец *A'*. По обе стороны на соответствующем расстоянии установлены и закреплены два кольца *D D'*. Между фланцем и кольцами *D D'* входят кольца *E E'* двух других валков, образуя таким образом четыре закрытых ручья, ширина которых должна равняться ширине полосы плюс 1,5 мм на каждый дециметр ширины последней.

Полоса вводится в ручей 1, затем в ручей 2. Эти два ручья служат обжимными ручьями. После этого опускают верхний валок *B*. Вальцовщик снова вводит полосу последовательно в два левых ручья, до тех пор пока уменьшившиеся размеры не позволят пропустить ее в ручьи 3 и 4 или в чистовые ручьи, где операция проделывается также в несколько пропусков.

При уменьшении толщины до 2, 3 или 4 мм, полосу пропускают через полировальные цилиндрические валки или барабаны стана-трио один раз вверх и один раз вниз.

Обжимные валки в стане-дуо располагают как показано на рисунке 176, а в стане-трио, как показано на рис. 177.

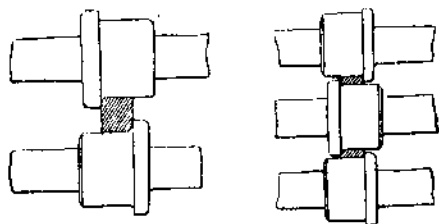


Рис. 176—177.

Прокатный стан, состоящий из двух клеток с валками в 400 и 500 мм диаметром, требует для приведения в действие трехфазного мотора в 1 000 лш. сил, развивающего 80 оборотов в минуту, при токе напряжением 2 000 вольт, 25 периодов. С маховиком весом 20 тонн на таком стане можно прокатывать квадратные бруски длиной 1,5 метра и сечением 70×70 мм в полосы толщиной 12 мм и длиной около 10 метров, при чем первые пропуски при одновременной прокатке двух брусков требуют мощности в 700 киловатт.

Универсальные станы для прокатки полосового железа.

Универсальным станом в настоящее время очень широко пользуются для прокатки полосового железа средних размеров¹⁾.

Он обладает тем большим преимуществом, что дает возможность изменять в сравнительно широких пределах размеры изделий без замены валков, давая таким образом более высокую производительность и более экономичную работу.

Стан имеет четыре связанных между собой валка, расстояния между которыми можно по желанию изменять, не останавливая стана. Два валка расположены горизонтально и действуют на соответствующие поверхности полосы, а два других установлены вертикально и действуют на ее ребра.

На рис. 178—180 изображен прокатный стан Венстрома²⁾. Верхний валок *A* имеет вертикальное перемещение, производимое маховиком с рукояткой *M*. Нижний валок *B* перемещается горизонтально, вследствие чего его можно устанавливать относительно валка *A* в зависимости от ширины прокатываемой полосы.

¹⁾ Первым воспользовался универсальным станом Дэлен в Германии, в 1848 г.

²⁾ Патент 22 июля 1880 г.

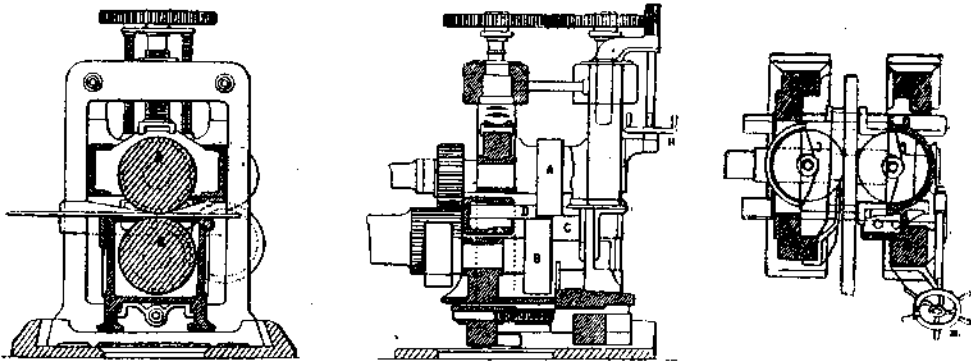


Рис. 178—180.

Оба горизонтальных валька *C* и *D* установлены на опорах, которые можно перемещать для образования совместно с горизонтальными вальками прямоугольного ручья. Стан обычно снабжается направляющими для полосы.

Станы непрерывного действия или сквозные станы.

Тонкое полосовое железо, как, например, обручное железо, полосы идущие для резки на гвозди, полосы для изготовления труб и пр., успешно прокатывается на стане непрерывного действия или сквозном стане Лаутса, где его можно прокатывать из бруска в один нагрев. Этот прокатный стан (рис. 181—184)¹⁾ состоит из целого ряда расположенных друг за другом клетей с горизонтальными вальками *BB* и вертикальными вальками *DD*, между которыми железо пропускается одновременно.

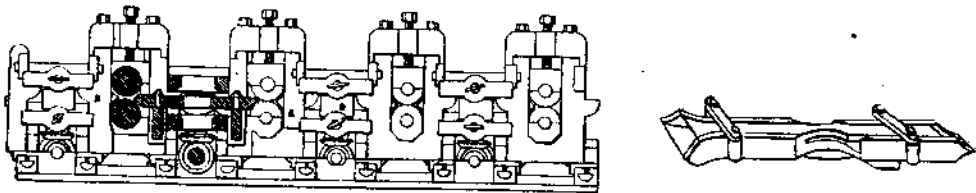


Рис. 181—182.

На рис. 183 и 184 изображено устройство двух клетей с горизонтальными вальками; эти клетки расположены по обе стороны клетки с парой вертикальных валков. Валки приводятся во вращение шестернями, скорость которых рассчитывается таким образом, чтобы общая производительность стана равнялась производительности отдельных его пар валков, т.-е. так, чтобы не получалось ни вытягивания, ни провеса прокатываемых полос.

Между каждой парой горизонтальных валков должно существовать лишь незначительное тянущее усилие, достаточное только для натяга прокатываемой полосы.

¹⁾ Engineering, 21 октября 1881 г. Патент 22 июля 1880 г.

Во избежание поперечного изгиба утоньшающейся под действием вертикальных валков полосы, она направляется особой коробкой (рис. 182). Такой стан пригоден для прокатки полос из всевозможных металлов. Для этого обычно достаточно четырех горизонтальных и четырех вертикальных пар валков.

Желательно, чтобы первой парой по направлению движения полосы была вертикальная пара, а последней — горизонтальная пара.

Чтобы точно регулировать давления различных валков, требуются очень опытные вальцовщики.

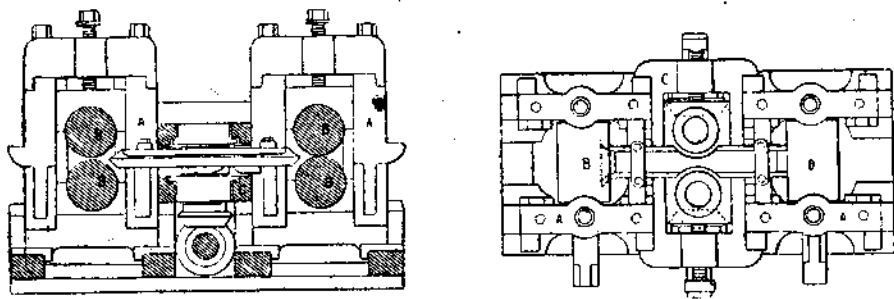


Рис. 183—184.

На станах непрерывного действия или сквозных станах можно прокатывать железные и стальные ленты толщиной до 1 мм, шириной до 20 мм и длиной 300 м.

Лента такой длины применяется для производства витых труб и пружин, для изготовления стульев и других обиходных изделий.

Затруднения в управлении и содержании прокатных станов с большим количеством валков препятствуют их широкому распространению. Многие заводы после продолжительных опытов были вынуждены от них вовсе отказаться. Тем не менее мы встретимся с этими станами вновь, так как они успешно применяются для прокатки проволоки или прутьев.

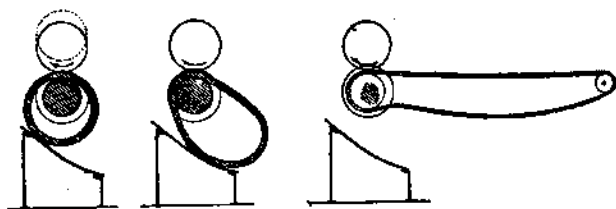


Рис. 185—187.

Гораздо выгоднее производить прокатку непрерывным бесконечным процессом между одной или двумя парами валков, нежели непрерывным сквозным процессом между несколькими парами валков.

Поэтому применяются станы, изображенные на рис. 185—189, сконструированные Отто Клатте, директором сталелитейного завода *Walzwerk Germania* в Ньеведе-на-Рейне.

Кольцевая заготовка устанавливается между валками стана-дуо (рис. 185). Верхний подвижной валок производит давление, вызывающее уменьшение сечения полосы. По мере увеличения длины свободная часть бесконечной полосы ложится на стол (рис. 186). После этого полоса поддерживается и направляется передвижным роликом (рис. 187 и 188), который удаляется от стана под действием тянущего усилия. Последнее можно по желанию регулировать. Готовая разрезанная полоса скатывается в круг (рис. 189).

Таким образом можно достигнуть обжима полосы или ленты до сечения близкого к окончательному в один нагрев и притом без обрезаков.

Для отделки полосы начисто ее разрезают и пропускают через обыкновенный чистовой прокатный стан.

Валки состоят из отдельных частей, которые при изнашивании можно заменять запасными.

Нижний валок (рис. 190) может перемещаться вдоль своей оси и состоит из двух муфт *D* и *E*, входящих друг в друга. Муфту *E*

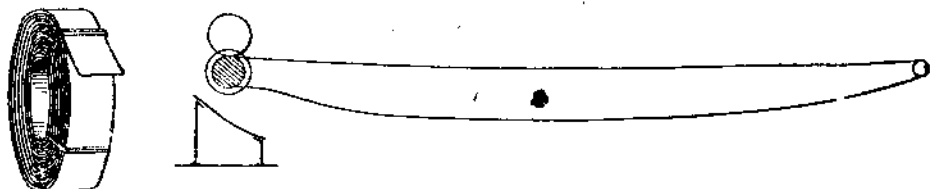


Рис. 188—189.

можно по желанию передвигать по оси, устанавливая на ширину прокатываемого изделия.

На рис. 191 изображено положение обоих валков в конце прокатки. Стан может иметь (рис. 192 и 193) две пары валков. Нижние валки делают выносными для облегчения установки заготовки и вынимания полосы.

Такое устройство пригодно при прокатке легких полос, но для прокатки полосового железа большей толщины лучше пользоваться станом (рис. 194 и 195), нижний валок которого поддерживается в подшипниках с обоих концов.

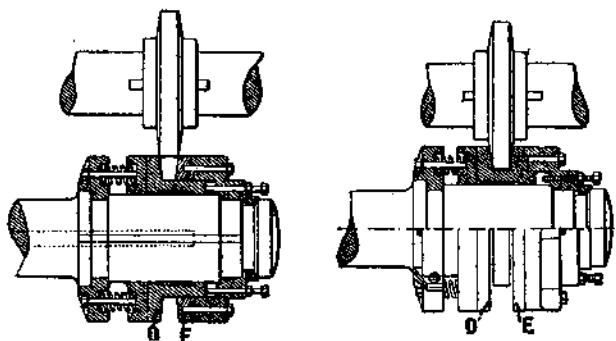


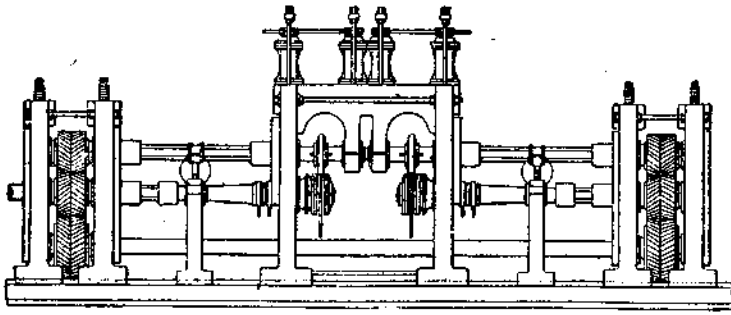
Рис. 190—191.

В станах для прокатки полос больших размеров перемещение подвижной муфты *D* производится гидравлическим давлением (рис. 196) посредством двойного рычага и муфт, скользящих по оси валка.

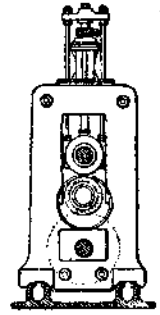
Вертикальное перемещение верхних валков в этих станах (рис. 192, 195) производится также гидравлическим давлением.

В стане (рис. 194 и 195) верхний вал лежит на неподвижной подушке клетки *N*, тогда как подушка в клетке *M* прикреплена к гидравлическому поршню *V*. Таким образом для установки на месте кольцевой заготовки достаточно опустить подушку, т.-е. освободить правую шейку валка, опуская гидравлический поршень, который затем поднимают до места.

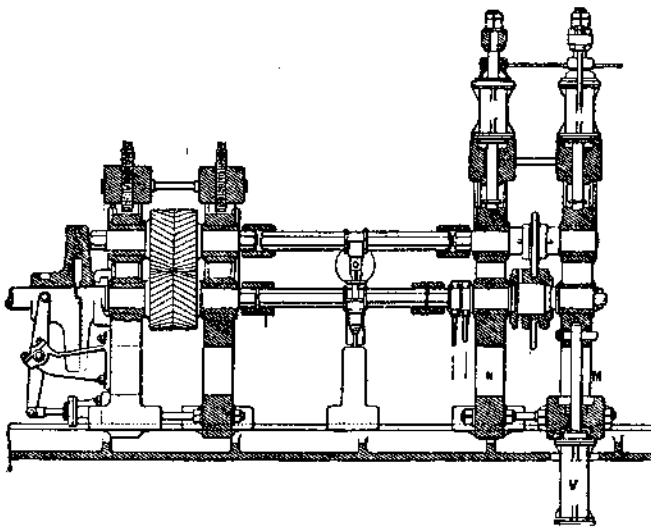
На рисунках 199—202 изображены валки станом-трио. На средний валок действуют давления почти одинаковые по обе стороны одного и того же диаметра. Таким образом этот валок можно считать уравновешенным, и потому его можно делать выносным даже в крупносортовых станах. Верхние и нижние валки сделаны подвижными и произ-



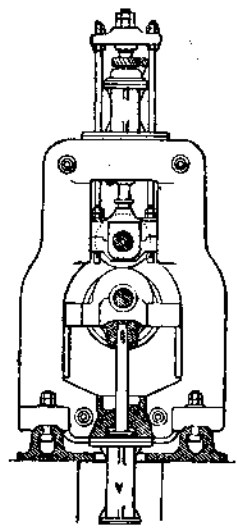
192



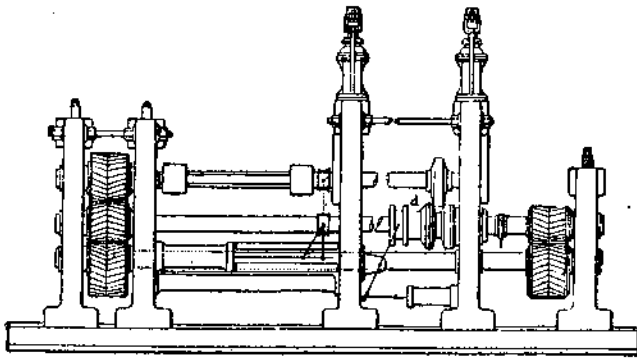
193



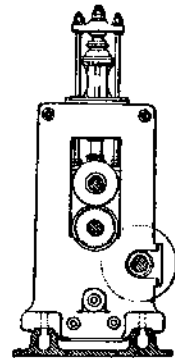
194



195



196



197

Рис. 192--197.

водят давления. Так как в таком стане полоса вытягивается в двух направлениях, то устраивают два направляющих ролика (рис. 199). Для прокатки квадратного железа можно пользоваться валками (рис. 198 — 203) с продольным перемещением.

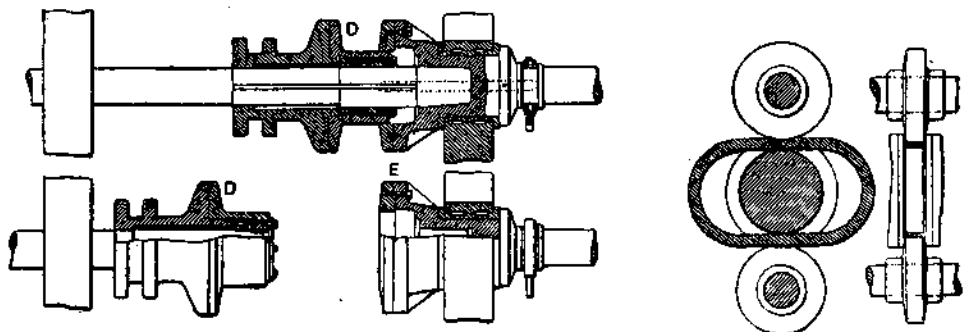


Рис. 198—199.

При бесконечной прокатке в стане-дуо можно легко прокатывать обручное железо длиной от 42,2 до 50 метров при одном нагреве. При большей длине полос надо отдать предпочтение стану-трио, так

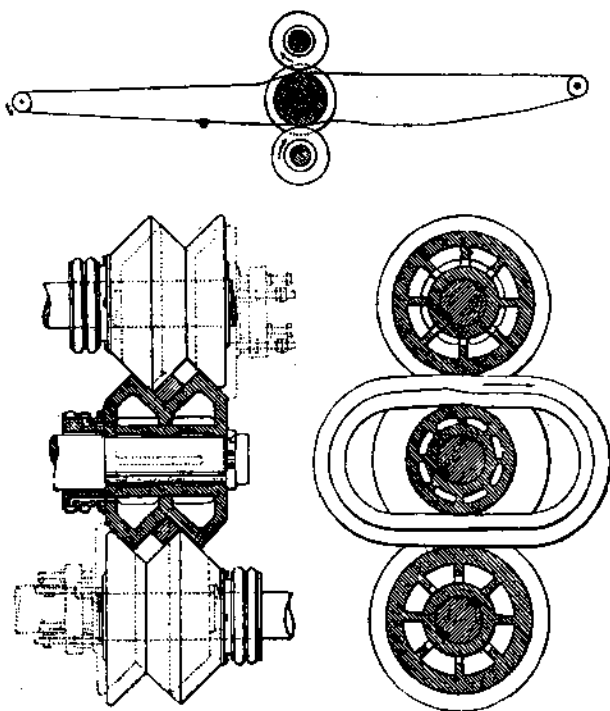


Рис. 200—202.

как производительность его вдвое больше. Можно также устанавливать на некотором расстоянии два стана друг против друга и вести прокатку на этих двух станах одновременно.

На рис. 203 и 204 изображена установка станов-трио *T*, парами, при чем эти станы дополняются обыкновенными чистовыми станами *F*. Станы полунепрерывного или непрерывного действия отличаются громадной производительностью.

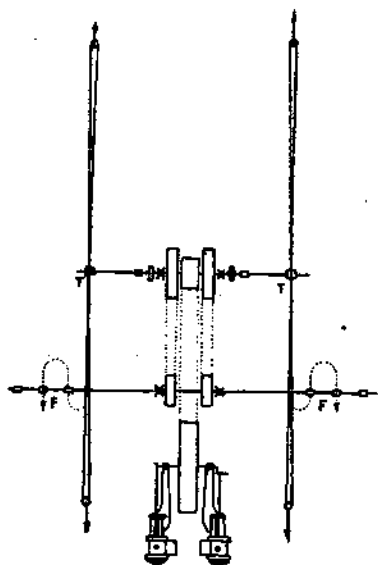


Рис. 203.

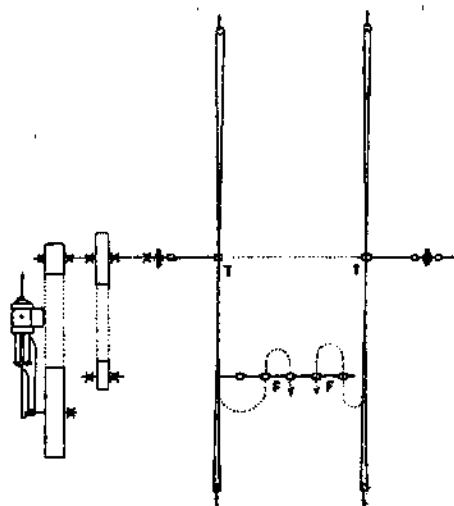


Рис. 204.

Холодная прокатка полосового железа.

Холодная прокатка тонкого полосового железа, даже плоских брусков, толщина которых не превышает 25 или 30 мм, применяется для окончательной отделки в тех случаях, когда требуется достигнуть такой равномерности изделий, какой невозможно достигнуть при горячей прокатке, вследствие разности температур в различных частях металла. Такие неровности на стальных лентах толщиной в 1 мм могут достигать одной и даже двух десятых миллиметра. Неровности при холодной прокатке не превышают нескольких сотых долей миллиметра. Отсюда ясно, что станы для прокатки железных лент должны быть очень точными, так чтобы колебания толщины изделия не достигали одной сотой доли миллиметра.

Холодная прокатка уже очень давно применяется при производстве металлических полос для чеканки монет. Обжим заготовок производится вгорячую, после чего для устранения всех неровностей полосу прокатывают вхолдную.

При равномерной температуре помещения, в котором производится прокатка, отчасти устраняются колебания размеров, связанные с высокой температурой, которую тем труднее уравнивать, чем тоньше и шире полосы.

Вхолдную прокатывают также полосы из тех металлов, которые обладают большей текучестью в холодном, нежели в горячем состоянии, а также если металл обладает критическими точками текучести при различных температурах, как, например, цинк, латунь, медь, алюминий и дуралюминий.

Полосы после двух или трех пропусков отжигают, если только не требуется сохранить некоторого наклепа для большей твердости и повышения предела упругости, хотя наклеп сопровождается некоторым понижением относительного удлинения металла.

Стальные полосы толщиной не свыше 1 мм обычно прокатывают в горячую на стане-дуо, из полос толщиной 10 мм и длиной 10 метров, которые в 5 или 6 пропусков доводят до толщины около 2 мм. Колебания в толщине таких полос достигают приблизительно 0,1 миллиметра, вследствие чего их затем прокатывают в холодную.

Для получения полос толщиной менее 1 мм прокатку в горячую ведут до толщины приблизительно в 1 мм при длине полосы в 100 метров. После этого полосу протягивают в холодную через волочильные доски до длины в 200, 300 и более метров. Ширина полос колеблется от 10 до 200 мм. Из таких полос изготовляют пины, пружины и т. п. изделия.

В этом случае пользуются гладкими валками диаметром от 80 до 400 мм. Число оборотов валков колеблется между 30 и 100 в минуту. Последовательные уменьшения толщины при прокатке стали обычно колеблются около 0,1 миллиметра. Для прокатки брусков, толщина которых не превышает 30 мм, валки устраиваются с ручьями, при чем брусок прокатывается окончательно в одном ручье, через который его пропускают несколько раз, в зависимости от сечения, качества металла и его назначения. Изменения толщины колеблются между 0,1 и 0,2 миллиметра при каждом пропуске.

Необходимо постоянно наблюдать, чтобы валки для прокатки лент были хорошо выверены, так как в противном случае кромки получаются волнистыми, лента завивается или же изгибается корытом в своей средней части.

Эти недостатки происходят от неравномерности обжима металла в различных частях ленты. Они устраняются тщательной притиркой и шлифовкой валков.

В первом случае, когда лента завивается, валкам придают некоторую выпуклость в несколько сотых долей миллиметра, чего вполне достаточно. Для притирки валков необходимы очень опытные рабочие. Если лента коробится в середине, то уменьшают ту выпуклость, которая обычно требуется, вследствие наличия стрелы прогиба валков, подвергающихся при прокатке лент тоньше 1 мм, с обжимами от 0,1 до 0,2 мм, в зависимости от металла, очень большим давлением.

Прокатка лент требует большой затраты энергии ¹⁾, при чем трение шеек значительно превышает полезную работу прокатки. Смазка шеек валков затруднительна, что, впрочем, является недостатком, свойственным всем прокатным станам.

Шейки валков подвергаются весьма значительным усилиям. Вследствие этого давление на единицу опорной поверхности настолько возрастает, что на них не может удерживаться смазка. В результате

¹⁾ Так, например, при прокатке стальной полосы шириной 100 мм, толщиной 0,8 мм, при обжиге в 0,1 мм между валками диаметром 160 мм, делающими тридцать оборотов в минуту, потребная мощность равняется приблизительно 12 лощ. силам. Давление на валках может быть около 20 000 кг, что на один мм² поверхности соприкосновения полосы, шириной 3 мм и длиной 100 мм, составляет $\frac{20\,000}{3 \times 100} = 66 \text{ кг/мм}^2$, т. е. приближается к величине напряжения, которое при незначительной толщине изделий вызывает остающиеся деформации.

получается трение металла о металл, и шейки нагреваются даже при сильной поливке водой, так что подшипникам приходится работать в неблагоприятных условиях.

Необходимо особенно внимательно относиться к содержанию в исправности указанных выше частей. Во многих случаях можно было бы ставить подшипники с цилиндрическими роликами или со стальными шарами, которые выдерживают без деформации очень высокие давления и понижают коэффициент трения до значений от 0,001 до 0,003. Подобные подшипники при современном состоянии техники легко выполнимы, при чем можно достигнуть продолжительности их работы в хороших условиях и тем уменьшить затрату энергии прокатными станами наполовину.

Чтобы можно было воспользоваться валками небольшого диаметра и тем уменьшить давления или достигнуть большей вытяжки тонких полос при каждом пропуске и вместе с тем предупредить прогибание валков, последние можно выделывать из литой закаленной стали. Такие валки поддерживают большими чугунными или стальными не закаленными роликами, соприкасающимися с ними по всей длине.

Вместо одного ролика, прижимающегося к каждому валку, чем затрудняется сохранение осей в одной и той же вертикальной плоскости, лучше пользоваться двумя роликами, располагая их симметрично. При этом достигалась бы много лучшая опора, вследствие чего таким устройством можно было бы с успехом пользоваться для прокатки полос большей толщины и ширины. Первое устройство, насколько нам известно, не получило применения на практике и только в последнее время его применяют, как мы увидим дальше, в листопрокатных станах-трио, в которых средний валок упирается попеременно то на верхний, то на нижний.

Прутья и полосы, требующие большой точности размеров, иногда после прокатки протягивают в один или два пропуска через волоочильные доски. После этого тонкие полосы свертывают в круги.

Добавим еще, что небольшие стальные ленты шириной около 10 мм и толщиной от 0,3 до 0,4 мм получают путем протяжки из круглой проволоки, которую сплющивают между валками в несколько пропусков с последовательными отжигами. Таким образом можно получить ленты длиной свыше 1 000 метров.

Прокатка полосового железа в жидком и тестообразном состоянии.

Нортон и Ходгсон (Norton and Hodgson) в Чикаго применили для производства металлических полос прокатку металла в жидком состоянии, пропуская его между двумя валками с внутренним водяным охлаждением (рис. 205 и 206) ¹⁾.

Валки сделаны из стали средней твердости, скорость их равняется или слегка превышает скорость движения расплавленного металла, чтобы последний не задерживался в воронке. Воронка имеет щель, ширина которой немного меньше ширины прокатываемой полосы. Ширину полосы можно изменять по желанию до полной ширины прокатных валков, изменяя размеры щели воронки.

¹⁾ Патент Нортон и Ходгсон, 16 июля 1889 года.

Таким образом можно получать полосы шириной от 150 до 450 мм и толщиной 0,4 мм со скоростью 120 метров в минуту. Кромки этих полос получаются несколько волнистыми, вследствие большего выхода металла по краям, нежели в середине. Полосы обрезают на отдельной машине и свертывают в круги.

Для получения более гладких полос однообразной толщины валки устраивают, как показано на рисунке 207, так, чтобы концы их соприкоснулись друг с другом, а для избыточного металла прорезают кольцевые проточки.

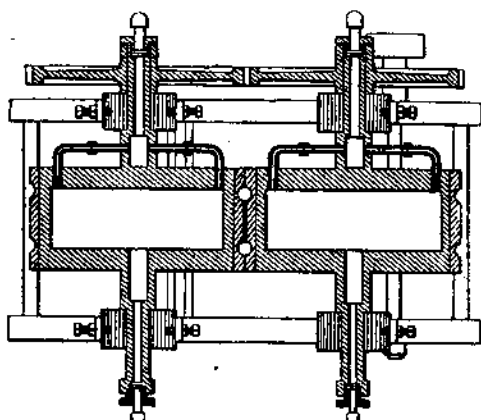
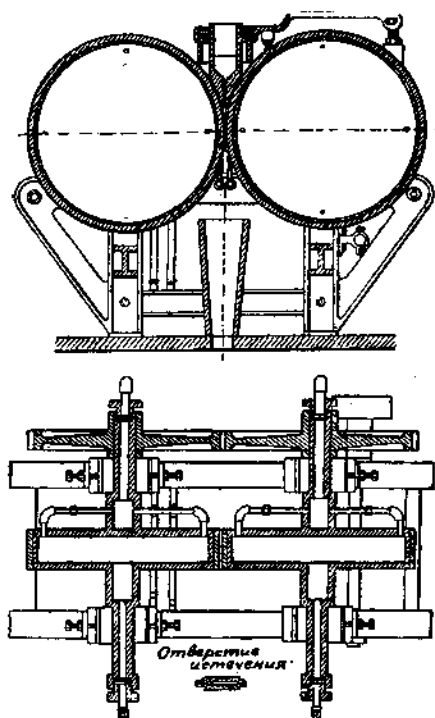


Рис. 205—207.

Прокатка полосового железа из бракованных рельсов и профилей.

Полосовое железо можно получить прокаткой обрезков рельсов, профилей, бракованных рельсов и т. п.

Для прокатки применяются два процесса:

1. Рельсы или профили разрезают вдоль на две или несколько частей так, чтобы из них можно было удобнее прокатывать полосы простейшего сечения.

2. Те же рельсы и профили прокатывают в квадратное или прямоугольное сечение без предварительной разрезки.

В первом случае разрезку производят в так называемом разрезном стане (рис. 208) при красном калении металла. Во избежание нагревания и быстрого разрушения дисков ножниц, их поливают при работе водой.

Вследствие асимметричности сечений частей разрезаемых изделий последние проявляют склонность скручиваться, а потому при выходе из стана их приходится направлять. После разрезки изделия на бруски, последние нагревают и затем прокатывают в прутья, полосы или листы.

Способ этот особенно пригоден для прокатки полос из железных рельсов, составные части которых весьма отличаются друг от друга.

Ножницы (рис. 209) с двумя непересекающимися ножами очень просты. Нож имеют угол заострения, и операция производится

вгорячую. Такими ножницами можно разрезать железо всех размеров при том, конечно, условии, что операция производится последовательно по каждой линии разреза, а не одновременно в нескольких плоскостях сечения, как то делается в предыдущем разрезном стане.

Железо *F* вводят между ножами *LL* и направляют боковые роликом *G*, прижимающим его к инструментам, так чтобы последние могли резать его вдоль углов, минуя резкие выступы на разрезаемых полках. Ролик можно перемещать, приближая или удаляя от ножей, в зависимости от толщины части изделия, в которую он упирается. Пружина *R* посредством рычага *AA'* зажимает изделие между ножами и роликом *G*, позволяя одновременно последнему отходить назад в том случае, если встречающиеся на изделии неровности настолько значительны, что могут вызвать давление, превышающее давление пружины. Эти ножницы работают непосредственно от паровой машины. Разрезка производится в несколько пропусков, при чем верхний нож можно переставлять вертикально и тем изменять глубину реза.

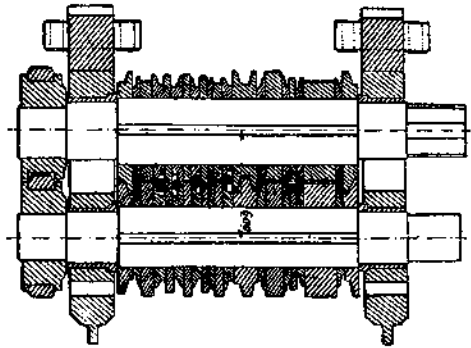


Рис. 208.

Завод Laclede Steel Company имеет для прокатки круглого, квадратного и фасонного железа из старых рельсов стан с ежедневной производительностью в 170 тонн. Вся прокат-

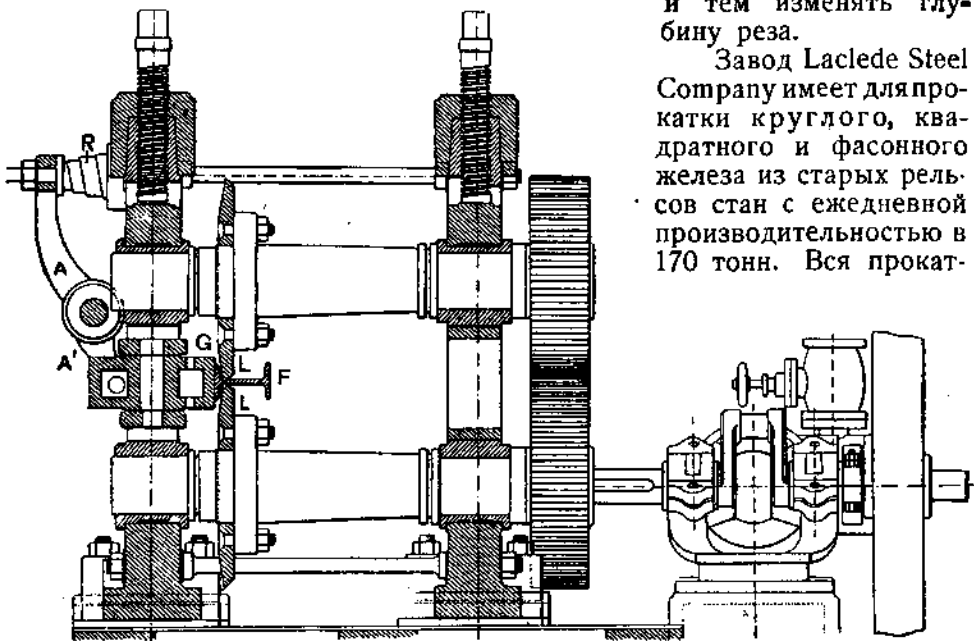


Рис. 209.

ная установка (рис. 210) состоит 1) из нагревательной печи, 2) разрезного стана, режущего рельсы на три части; ножку, головку и подошву, 3) обжимного стана, 4) двух чистовых станов с тремя охладителями и 5) одного загрузочного мостового крана.

В печи *A* помещаются рельсы длиной до 10 метров. 5-тонный мостовой кран *B* с пролетом в 20 метров движется по рельсовому

пути длиной 60 метров, проходящему над печью, и укладывает в нее рельсы для нагрева. Печь отапливается газом от двух газогенераторов Моргана.

Нагретые рельсы переносятся на рольганг *D*, который подает их к разрезной клети-дуо *E* с диаметром валков в 400 мм. Рельс разрезается на три части в один пропуск. После этого отдельные части рельса поступают в обжимную клеть *F* на расстоянии 7,6 метра от разрезной, с валками того же диаметра. Эта клеть непосредственно сцеплена с валом парового двигателя *G*. По выходе из обжимной клети части рельса разделяются.

Ножка рельса поступает в автоматические обводки 4,25 метра диаметром в первую клеть чистового стана с валками диаметром в 250 мм. Этот стан состоит из трех клетей-трио и одной клети-дуо. Он приводится в действие непосредственно электромотором постоянного тока в 230 вольт в 350 лощ. сил и работает с переменными скоростями от 240 до 350 оборотов в минуту.

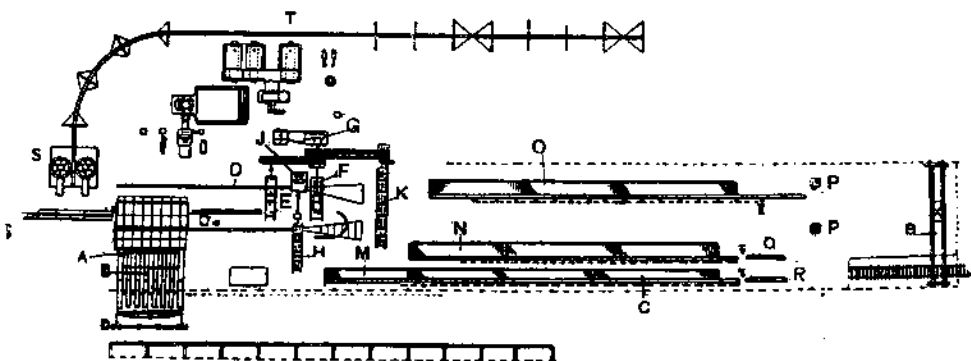


Рис. 210.

Головка и подошва рельса прокатываются начисто на стане *K* с диаметром валков в 300 мм, состоящим из 6 клетей: четырех клетей-трио и двух клетей-дуо. Первые три клети служат для прокатки головки, а три последних для прокатки подошвы. Стан приводится в действие посредством канатного шкива и пеньковых канатов той же машины, что и обжимной стан, и делает 200 оборотов в минуту.

Полосы из твердых металлов по выходе из первой клети стана проходят последовательно через две или несколько других клетей обычного устройства, расположенных друг за другом на одной линии таким образом, что получается непрерывная или сквозная прокатка.

По выходе из чистового стана полосы проходят между гладкими вытяжными роликами, приводимыми во вращение электромотором, и выбрасываются на правильный стол, устроенный позади каждого стана. Эти столы *M* и *N* очень длинные. Длина стола *M*—65 метров, а столов *N* и *O*—52 метра. Ширина стола *M*—2,1 метра, а столов *N* и *O*—2,4 метра. На конце стола *O*, куда попадает подошва рельса, установлены ножницы *PP*, приводимые в действие электромотором. Длина ножей этих ножниц 450 мм. Дальше находится упор для регулирования длины отрезаемых полос и закром для них. Два других стола оборудованы вертикальными ножницами *R* и *Q* с ножами длиной 350 мм. Эти ножницы установлены на расстоянии 4 метров от правильного стола. Для переноски полос установлен 5-тонный

электрический кран. Его рельсовый путь продолжен над станами, вследствие чего краном можно пользоваться при разборке последних.

Второй способ ¹⁾ позволяет использовать концы рельсов из литой стали, которые с трудом свариваются в пакетах.

В этом случае пользуются реверсивным станом-дуо, ручки которого постепенно доводят сечение рельса до требуемого сечения полосы.

Расчет ручьев производится графическим методом Валанта (Valant). При этом расчете допускают, что центры тяжести последовательных сечений остаются на одной прямой, проходящей через центр тяжести крайнего сечения прокатываемого рельса и через центр тяжести сечения выделываемой полосы. Основываясь на этих двух крайних сечениях, остается только вписать промежуточные сечения, принимая отношение сечений, дающее наибольшую вытяжку в начале протяжки, а не в конце ее.

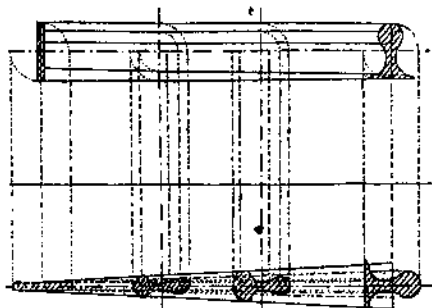


Рис. 211.

На рис. 211 приведен чертеж рельса Виньоля высотой 120 мм, с толщиной полки в 15 мм прокатываемого в плоскую полосу шириной свыше 120 мм и толщиной в 12 мм, т. е. меньше толщины ножки рельса.

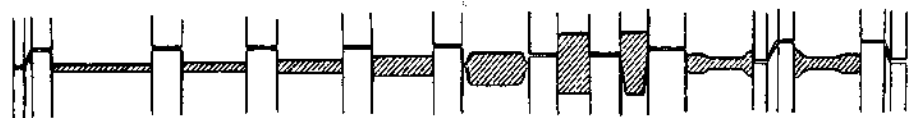


Рис. 212.

Ручьи валков (рис. 212 и 213) сделаны закрытыми; они постепенно обжимают металл, высаживая его в центральные более тонкие части изделия, одновременно вытягивая последнее.

Вертикальное давление в каждой точке изделия должно быть, насколько то возможно, пропорционально толщине.

Такие полосы можно использовать для производства железных шпал. Полосы разрезают и заканчивают на прокатном стане продольным пропуском между фасонными валками или же штампуют под прессом или молотом, придавая плавно изогнутую или загнутую под углом форму.



Рис. 213.

Винтовая прокатка полосового железа.

В первой части этой книги, мы говорили, что плоские тонкие полосы можно получать, прокатывая предварительно трубу, которую затем разрезают или же прокатывают свитую в спираль полосу, которую затем по выходе из прокатного стана выправляют в чистовом стане.

¹⁾ Способ предложен Валаном (Valant) в 1865 году для использования концов рельсов из бессемеровской стали.

Заметим, что медные полосы изготавливаются также электролитическим путем. Отложение меди производится по спирали на соответствующих оправках. При операции оправку вращают и заполировывают отложение металла, повышая тем его однородность. Полосу затем разгибают и калибруют на волочильном стане.

Производство прутьев продольной разрезкой полосового железа.

В некоторых случаях прутья небольшого квадратного или прямоугольного сечения получают путем разрезки широких плоских полос циркулярными ножницами с несколькими параллельными ножами. Этот процесс был впервые осуществлен в Лотарингии в середине XVII сто-

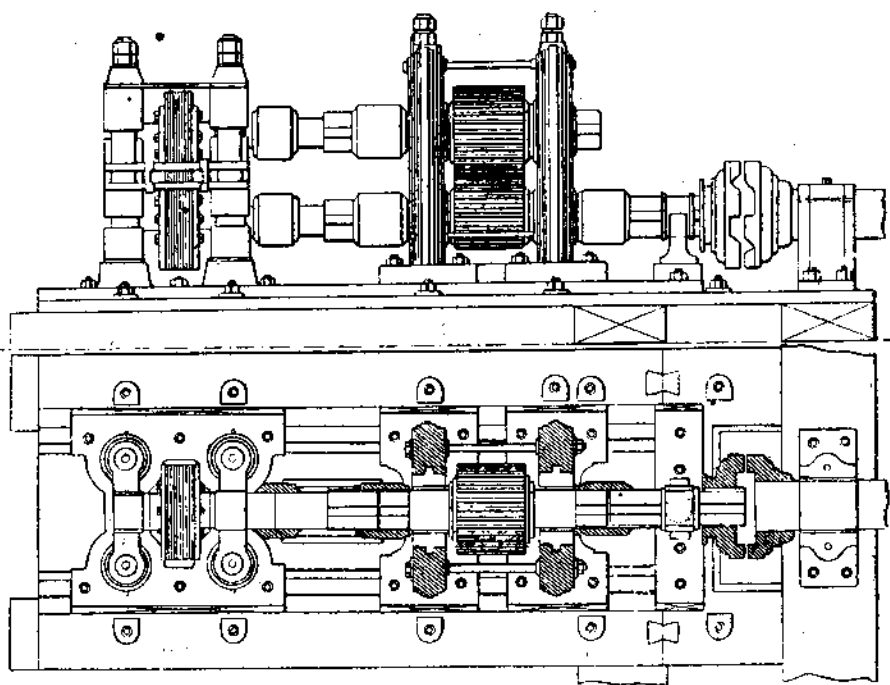


Рис. 214—215.

летия. Тем не менее постройку первого разрезного стана приписывают Боксу в Льеже в 1590 году.

В начале XVII столетия разрезными станами пользовались в Швеции, откуда получалась большая часть такого рода изделий, вследствие трудности быстрого изготовления небольших прутков путем вытяжки под молотом или разрезкой зубилом, практиковавшихся в других странах. Разрезные станы распространились затем в Англии и Германии и, наконец, во Франции. Выделяемые таким способом прутья применялись для изготовления гвоздей и для протяжки на проволоку.

Позднейшие разрезные станы чаще всего устанавливаются за полировальными цилиндрическими вальками полосового стана. На рис. 214—216 изображено устройство разрезного стана. Разрезные прутья выделяются различного качества. Этому процессу, очень распространенному в прежнее время, в настоящее время предпочитают

прокатку прутьев, которая производится быстрее и дешевле в прерывном стане из квадратного железа.

Правка полос.

Толстые полосы по выходе их из стана иногда нагревают и затем выправляют и выглаживают молотом. Чаще всего полосы по выходе из последнего ручья выбрасываются на чугунную плиту, уложенную на поверхности земли. Полосу затем выправляют, переворачивая ее или сбрасывая плашмя или же ударами тяжелых колотушек.

Если полосы должны вслед затем изгибаться, то для производства этой операции пользуются той высокой температурой, которой они обладают при выходе из стана. Вслед затем полосы обрезают по длине ножницами или циркулярной пилой.

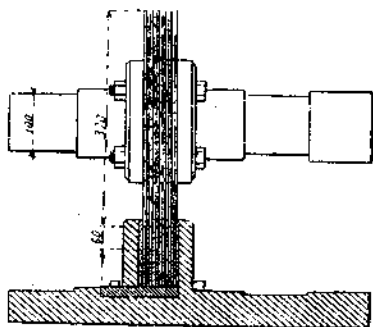


Рис. 216.

Прокатка полос полигонального сечения.

Полосы различных полигональных сечений, как-то: трапецевидных, шестигранного, восьмигранного или сложного профиля (рис. 217), получают путем обжима на стане квадратного или полосового железа. Вслед затем полосы доводят до окончательных размеров несколькими пропускками в чистовых ручьях.

При такой прокатке необходимо предупреждать всякую возможность продольного сдвига чистовых валков, путем соответствующей пригонки буртиков.

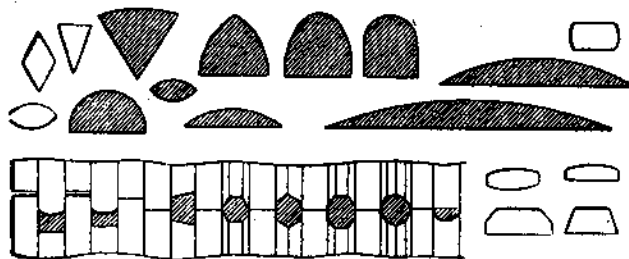


Рис. 217.

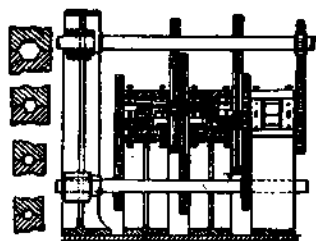


Рис. 218.

Рис. 219.

Полигональные ручьи обоих валков обычно соединяются по диагонали сечения, вследствие чего все поверхности легко отделяются от стенок ручьев (рис. 218).

Если прокатка заканчивается в холодную для увеличения твердости металла и для лучшей калибровки полос, то обжим никогда не превышает десятых долей миллиметра.

Для холодной прокатки пользуются специальными прокатными станами, вследствие той точности, которая требуется в установке прокатных валков. Последние, как-то видно на рис. 219¹⁾, приводятся во вращение независимо друг от друга. Этот способ привода считают лучше способа попарного сцепления валков.

¹⁾ Патент Навроши (Nawrochi), 14 сентября 1880 года.

Ковка круглого железа.

В прежнее время круглое железо получалось посредством ручного штампования, обжимным молотком или обжимками. Такого рода молотками изготовляли круглые совершенно гладкие прутья всякой толщины, начиная с 12 мм диаметром.

Круглые прутья диаметром в 15 или 18 мм выковывали на наковальне с обжимным углублением, охватывавшим половину окружности прута. Другой половине этой окружности соответствовало углубление в молотке, аналогичное с углублением на наковальне.

Ковка карнизных полос производилась точно также.

На некоторых заводах в Беарне молотками выковывали круглые прутья диаметром от 6 до 18 мм.

В настоящее время круглое железо получается, как и всякое другое сортовое железо, исключительно прокаткой.

Прокатка круглого железа.

Прокатка круглого железа аналогична с прокаткой квадратного железа до тех пор, пока стороны квадрата не сравняются с диаметром требующегося круглого сечения. Затем при значительных диаметрах, квадратное железо пропускают через несколько ручьев слегка овальной формы и, наконец, пропускают пять или шесть раз через чистовой ручей.

Чистовые ручьи имеют круглую форму на протяжении примерно $\frac{3}{8}$ до $\frac{4}{6}$ окружности сечения, с каждой ее стороны. Эти части соединены с полотном вала более пологими дугами.

Таким образом ручей имеет круглое сечение на протяжении примерно 120° на каждой стороне (рис. 220).

Если профиль ручья близок к окружности, то при довольно значительном обжиге против стыков валков получаются облои, которые

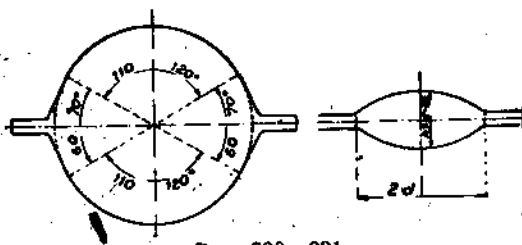


Рис. 220—221.

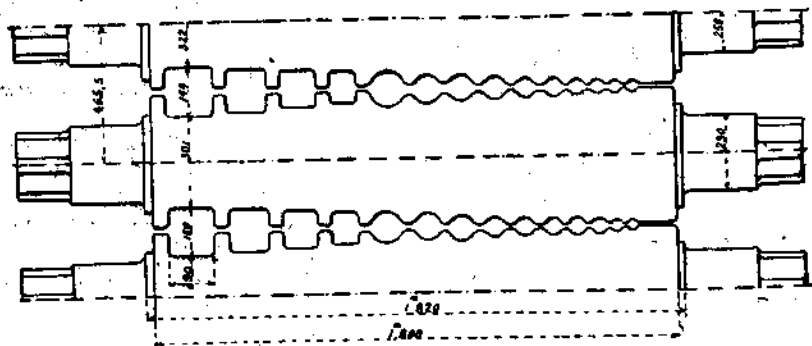


Рис. 222.

необходимо заглаживать в следующем ручье. Последнее не вполне удается и вызывает небольшие продольные плены.

Если, наоборот, ручей приближается к эллиптической форме, то облоя не получается, но зато очень трудно, если только не невозможно, получить правильное цилиндрическое сечение железа.

Подготовительная прокатка круглого железа небольшого диаметра заканчивается в овальном ручье, высота которого на 0,5—до 2 мм меньше требуемого диаметра, а ширина вдвое больше этого диаметра (рис. 221).

Круглое железо диаметром менее 20 мм требует при последнем пропуске устройства направляющих к последнему ручью.

Устройство направляющих необходимо, когда диаметр железа приближается к пределу в 4—5 мм, а также при прокатке проволоки. Такую проволоку называют катаной проволокой или попросту катанкой.

На рис. 222 изображены ручки валков стана-трио. Конструкция станов для прокатки круглого железа требует особенного внимания, так как далеко не все станы могут прокатывать хорошее круглое железо.

Прокатка круглого и квадратного железа небольшого сечения производится гораздо быстрее и с меньшим числом рабочих на стане непрерывного действия или сквозном универсальном стане, как, например, на стане Банзена (рис. 223—233).

Прокатываемое железо (рис. 227—229) вводят в первую пару валков, откуда оно автоматически следует к остальным валкам A^1 , A^2 , A^3 , ручки которых имеют постепенно уменьшающееся сечение. Между двумя последовательными парами горизонтальных валков расположены направляющие, а впереди этих валков находятся вертикальные гладкие валки B^1 , B^2 , B^3 , направляющие железо и предупреждающие всякое отклонение его в стороны. Эти же валки вводят железо в другие направляющие, расположенные тотчас же за вытяжными валками.

Скорости парных валков пропорциональны уменьшениям сечений ручьев.

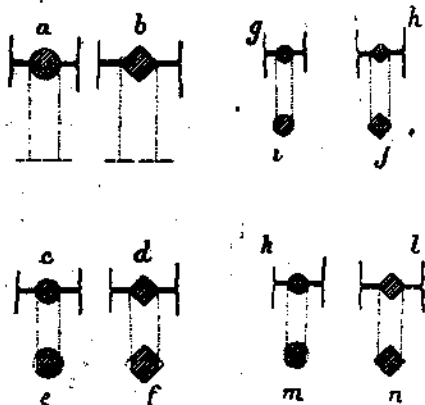


Рис. 223—226.

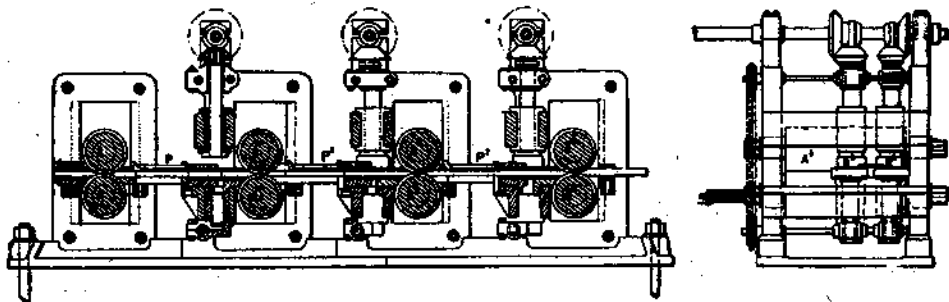


Рис. 227—228.

Размеры ручьев выбирают таким образом, чтобы сечение железа при выходе из одного ручья было несколько больше сечения последующего ручья и притом так, чтобы оно во время пропуски не подвергалось чрезмерной вытяжке.

Операция прокатки этим способом круглого железа протекает следующим образом.

Устанавливают валки A^1 , A^2 , A^3 , соответственно требующимся размерам железа.

Вслед затем устанавливают вертикальные гладкие валки B^1 , B^2 и B^3 таким образом, чтобы расстояние между ними было слегка меньше диаметра следующего за ними круглого ручья.

В первый ручей A вводят овальную прокатанную полосу, соответствующую этому ручью. Полоса выходит из валков A , приняв профиль ручья, и попадает в следующую пару валков, проходя через направляющую P и между вертикальными валками B^1 . Последние придают железу сплющенное сечение.

Выйдя из валков B^1 , железо проходит между вытяжными валками A^1 , уменьшающими его диаметр. Вслед затем железо последовательно принимает сечения m , a , g (рисунок 223—226) и выходит в готовом виде из валков A^3 .

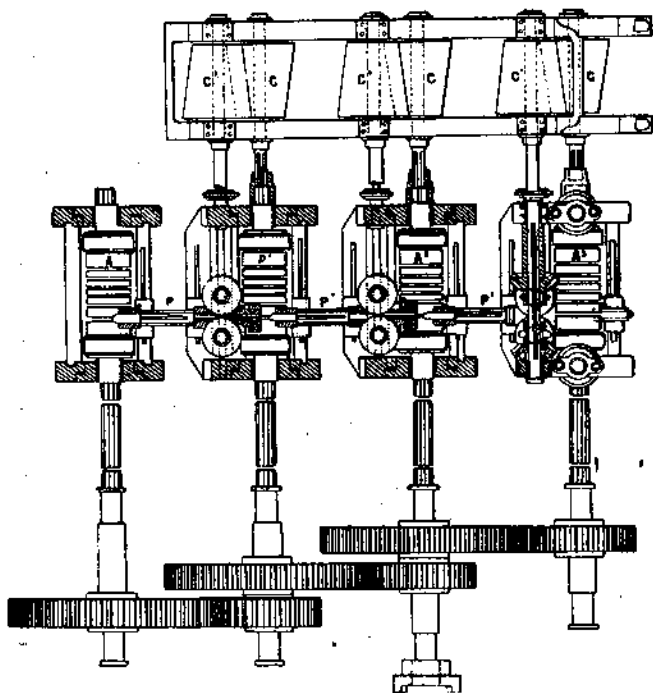


Рис. 229.

Точно так же прокатывают и квадратное железо.

Железо, обжатое в овальное сечение, принимает последовательно сечения b , f , d , h .

Число клетей может быть различно и зависит от условий работы.

Заметим, что вертикальные валки приводятся в действие коническими шквалами C C^1 с передвигаемым по ним ремнем (рис. 232 и 233), вследствие чего можно по желанию регулировать скорость каждой пары этих валков.

Приведем в качестве примера электромоторный способ приведения в действие прокатного стана для круглого железа диаметром до 160 мм и производительностью 3,5 тонны в час ¹⁾.

Переделка этого стана, приводившегося перед тем в действие паровыми двигателями, заключалась в том, что обжимная клеть была

¹⁾ Technique moderne. Май, 1919 г. Стр. 24.

сцеплена с мотором постоянного тока мощностью в 400 лошадиных сил. Чистовая клеть была сцеплена с таким же мотором в 550 сил.

Так как чистовая клеть, вследствие относительной большой длины металла во время прокатки, дает длящиеся перегрузки, которые трудно сглаживаются инерцией маховика, то пришлось поступиться равномерностью работы мотора, допустив падение скорости вращения при полной нагрузке с 500 до 400 оборотов в минуту.

Так как период изменений нагрузки обжимной клетки короче, то к ее мотору присоединили маховик весом 15 тонн и диаметром в 3,80 метра. Якорь мотора укрепили шпонками вплотную на вал махо-

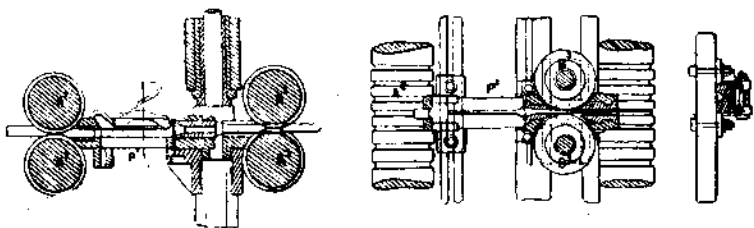


Рис. 230—231.

вика, и всю систему поставили на два подшипника. Линейная скорость окружности маховика достигла 95 м/мин; скопьяемая им энергия составляла около 2 000 000 кг. м.

Для обеспечения бескоммутационной работы мотора, т.е. для нейтрализации реакций, происходящих от токов перегрузки, якорь снабдили соответствующей компенсирующей обмоткой. Чтобы позволить

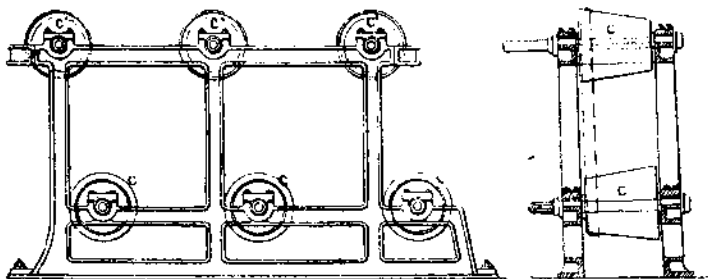


Рис. 232—233.

маховику производить необходимый обмен энергии, мотор снабдили компаундирующей обмоткой, с таким расчетом, чтобы он мог развивать свою полную мощность при 190 и 270 оборотах в минуту при полной нагрузке. (В компаундную обмотку включили шунт для регулирования тока в зависимости от условий работы).

Такая переделка оказалась настолько удачной, что было решено произвести переделку крупносортовых станов того же завода, для которых остановились на том же решении, т.е. на применении моторов постоянного тока. Считают, что моторы постоянного тока легче применить к различным случаям, встречающимся на практике, нежели трехфазные моторы.

Холодная прокатка круглого железа.

Круглое железо прокатывают в холодную из заготовок длиной от 5 до 12 и более метров, предварительно обжатых на прокатном стане в горячем состоянии. Холодная прокатка производится в качестве окончательной отделки железа, калибровки и доводит его до возможно точных размеров. Это делается для того, чтобы насколько возможно сократить операции дальнейшей обработки с отделением части материала, как, например, для того, чтобы устранить обточку трансмиссионных валов.

Холодной прокаткой пользуются также для обжима медных и латунных полос диаметром не свыше 40 мм, тогда как железные полосы и полосы из мягкой стали можно прокатывать в холодную до диаметра в 120 и более миллиметров.

Металл перед прокаткой протравливают кислотой. Прокатка производится на обыкновенных станах, валки которых пригоняются очень точно. Валки делаются из закаленного чугуна, подирированные, при чем ручьи вытачивают особенно точно. Скорость прокатки колеблется от 0,50 до 0,80 метра в секунду.

Железо пропускают через один и тот же ручей по несколько раз при одном и том же давлении, поворачивая его каждый раз на некоторый угол для того, чтобы одинаково пропрессовать всю его поверхность. Таким образом достигается точная калибровка изделия, которое затем выправляют или под прессом, или на соответствующей правильной роликовой машине.

Для прокатки алюминия отливают бруски длиной 800 мм, диаметром 40 мм и весом в 3 килограмма.

Вместо отжига для устранения получающегося при прокатке алюминия наклепа достаточно нагреть металл в кипящей воде.

Винтовая прокатка круглого железа.

Прокатка круглого железа вполне выполнима также по способу винтовой прокатки между тремя или четырьмя валками при больших и средних диаметрах железа и между двумя валками при небольших диаметрах.

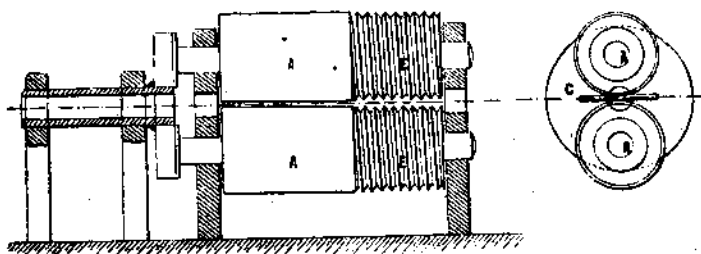


Рис. 234—235.

На рис. 234 и 235 изображен прокатный стан для винтовой прокатки. Валки со стороны вступления заготовки сведены на конус и покрыты винтовой резьбой. Прокатываемое круглое железо увлекается в продольном направлении соприкосновением с резьбой и под

авлением вступает между гладкими частями валков, где и прокатывается до точного диаметра¹⁾.

На рис. 234 и 235 изображено расположение двух валков, применяемых для прокатки железа небольшого диаметра. Они снабжены двумя неподвижными поперечными направляющими, поддерживающими железо.

На рис. 236 изображено расположение трех валков, а на рис. 237 устройство с четырьмя валками.

На подобном стане можно прокатывать совершенно круглое и прямое железо, в особенности небольшого диаметра, которое вслед затем протягивают через волочильное очко. Такая работа обходится дешевле многократной протяжки через волочильные доски.

В первой книге настоящего труда мы видели, что круглое железо можно также прокатывать на стане с плоскими валками, обладающими прямолинейным движением, или на винтовом дисковом прокатном стане с плоскими дисками или гиперболическими валками.

Чистовая отделка круглого железа.

Чтобы получить очень ровное круглое железо, по выходе из прокатного стана его отделяют начисто в поперечном прокатном стане типа, изображенного на рис. 238 и 239²⁾.

Оба валка диаметром около 450 мм с шириной полотна 1 500 мм вращаются в одном и том же направлении. Железо вводят сбоку.

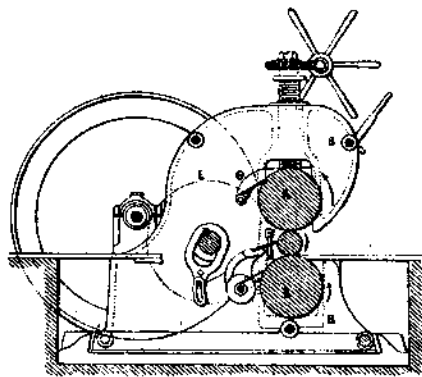
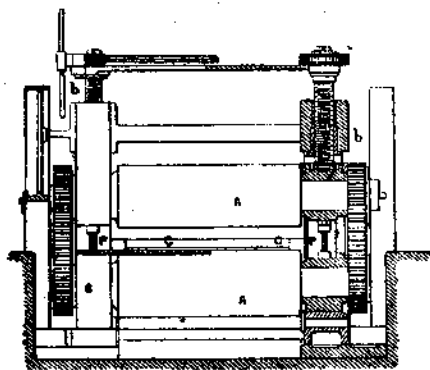


Рис. 238 - 239.

Оно прижимается к валкам планкой *C*, снимающей с него окалину. Вертикальное перемещение имеет только один верхний валок, который можно устанавливать, в зависимости от диаметра изделия и потребного давления. Скрепки *G* обдирают окалину, пристающую к валкам; последние непрерывно поливаются водой. Два винта *P* ограничивают опускание верхнего валка и обеспечивают строгую параллельность валков.

Валки делают 30 оборотов в минуту. Для выправки введенной в стан длины железа достаточно значительно меньшего промежутка

¹⁾ Прокатный стан Тейльярд (Teillard). Патент 7 июля 1884 года.

²⁾ Стан Chuwab, 1882 г.

времени. Для подачи железа вперед приподнимают верхний валок, после чего начинают вторую операцию, а за ней третью и так далее, до тех пор, пока железо не будет прокатано по всей его длине.

Этот прерывного действия стан не так удобен, как стан с вращающимися дисками Фербарена (Ferbarin) или Робертсона.

Протяжка круглого железа через волоचильные доски.

Процесс протяжки через волочильные доски применяется при производстве круглого железа преимущественно для его калибровки, а не для вытяжки или уменьшения сечения.

Этим процессом пользуются уже очень давно. Золотых дел мастера протягивали крупные прутья в несколько миллиметров диаметром посредством своего рода ворота (рис. 240 и 241) вращаемого

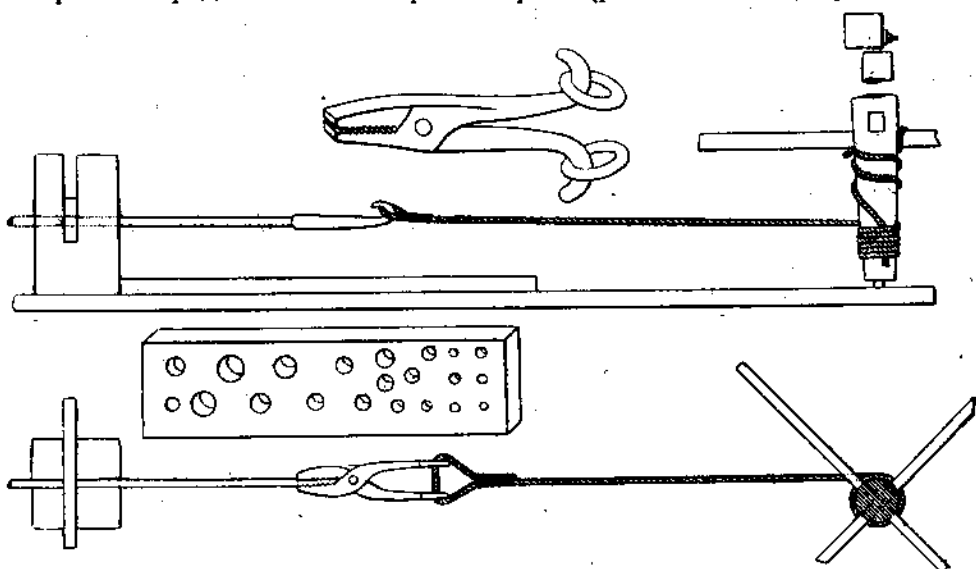


Рис. 240—241.

вручную. Волочильная доска имела ряд постепенно уменьшающихся отверстий, сокращающих диаметр изделий до требующейся величины.

В настоящее время калибровку латунных, медных, железных и мягких стальных круглых брусков производят, протягивая их входную несколько раз через очко на волочильном стане.

Таким образом калибруют круглые изделия диаметром в 100 мм и больше. Для такой калибровки требуются очень мощные волочильные станы, доски которых обычно устраиваются с двумя очками.

Обжим изделия при каждом пропуске равняется всего лишь нескольким десятым миллиметра (от 0,3 до 0,8 мм). При более сильном обжиге работа обходится слишком дорого.

Прокатка круглых прутьев и проволоки.

Процесс обычной прокатки позволяет прокатывать железо до диаметра в 4 мм.

Горячая прокатка тонких изделий должна производиться быстро во избежание охлаждения металла. Валки, диаметр которых равняется от 200 до 250 мм, делают от 300 до 400 оборотов в минуту. Желез-

ный квадратный брусок сечением 30×30 мм и длиной от 600 до 800 мм прокатывается в проволоку диаметром от 4 до 8 мм менее чем в одну минуту.

Старинные проволочно-прокатные станы состояли из обжимной клетки-трио (рис. 242) и двух чистовых клеток-дуо, установленных по одной линии и приводившихся во вращение непосредственно. Нагретый до-бела брусок обжимался в клетки-трио, после чего получившийся прут вводили в один из овальных ручьев первой клетки-дуо, а отсюда

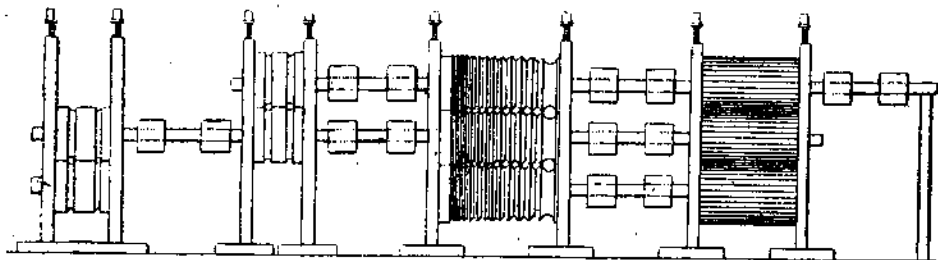


Рис. 242.

в ручей второй клетки-дуо, из которой выходил еще раскаленный до-красна прут диаметром от 8 до 10 мм.

Такие прутья сгибали пополам и укладывали в связки, а если диаметр при выходе из последнего ручья был невелик, то рабочий подхватывал конец и прикреплял его к мотальному барабану, установленному на горизонтальной оси довольно далеко от стана. Барабан вращали рукояткой и сматывали проволоку в бунт.

Петлевая прокатка проволоки.

В менее старых, еще встречающихся на заводах прокатных станах, брусок сперва быстро обжимают в клетки-трио, после чего пропускают последовательно через две клетки (рис. 243). Железо выходит из обжимной клетки в виде квадратного прута в 10 или 12 мм в стороне при температуре, близкой к белому калению. Вслед затем прут пропу-

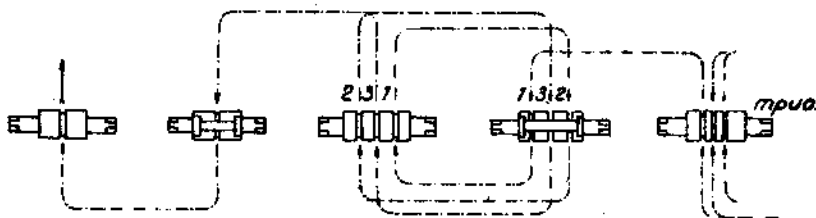


Рис. 243.

скают через обе стоящие рядом клетки. Вальцовщик вводит прут в ручей № 1 первой клетки, второй вальцовщик подхватывает прут при выходе из этой клетки и вводит его возможно скорее в ручей № 1 второй клетки, откуда первый вальцовщик вновь вводит его в ручей № 2 первой клетки и так далее. Прут проходит поочередно из одной клетки в другую и последовательно через три или четыре ручья каждой из клеток. Таким образом, прут постоянно находится в двух, трех и даже четырех ручьях, в зависимости от его длины и ловкости вальцовщиков.

Так как вытягивающийся в проволоку прут проходит одновременно через обе клетки, то этого рода прокатку называют петлевой прокаткой. По выходе проволоки из шестого или восьмого ручья ее подхватывает третий вальцовщик и вводит в ручей третьей клетки. При выходе проволоки из этого ручья старший вальцовщик схватывает ее и пропускает через чистовую клетку, круглый ручей которой придает проволоке цилиндрическую форму и окончательный диаметр.

Формы ручьев делаются квадратными и овальными, при чем эти формы чередуются друг с другом (рис. 244 — 248)

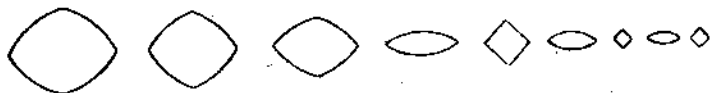


Рис. 244.

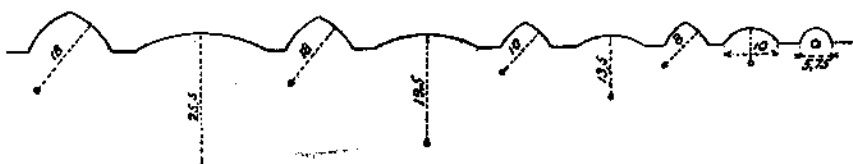


Рис. 245.

При выходе из каждого ручья проволоку необходимо захватывать очень близко от конца и возможно скорее вводить в следующий ручей во избежание образования слишком длинных петель, т. е. во избежание слишком большой длины прута, выходящего из предыдущего ручья. Петли тянутся по чугунным плитам, уложенным на земле, вследствие

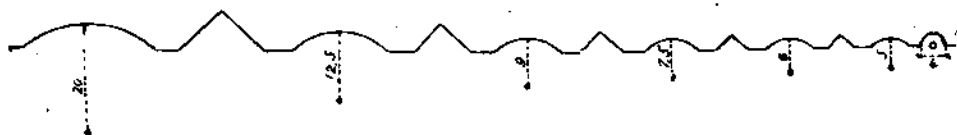


Рис. 246.

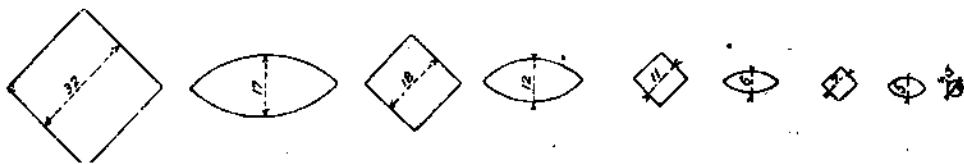


Рис. 247.

чего металл охлаждается и, кроме того, при большой длине могут получиться узлы, а также возможен захлест вокруг вала.

Если считать, что валки делают 400 оборотов в минуту, то линейная скорость на окружности равняется 4 метрам в секунду. По этой скорости можно судить, какой ловкостью должны обладать вальцовщики, чтобы захватить раскаленный до-красна прут клещами и быстро перенести его из одной клетки в другую и из одного ручья в следующий. Промедление в несколько секунд ведет к тому, что на пол выбрасывается 20—30 метров проволоки, при чем образуются опасные петли, происходит охлаждение металла, проволока затвердевает и можно опасаться, что не удастся довести операцию до конца, вследствие чего получается брак или понижаются качество проволоки и ее продажная цена.

Для защиты вальцовщиков и облегчения их работы устраивают отводы, как то показано на рис. 252 и 251. От вальцовщиков требуется тем большая быстрота и ловкость, чем тоньше и длиннее проволока.

Проволока диаметром от 4 до 4,5 мм обычно получается путем пропуска ее через восемь или десять обжимных ручьев и шесть или восемь раз петлями а затем через два чистовых ручья.

Прокатка одного бруска продолжается около 45 секунд, при чем получается проволока длиной около 60 метров.

В среднем 100 кг проволоки толщиной в 4,5 мм получается из заготовки весом 110 килограмм. При небольшой длине концов (30 метров) можно одновременно прокатывать две или три проволоки.

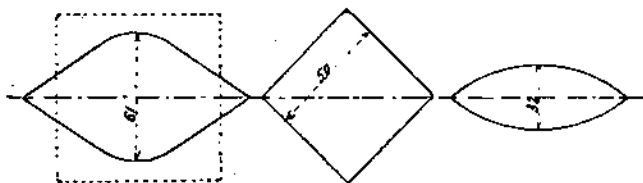


Рис. 248.

У входа в чистовой ручей устраивается проводка обычно в виде двух плашек из твердого чугуна или стали (рис. 249), которые можно передвигать в рамке винтом.

Проводки более мелких ручьев делаются чугунными в виде воронки, как то показано на рис. 250.

Для прокатки проволоки из мягкой стали пользуются станом-трио и четырьмя клетями-дуо. Стан имеет ременный привод и требует около 100 лощ. сил, валки его делают 400 оборотов в минуту.

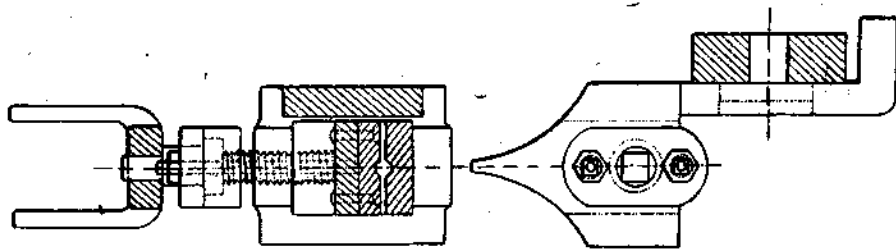


Рис. 249.

Проволока наматывается на мотовило из листового железа с прорезью, идущей параллельной оси, в которую вводят наматываемую проволоку.

Иногда мотовило устраивается из прутьев и вращается со скоростью, зависящей от скорости выхода проволоки из стана. Конец проволоки зацепляют за один из прутьев, не останавливая аппарата.

Проволока также подводится к мотовилу посредством направляющей. Смотанную в бунт, еще красную проволоку снимают с мотовила и дают ей медленно остыть в закрытом пространстве для предупреждения окисления.

Точно так же применяется устройство для намотки проволоки, изображенное на рис. 253—255¹⁾. При выходе из прокатного стана

¹⁾ Аппарат Даниэля. Патент 1887 г.

прут или проволока еще находятся в горячем состоянии и наматывается автоматически на мотовило, как то видно на вышеуказанных рисунках.

Проволока направляется трубкой T_1 , в которую она входит при выходе из прокатного стана. По этой трубке проволока идет внутрь

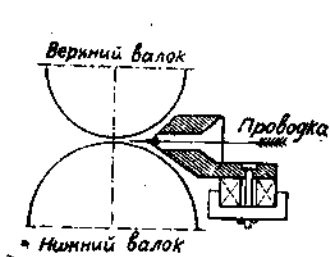


Рис. 250.

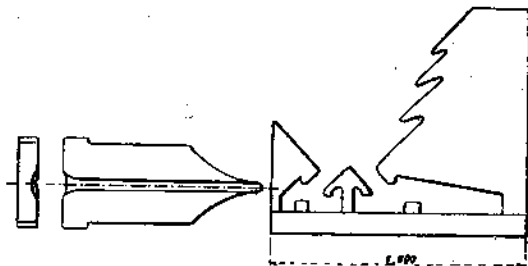


Рис. 251.

Рис. 252.

кожуха C из листового железа, (последний изображен на рисунке в поднятом на некоторую высоту положении, чтобы проволоку можно было легко вынимать). На рис. 255 изображен тот же кожух в опущенном положении, при чем проволока наматывается вокруг шпилек

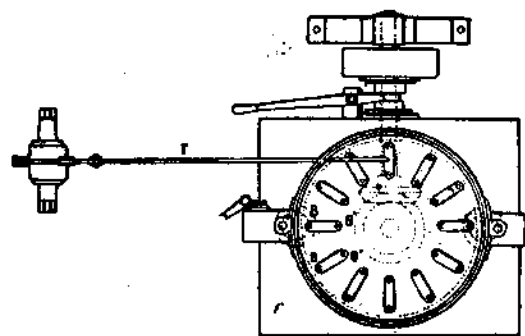
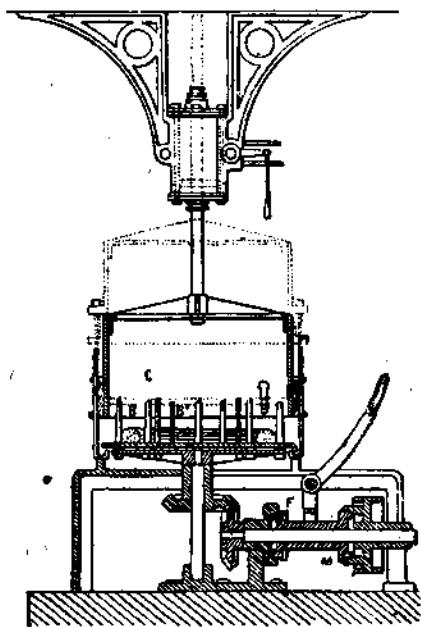
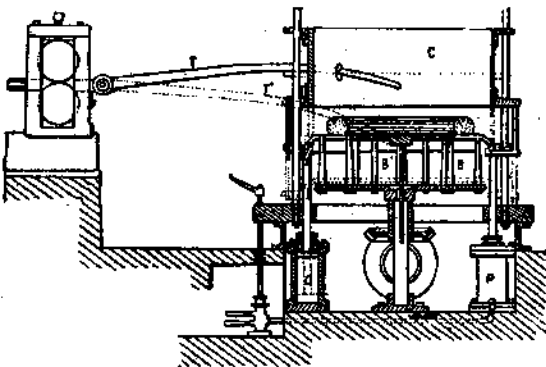


Рис. 253—254.

Рис. 255.

$B B$ мотовила R , установленного на вертикальном валу, который приводится во вращение горизонтальным валом со сцепными муфтами M и тормозом F .

Подъем и опускание кожуха производится двумя горизонтальными паровыми или гидравлическими поршнями P, P' .

Заметим, что проволока наматывается между двумя рядами шпилек *В В*, ограничивающих кольцевое пространство, где она укладывается.

Стан должен иметь два мотовила так, чтобы при намотке проволоки на одно из них, с другого можно было снимать намотанный бунт.

Описанный стан может прокатывать проволоку до минимального диаметра в 3,4 мм (№ 18). Такую проволоку можно прокатывать только из ковкого металла, обладающего большим сопротивлением разрыву, как, например, из литого железа или мягкой стали. Операция производится настолько быстро, что проволока выходит из ручья еще в довольно горячем состоянии, вследствие чего вытяжка не изменяет ее качества.

Эти станы являются станами непрерывного действия и снабжаются различными вспомогательными приспособлениями.

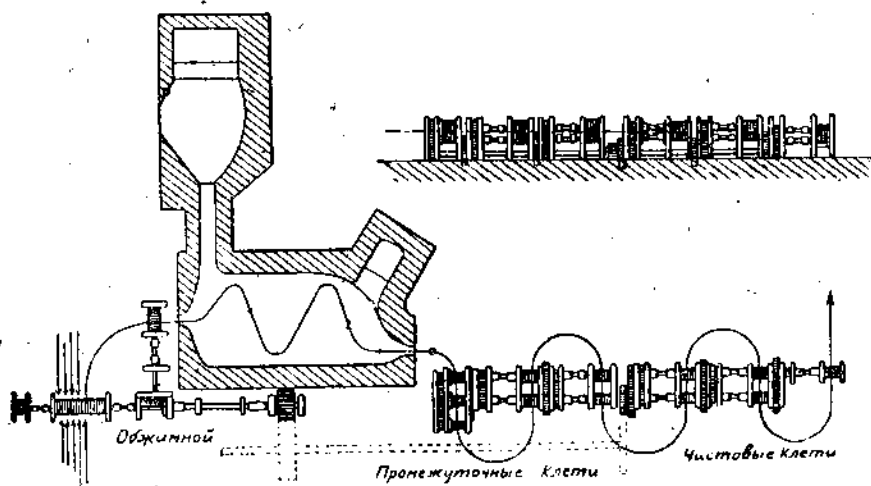


Рис. 256—257.

Опишем стан Симона Лемю и К° (Simon Lemut et C°)¹⁾, состоящий из ряда клеток, установленных по одной линии и предназначенных для изготовления проволоки диаметром 3,4 мм из квадратного бруска в 12×12 мм. Для этого требуется от десяти до пятнадцати пропусков, а потому прокатную установку разбивают на несколько отдельных станков, при чем изолируют чистовой стан, требующий очень точной регулировки, за которой необходимо все время наблюдать. Обжимной стан может состоять из трех-пяти клеток. В эти клетки входит железо при выходе из обжимного стана.

На рис. 256 и 257 изображена группа таких станков. Она состоит из обжимного стана, промежуточного стана непрерывного действия, прокатывающего квадратное железо сечением около 12×12 мм в более или менее тонкую проволоку, и чистового стана.

Между двумя первыми станками расположена печь, куда поступает квадратное железо по выходе из обжимного стана. В этой печи проволока нагревается и выходит из нее только по мере захвата первыми валками промежуточного стана.

В этом последнем стане скорости валков приблизительно пропорциональны сечениям ручьев. Вследствие этого каждая пара

¹⁾ Патент 10 декабря 1879 г.

валков в одинаковые промежутки времени пропускает почти равные объемы металла.

На каждой паре валков устраиваются чередующиеся ручьи овального и квадратного сечения. При выходе из валков устроена направляющая винтовой формы, поворачивающая железо на 90° и тем приводящая его большую ось в вертикальную плоскость. После этого железо вступает в другую направляющую и попадает в ручей квадратного сечения, откуда снова переходит в ручей овального сечения. Вышедшую из последнего ручья проволоку овального сечения вальцовщик захватывает клещами и направляет в ручей квадратного сечения следующей клетки. Эта вторая клеть имеет, кроме того, пару валков с овальными ручьями, куда проволока поступает автоматически. После этого ее снова пропускают на клещах в ручей квадратного сечения третьей клетки и так далее до чистовых клетей.

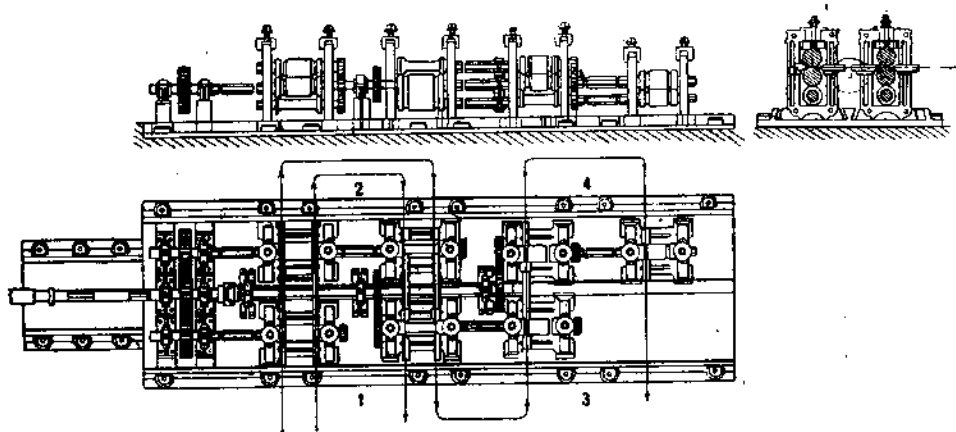


Рис. 258—260.

Первый вальцовщик обслуживает три пары валков первой клетки. Другие вальцовщики обслуживают по две пары валков. Так как каждый вальцовщик заворачивает проволоку только один раз, то он не подвергается такой опасности, как при обыкновенных станах, и от него не требуется такой ловкости, как при обслуживании последних. При одинаковой производительности требуется меньшее количество вальцовщиков и отпадает надобность в специальных рабочих для распрвления петель.

Как только направляющие установлены соответствующим образом против ручьев валков, весь надзор за станом заключается в регулировке подъема валков таким образом, чтобы каждая пара валков доставляла следующей паре соответствующее последней количество металла. Если получающийся в одном из ручьев овал слишком велик, то между двумя валками получается петля, так как ручей квадратного сечения не пропускает того количества металла, которое проходит через ручей овального сечения. Наоборот, если ручей квадратного сечения пропускает большее количество металла, то получается тянущее усилие, способствующее вытяжке. Однако, если тянущее усилие слишком велико, то возможен разрыв металла.

Вальцовщик должен немедленно же исправлять все неравномерности, происходящие от колебаний температуры и твердости последовательно

прокатываемых заготовок. Неравномерное удлинение указывает на необходимость регулировки стана.

Диаметр каждой пары валков с квадратными ручьями несколько меньше диаметра пары валков с овальными ручьями. Диаметры эти относятся друг к другу как 5:6 и 7:8 (отношение тем больше, чем меньше сечение железа).

Каждая клеть приводится в действие соответствующим нижним приводным валом, при чем все эти валы связаны между собою шестернями.

Для прокатки длинных проволок стан можно разделить на два, помещая между ними печь.

Через печь пропускают проволоку сечением от 5×5 до 6×6 мм со скоростью от 2 до 3 метров в секунду. Проволока нагревается прежде, чем входит в следующий стан. Скорость валков последнего всего от 1 до 1,5 метров в секунду.

Таким образом поддерживают достаточную температуру металла до последнего пропуска. При последнем пропуске проволоке можно придавать круглое сечение диаметром в 2 мм и даже меньше при сравнительно небольших диаметрах валков. Чтобы вызвать большую вытяжку, нужно брать диаметр валков тем меньше, чем меньше сечение проволоки. Диаметры валков могут понижаться до 120 мм и даже еще меньше.

Иногда валки двойных клетей располагают на различной высоте. Это делается для того, чтобы направляющим можно было придавать достаточный наклон для быстрого стока попадающей в них воды, охлаждающей валки.

При небольшом наклоне направляющих вода задерживается в них, охлаждает металл и препятствует прокатке небольших сечений.

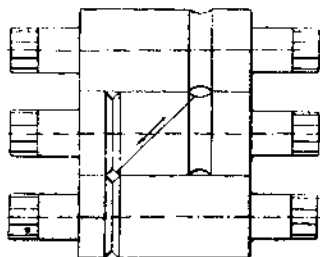


Рис. 262.

Места вальцовщиков обозначены на рисунке цифрами 1, 2, 3, 4. При прокатке толстой проволоки останавливают последнюю клеть стана.

Таким образом, для прокатки проволоки диаметром 5 мм требуется только пять клетей и трое вальцовщиков, направляющих проволоку пять раз, тогда как в обыкновенных станах проволоку приходится направлять восемь раз, для чего требуется шестеро вальцовщиков.

Чтобы не дать воде, охлаждающей валки и их шейки, попадать в ручей, через который проходит проволока, пользуются очень простым способом, а именно: устраивают дополнительные ручьи U-образ.

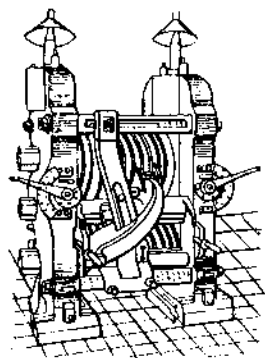


Рис. 261.

Другой стан, изображенный на рисунках 258—260 ¹⁾, также состоит из нескольких комбинированных клетей с автоматическими направляющими.

Проволока следует по пути, обозначенному стрелками. Она проходит между параллельными клетями в воронках, переворачивающих ее на 90 градусов.

Вся установка состоит из двух комбинированных станом, составленных из семи клетей.

Валки вращаются с постепенно возрастающими скоростями.

¹⁾ Патент Беккера, 5 марта 1880 г.

ного сечения с каждой стороны вала. Этими ручьями можно, в случае надобности, также пользоваться и для прокатки.

На рисунке 261 изображена клеть с криволинейной обводкой. Проволока по выходе из ручья овального сечения поступает в обводку.

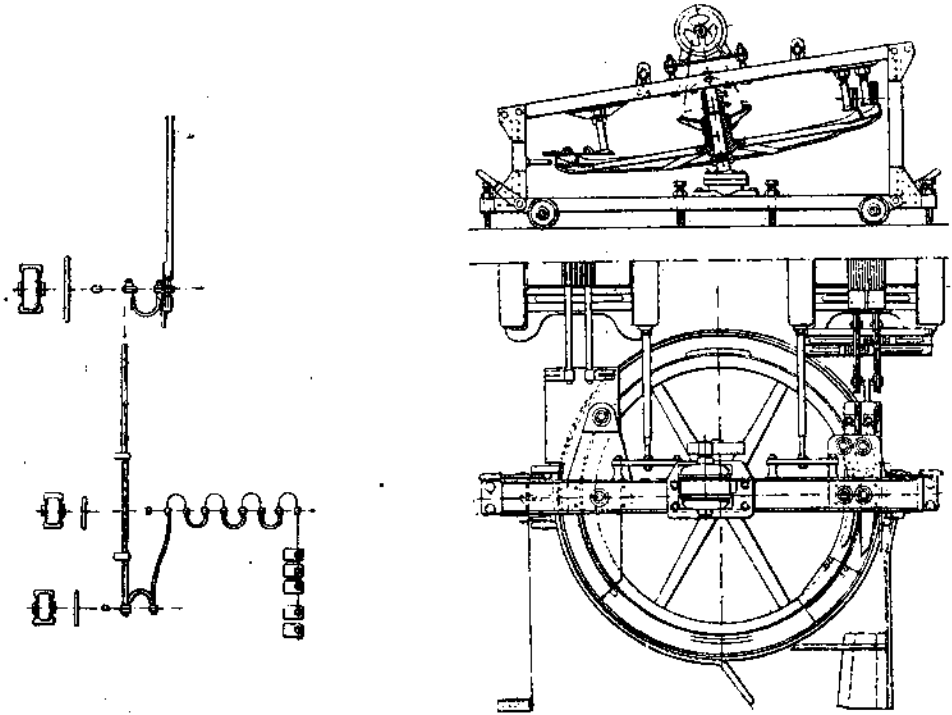


Рис- 263—264.

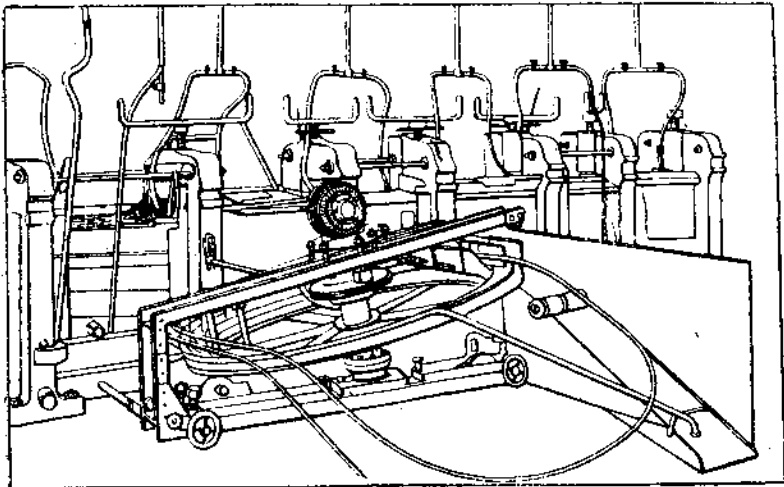


Рис. 265.

поворачивается в последней на 90° и затем входит в ручей квадратного сечения (рис. 262). Вследствие устройства обводок прокатка одной проволоки диаметром 5 мм из заготовки квадратного сечения в 130×130 мм требует затраты энергии в количестве 160 кВт.

Такой небольшой расход энергии происходит от быстроты работы, вследствие чего металл сохраняет свою высокую температуру, а также и вследствие того, что стан приводится в действие непосредственно электромотором. На рис. 263 изображена схематически установка этих обводок на проволочно-прокатном стане.

В направляющем приспособлении Тобера (рис. 264) двухстенный барабан приводится во вращение небольшим установленным над ним электромотором. Скорость вращения барабана по крайней мере равняется скорости проволоки, чтобы центробежная сила прижимала последнюю к направляющей. Через одну и ту же клеть одновременно может проходить несколько проволок (рис. 265).

Комбинированный проволочно-прокатный стан.

Иногда сквозной стан и стан для петлевой прокатки комбинируют вместе. Подобная установка изображена на рисунках 266 — 269.

Стан состоит из трех параллельных клетей: одной трио и двух клетей-дуо, валки которых параллельны валкам клетки-трио.

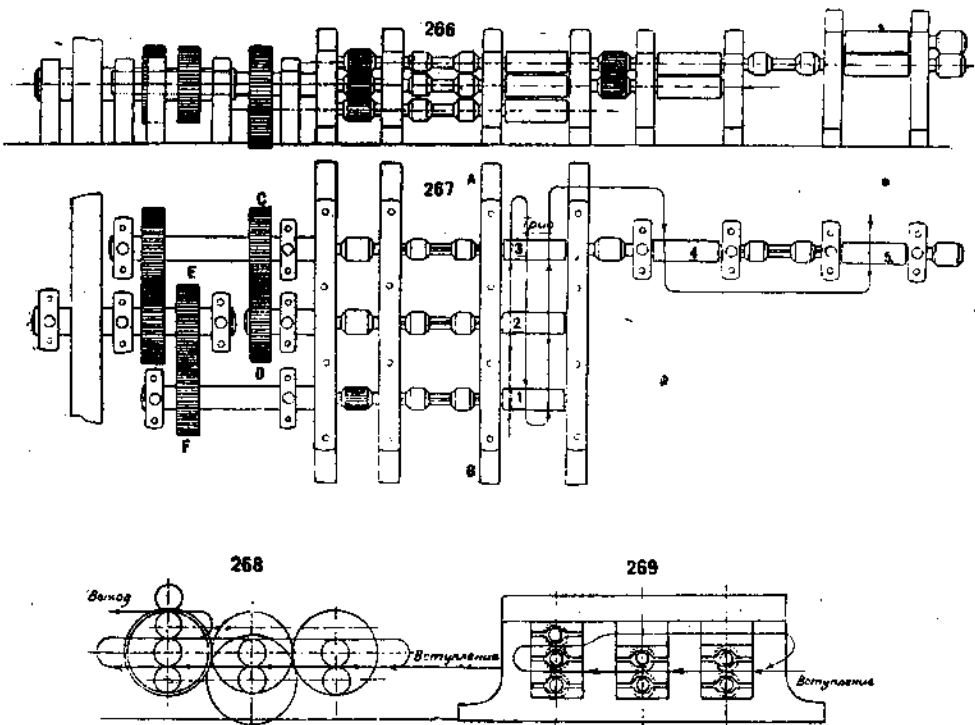


Рис. 266—269.

Прут вводят в клеть-дуо (1), затем он проходит клетки (2) и (3) и возвращается обратно. Проволоку заворачивают, после чего она снова проходит через клетки (2) и (3), делает петлю и проходит через клеть (4), вторично делает петлю и, наконец, проходит через чистовую клеть (5).

Проволочно-прокатная установка Гаррета.

Американский стан Гаррета (рис. 270—274)¹⁾, предназначен для прокатки стальных брусьев длиной около 600 м и сечением 100×100 мм в проволоку длиной в несколько сот метров.

Проволока сматывается в бунты. При прокатке на этом стане устраняется подогрев металла, потери времени и брак, получающийся от вдавливания окалины. Для достижения этих целей, стан снабжен некоторыми специальными приспособлениями. Переход проволоки из одной клетки в другую совершается очень быстро, так что температура металла не опускается до предела, при котором прокатка ее в меньшее сечение и намотка на мотовила сделались бы невозможными. Стан работает очень быстро, а именно: в одну минуту через него можно пропускать две или три заготовки, так что вся операция продолжается от 90 до 100 секунд.

Установка Гаррета пригодна для прокатки проволоки из болванок. Устройство его изображено схематически на рис. 270. Отдельные детали стана в увеличенном масштабе изображены на следующих рисунках.

Паровые котлы *G* помещаются в углу прокатного цеха. Рядом с ними находятся печи *НН* для нагревания болванок и стан-блуминг *h* со своим двигателем *N* и шестереночной клетью *a*, дальше расположены ножницы *A'*. Блуминг уменьшает сечения болванки и доводит ее длину

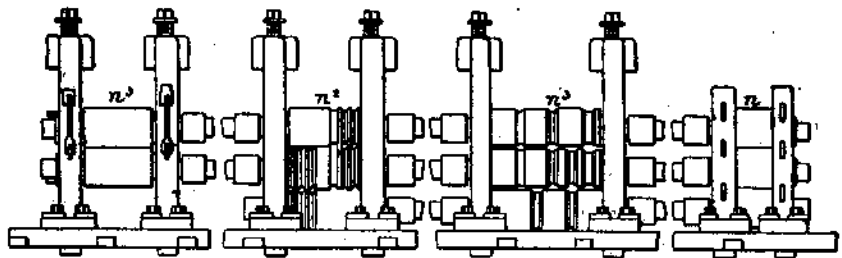


Рис. 27Е.

до требующихся размеров. Болванка перед дальнейшей прокаткой нагревается в печах *A* и *A*. Болванка идет сперва в стан *B*, где прокатывается в брусок. Этот стан приводится в действие той же маши-

¹⁾ Установлен в Кливленде в С.-А. С. Ш.

ной, которая приводит в действие и блуминг. Шестереночная клетка n (рис. 271) и три рабочих клетки с валками n^1 , n^2 , n^3 имеют ручки овального сечения.

Для прокатки стали валки последней клетки n^3 , между которыми брусок проходит один раз, можно делать гладкими. Для прокатки железа, наоборот, эти валки должны иметь ручки.

Таким образом блум превращается в брусок прямоугольного или овального сечения 25×12 мм. Затем этот брусок проходит через промежуточный стан D , изображенный в вертикальной плоскости на рис. 272. Здесь бруску придается круглое, овальное или квадратное сечение в 12—18 мм в стороне. Наконец, прокатка заканчивается в петлевом стане.

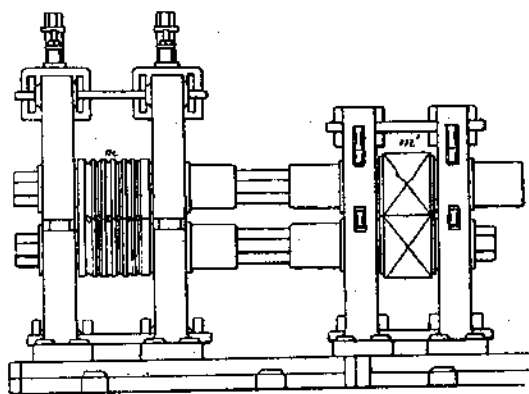


Рис. 272.

Единственная рабочая клетка m промежуточного стана помещается между последней клеткой обжимного стана и первой клеткой петлевого стана, при чем она расположена на одной линии с последними. Брусок поступает по направляющему желобу b ; точно такой же направляющий желоб b' идет дальше к первой клетке петлевого стана.

Последний стан состоит из двух групп клеток C и C' (рис. 273—274). Восемь рабочих клеток обозначены буквами от s^1 , до s^8 , при чем

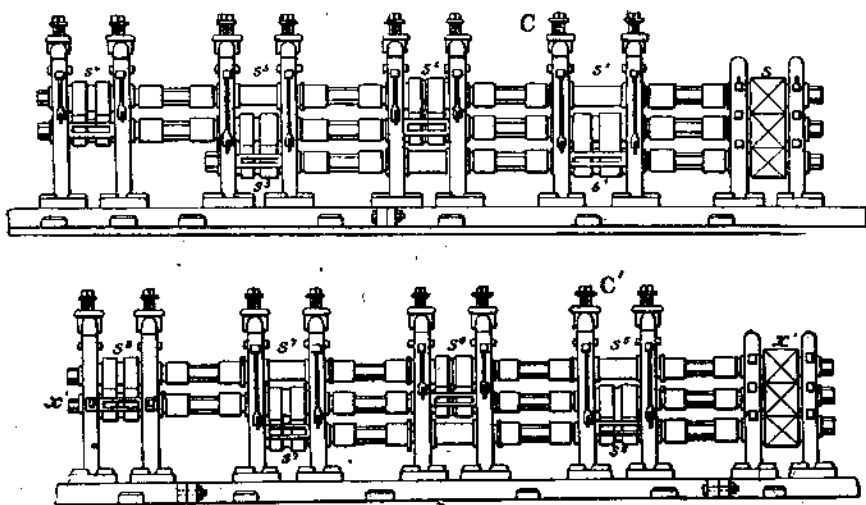


Рис. 273—274.

одна группа C приводится в действие шестереночными валками клетки s , а рабочие клетки второй группы C' — шестереночными валками клетки x . Эти станы, так же как и стан D , приводятся паровыми машинами M и S .

Расстояния между станами B , D и группой C , конечно, должны быть достаточны для того, чтобы брусок мог проходить между

валками в обоих направлениях. Направляющий желоб *b* должен быть несколько длиннее бруска, чтобы вальцовщики успевали скантовать его на 90° перед вводом в промежуточный стан.

Выходя из последней клетки s^6 первой группы, проволока проходит через направляющую b^2 к двум мотовилам RR^1 , на которые она наматывается. Для управления этими мотовилами достаточно одного рабочего. Последний захватывает клещами конец проволоки, прикрепляет его к одному из мотовил, и в то время как проволока наматывается на одно из мотовил, рабочий снимает с другого готовый бунт. Таким образом мотовила вращаются поочередно, и проволока наматывается и снимается по мере ее выхода из стана.

В стане Гаррета число клеток и профили ручьев зависят от изготавливаемых изделий.

Сквозной проволочно-прокатный стан системы Бедсона.

Станы непрерывного действия с прямолинейным движением изделия (сквозные станы) имеют помимо горизонтальных валков ряд вертикальных расположенных друг за другом в одну линию,

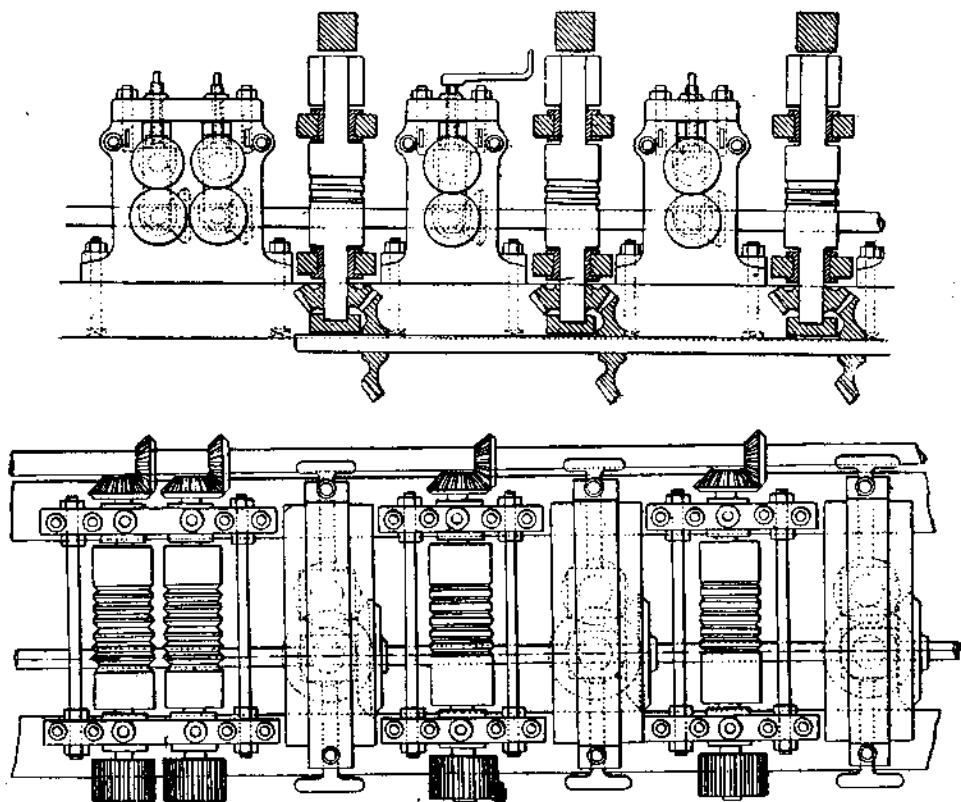


Рис. 275—276.

вследствие чего проволока движется прямолинейно. Одним из первых станов этого типа был стан Бедсона (рис. 275—277).

Прокатанный вчерне прут выходит из печи, установленной возможно ближе к прокатному стану. Он проходит между двумя парами горизонтальных параллельных, сближенных друг с другом, валков.

Вслед затем прут проходит через направляющую между двумя вертикальными валками, после чего между двумя горизонтальными валками и так далее, до конца стана. Последний может иметь целый ряд пар валков, число которых зависит от условий работы.

Вертикальные валки имеют ручки овального сечения, а горизонтальные валки—ручьи квадратного сечения. Проводки поворачивают проволоку на 90° .

Чистовая клеть помещается сбоку в конце стана. В эту клеть проволоку вводят на клещах, так как сечение последней незначительно, а поворот ее довольно крутой.

При выходе из чистовой клетки проволока входит в желоб, по которому направляется к мотовилам.

Скорость валков рассчитана таким образом, чтобы объем проходящего через ручки металла был всегда одинаков или же был несколько больше объема, проходящего через последующий ручей. Это делается для того, чтобы не вызывать растягивающих усилий, которые при самой малой разнице в объемах могли бы достигнуть величины, равной сопротивлению разрыву. Равенство объемов тем более важно, что валки сильно сближены между собой, вследствие чего удлинение распространяется только на очень небольшую длину проволоки.

Для наблюдения за станом и для регулировки валков достаточно одного вальцовщика.

Сквозной стан прекрасно работает при текучем и ковком металле, как, например, при мягкой стали. В этом случае, если количество валков не слишком велико (от 10 до 16 пар), не наблюдается сколько-нибудь заметного растяжения металла. На стане Бедсона можно прокатывать бруски квадратного сечения до 30 мм в стороне, длиной от 6 до 7 метров, весом от 40 до 45 килограмм, в проволоку длиной 300 метров и диаметром в 5 мм.

Бруски пропускают один за другим. Производительность стана достигает от 24 до 28 тонн 5-миллиметровой проволоки в восьмичасовой рабочий день.

В улучшенном стане (рис. 278—280) все валки установлены горизонтально, что дает возможность прокатывать одновременно несколько брусков, направляя их параллельно. Ручьи овального и ромбического сечения чередуются друг с другом. В последней паре валков устроен чистовой ручей, соответствующий окончательному сечению проволоки.

Проводки можно по желанию переставлять и таким образом, пользоваться соответствующим ручьем.

Для комбинирования ручьев устраивают точно так же приспособление, позволяющее передвигать клеть по фундаментной плите, в которой устраивают соответствующие пазы. При таком устройстве ручки можно как угодно комбинировать между собой.

Проводки имеют винтообразный проход (рис. 281), поворачивающий проволоку в 90° . Во избежание образования заусениц, которые составляют недостаток сквозных станом, проволоку подвергают воздействию пары дополнительных валков, исправляющих искривления и высаживающих заусеницы.

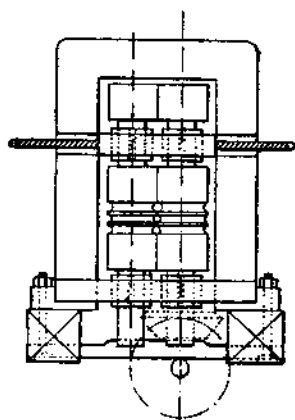


Рис. 277.

На рис. 282 ¹⁾ изображено расположение обыкновенных валков, обозначенных буквами *R*, а дополнительные валки обозначены буквой *A*. Последовательные сечения проволоки обозначены буквами *C* или *E*, в зависимости от того, относятся ли они к центральной части прута или к его концам, и, наконец, показаны сечения, соответствующие проволоке в стане, не имеющем валков *A*. Серия ручьев № 1 применяется в четырех последних клетях обыкновенного стана. Серии №№ 2 и 3 изображают новое устройство клеток и получающиеся при этом профили для стана с параллельными валками и для стана с чередующимися горизонтальными и вертикальными парами валков. Валки изображены в очень небольшом масштабе, а сечения ручьев в половинном масштабе. Валки пронумерованы по порядку.

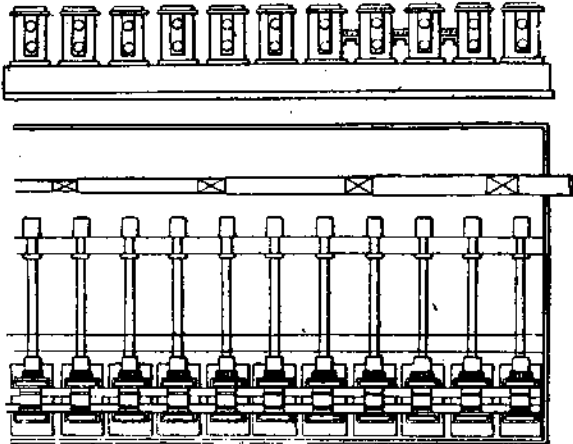


Рис. 278—279.

Дополнительные валки *A* предпочитают ставить в конце стана. Они имеют ручей *C* такого размера, чтобы не уменьшать сечения проволоки. Скорость дополнительных валков равняется скорости валков *R*, стоящих перед ними, или немного превышает ее, во избежание провеса проволоки между клетями. Это легкое увеличение скорости достигается путем увеличения диаметра валков *A*.

Вследствие комбинирования валков *A* и валков *R*, заусеницы высаживаются по мере их образования. В результате концы проволоки получают сечение, одинаковое с сечением в ее средней части.

Сквозной проволочно-прокатный стан системы Комера.

Американцы пользуются непрерывными станами специальной конструкции большой производительности.

Приведем здесь описание стана Комера с постепенно возрастающей скоростью вращения валков. Конструкция характеризуется следующими особенностями:

1. Стан состоит из нескольких последовательных пар валков, расположенных горизонтально торцом к торцу.
2. Валки вращаются шестернями, придающими некоторым парам валков скорости, большие скоростей предыдущей пары без увеличения диаметра последних.

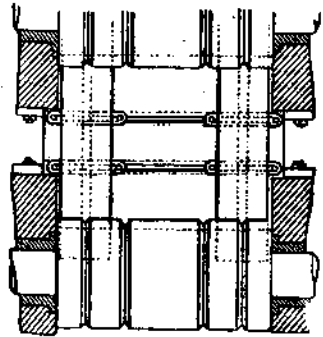


Рис. 280.

¹⁾ В 1854 году во Франции патент на линейное расположение валков был выдан Леви. Патент Бедсоу был выдан в Англии в 1862 году.

3. Диаметры некоторых валков больше диаметров других. Таким образом, возрастание скорости сравнительно со скоростью предыдущей пары получается без изменения передачи.

4. Ручьи последовательных пар валков соединены между собой проводками, поворачивающими проволоку на определенный угол. Эти проводки подводят проволоку от ручьев одной пары валков к ручьям следующей пары, расположенной на другом уровне.

На рис. 285 изображено в плане четыре пары валков, расположенных в двух клетях с проводками, передаточными шестернями и шестернями следующей группы из четырех пар валков. На рис. 283 изображено в вертикальной плоскости расположение нижнего приводного вала и зубчатой передачи. На рис. 284 приведен поперечный разрез.

Мы изобразили на этих рисунках только одну группу из восьми валков вместо двух групп, необходимых для прокатки проволоки. Изображенного на рисунках достаточно, чтобы понять оба вышеуказанные способа увеличения скорости валков пропорционально длине проволоки.

Вынутый из печи брусок пропускается последовательно между парами валков 1, 2, 3, и 4.

Обводки от одной пары валков к другой обозначены буквами *ABC*. Буквами *DD* обозначены проводки, расположенные в конце каждой обводки; *EF**GH**H'**H''**H'''*—шестерни, передающие движение; *J* и *J'*—шестерни приводного вала *K*; *LL'L''L'''*—валы (шпиндели); *MM*—сцепные

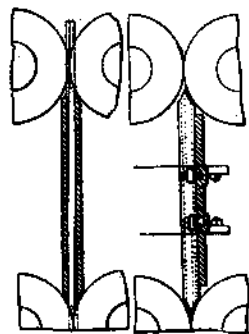


Рис. 281.

муфты; *NN*—стойки клетей; *O*—винты, ограничивающие подъем подушек; *P*—винты для боковой установки валков. Прорезы *R* в обводках служат для удаления окалины и заусениц, *T*—станина; *W*—опоры проводок.

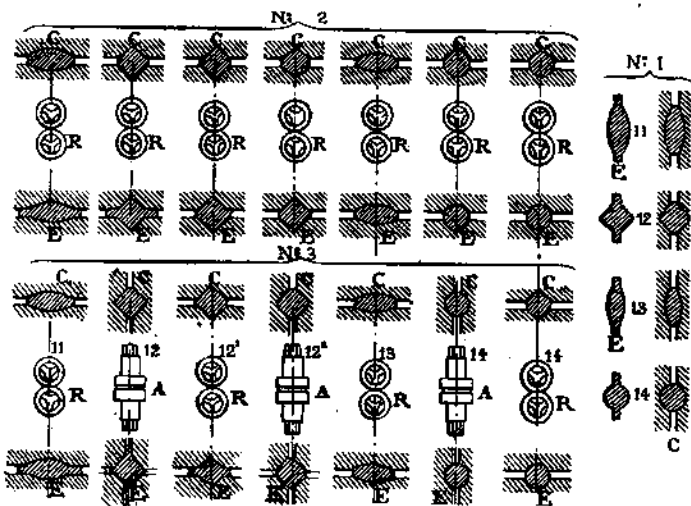


Рис. 282.

Пары валков №№ 9—12 обладают скоростью, одинаковой со скоростью валков №№ 1—4. Скорость возрастает от 9-й до 16 пары валков, так же как и от 1-й до 8 пары.

Возрастание скорости можно регулировать по желанию. Допустим для простоты, что возрастание скорости валков постоянное и равняется одной четверти. Ясно, что ускорение должно соответствовать последовательным удлинениям проволоки. Ускорение зависит от скорости первой пары валков, так как скорость последних валков не должна переходить практических пределов.

Обводки *ABC* подводят проволоку из валков № 1 к валкам № 8. Для передачи проволоки из валков № 8 в валки № 9 обводки не имеется, вследствие уменьшения скорости прокатки. Проволока выходит из валков № 8 скорее, нежели она проходит через валки № 9, а потому скопляется в этом месте. Естественно, что проволока из валков № 9 поступает в валки № 16 по обводке. Затем проволока попадает в чистовую клеть, куда ее вводит рабочий через проволку.

Такая система прокатки имеет целью пропустить заготовку возможно большее число раз, пока железо еще обладает сварочной температурой. Для этого требуется очень большая скорость при первых семи или восьми пропусках. При дальнейших пропусках возрастание скорости должно идти медленнее, так как если бы она возрастала

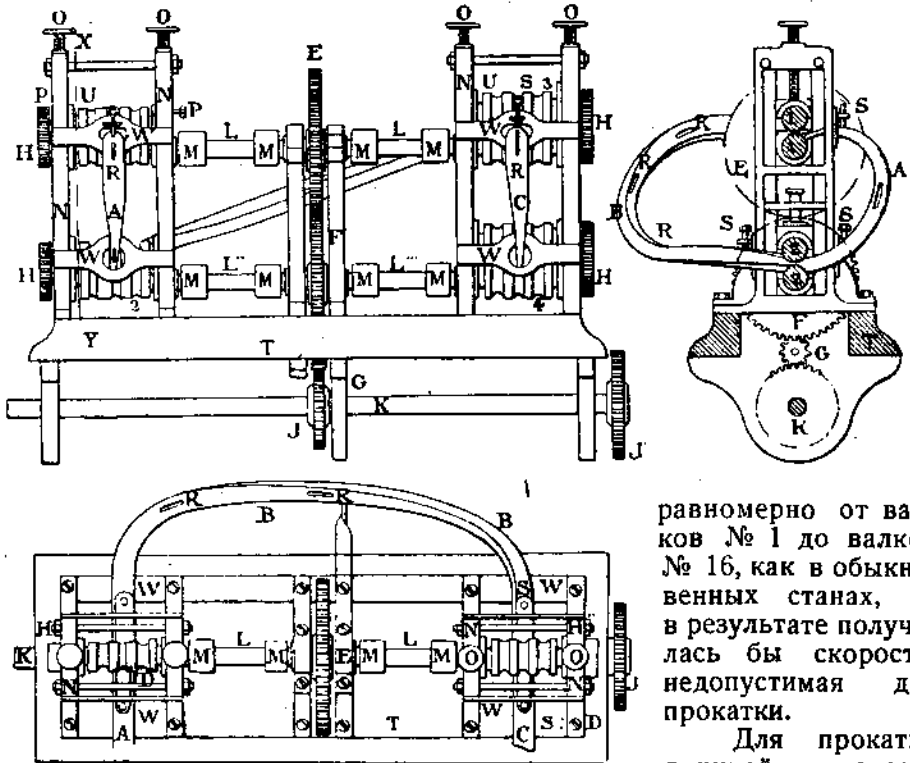


Рис. 283—285.

равномерно от валков № 1 до валков № 16, как в обыкновенных станах, то в результате получилась бы скорость, недопустимая для прокатки.

Для прокатки длинной проволоки стан состоит из восьми клеток с двумя парами валков каждая и одной клетки с парой чистовых валков. Движущая энергия приводит во вращение вал *K* с четырьмя шестернями *J*, приводящими в движение четыре пары валков, расположенных, как показано на рис. 284. Шестерня *J* показана условно, в действительности она расположена правее и приводит в движение следующую клеть.

Диаметр шестерни *E* больше диаметра шестерни *F* в $1\frac{1}{4}$ раза, вследствие чего валки № 2 вращаются в 1,25 раза скорее валков № 1, которые имеют тот же диаметр.

Валки № 3 в полтора раза больше валков № 1, вследствие чего скорость на их окружностях в полтора раза больше скорости последних и в 1,25 раза больше скорости валков № 2. Диаметр валков № 4 одинаков с диаметром валков № 3, и так как эта пара вра-

щается шестерней F , то она вращается в $1\frac{1}{4}$ раза быстрее. Таким образом, скорость валков постепенно возрастает от валков № 1 до валков № 4.

Вторая группа, состоящая из четырех пар валков, одинакова с первой, но скорость ее повышается по сравнению со скоростью первой, шестерней J' , диаметр которой приблизительно вдвое больше диаметра шестерни J . Таким образом, скорость валков № 5 в $1\frac{1}{4}$ раза больше скорости валков № 4. Такое возрастание скорости продолжается вплоть до валков № 8, где возрастание скорости прекращается.

Такая система привода позволяет прокатывать железо до значительно меньших диаметров, нежели на других станах, где оно пропускается при сварочной температуре только три или четыре раза. Железо совершенно свободно прокатывается между валками № 9, и его можно еще прокатывать между валками № 12, тогда как в других станах прокатку можно вести не далее валков № 6. Что касается профиля ручьев, то ручьям пары № 1 придают овальную форму, ручьям пары № 2 — квадратную форму и так далее по всей группе валков. Этой комбинации надо отдать предпочтение, так как при ней сечение железа уменьшается скорее, нежели при всякой другой. Проводки при каждом пропуске поворачивают проволоку. Проволока овального сечения поступает ребром в квадратные ручьи, проволока же квадратного сечения ложится углом в овальные ручьи. Ручьи для образования квадратного сечения прорезаны в валках в виде букв V . Для прокатки из тех же брусков сортового железа или прутьев большего сечения, чистовую клеть можно устанавливать после любой клетки стана. Так, например, если валки № 4 дают требующееся квадратное сечение, то пару чистовых валков можно поставить около валков № 6, придавая железу овальное сечение в клетки № 5 и требующееся сечение в клетки № 6. В этом случае скорость может непрерывно возрастать от валков № 1 до валков № 9 или 10.

Чтобы закончить описание деталей стана заметим, что дополнительные ручьи U препятствуют воде, охлаждающей подушки, стекать на валки и попадать в обводки. Устраивая в траверсах W проводки против каждого из ручьев U , последними можно пользоваться для прокатки вместо средних износившихся или задравшихся ручьев.

Двойные клетки Комера обладают некоторыми преимуществами, а именно: при них достигается экономия места, уменьшается стоимость стана и отсутствуют шестерни на ведущем валу.

Кроме того, так как валки находятся на различных уровнях, то обводки образуют довольно крутые скаты, вследствие чего из них немедленно же выливается попадающая в них вода, охладившая предварительно валки. Если обводки горизонтальны или идут под небольшим углом, то вода задерживается в них некоторое время и охлаждает металл, ухудшая прокатку и не допуская прокатки небольших сечений. Тем не менее в Джонстауне нашли, что усложнение клетки вполне компенсируется достигающимися преимуществами. Здесь поставили в линию несколько клеток с двумя валками каждая, образующими число групп, кратное четырем от числа клеток. Каждая группа вращается валом K посредством шестерен и состоит из двух клеток, из которых вторая имеет большее расстояние между осями валков, нежели первая.

Для быстрой вытяжки овальных сечений при каждом последовательном пропуске между валками, последние строятся как то пока-

зано на рис. 286—288 ¹⁾. Верхний валок *A* первой пары обычно делается выпуклой формы, тогда как нижний делается вогнутым. Профили ручьев располагаются уступами на конических частях валков, которые плотно соприкасаются соответственно сечению.

Валки следующей пары такие же, но вогнутый валок *A'* помещается вверх, а выпуклый—вниз. Вследствие этого получается обратный наклон большой оси каждого ручья, при чем размеры ручьев уменьшены для достижения вытяжки. Третья пара сходна с первой и так далее. Вследствие этого проволока, проходящая последовательно через различные ручьи, от действия давления на большую ось овала непрерывно изменяет свое сечение.

Проволока между валками направляется проводками (рис. 291 и 292).

Приемная сторона каждой проводки находится вблизи нижнего валка. Проводка прорезана по диагонали и лежит на нижнем валке пары, из которой выходит проволока.

Выпускной конец проводки, откуда проволока поступает в следующие валки, помещается возможно ближе к последним.

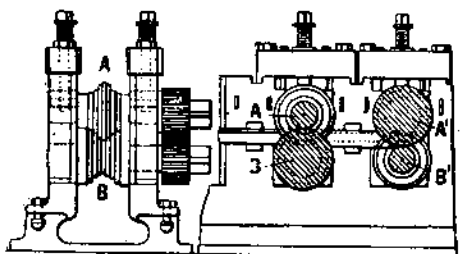


Рис. 286.

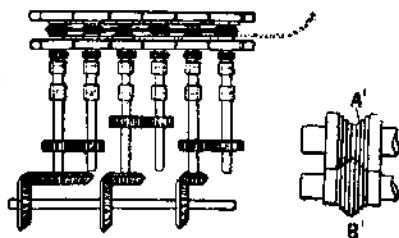


Рис. 287—288.

Проволока направляется всегда прямо без поворота вокруг своей оси. Проводка между первой и второй парами валков имеет сечение, изображенное на рис. 292, тогда как сечение проводки между второй и третьей парами валков изображено на рис. 291. Эти сечения все время чередуются. Проводки установленные на траверсах имеют отверстия достаточного размера для свободного прохода проволоки. Валки вращаются шестернями с возрастающей скоростью, соответствующей длине вытяжки между каждой парой валков.

Проволока, пройдя через сквозной стан, направляется к чистой клетке с валками *W* обычной конструкции.

Завод Общества *Forges de Champagne et du canal Saint Dizier* выпустил стан непрерывного действия (рис. 289—302) ²⁾, располагая на кольцевой станине *A* ряд клетей, оси валков которых поочередно направлены или параллельно радиусам этой станины, или параллельно ее образующим.

Валки *a* имеют квадратные и ромбические ручьи, сечения которых уменьшаются, начиная от вступления проволоки в точке *E* до выхода ее.

Центры сечений ручьев в точках соприкосновения парных валков находятся на одной и той же окружности. Все валки одинакового диаметра и вращаются с различными скоростями посредством шестерен.

¹⁾ Патент Ринс-Дженкинс (Rees-Jenkins) 21 мая 1878 года.

²⁾ Патент 29 декабря 1889 г.

Приводные шестерни все закреплены на одном валу *B*, нормальном к плоскости кольца и проходящем через его центр. Приводные шестерни горизонтальных валков цилиндрические, а шестерни валков направленных по радиусам — конические. Чтобы не увеличивать диа-

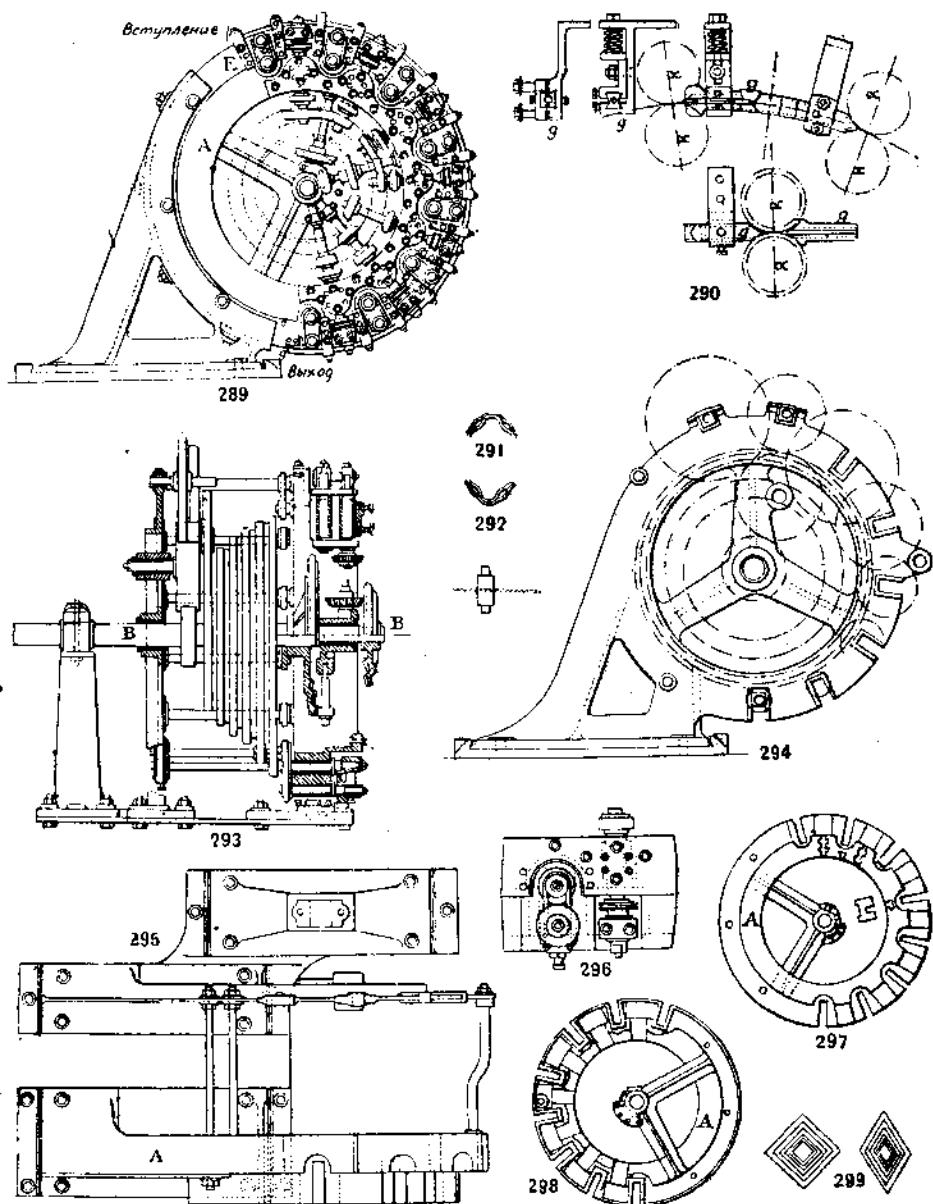


Рис. 289—299.

метра шестерен, первые пары валков вращаются помощью промежуточных шестерен (рис. 290).

Направляющие *g* (рис. 293 и 294) обеспечивают правильность движения металлической проволоки в пролетах от одной пары валков к следующей. Эти направляющие укреплены в держателях, состоящих

из двух частей: последние имеют пружины, позволяющие направляющим расходиться при неблагоприятных случайностях прокатки.

При прокатке мелкого круглого железа направление его от одной пары валков к следующей и регулировка валков особенно важны при двух последних пропусках (в овальном и круглом ручьях). Поэтому сквозным прокатным станом лучше пользоваться только для прокатки квадратного железа, соответствующего требующемуся круглому железу.

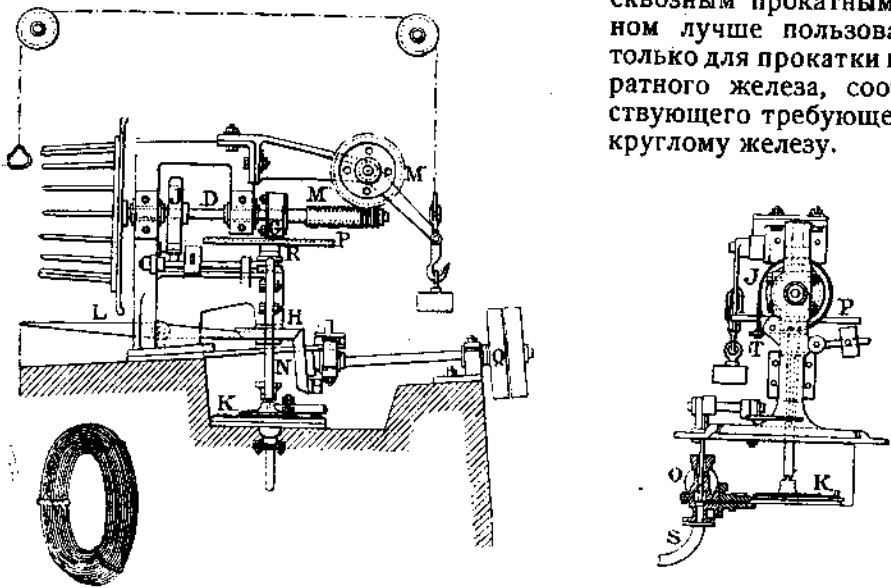


Рис. 300—302.

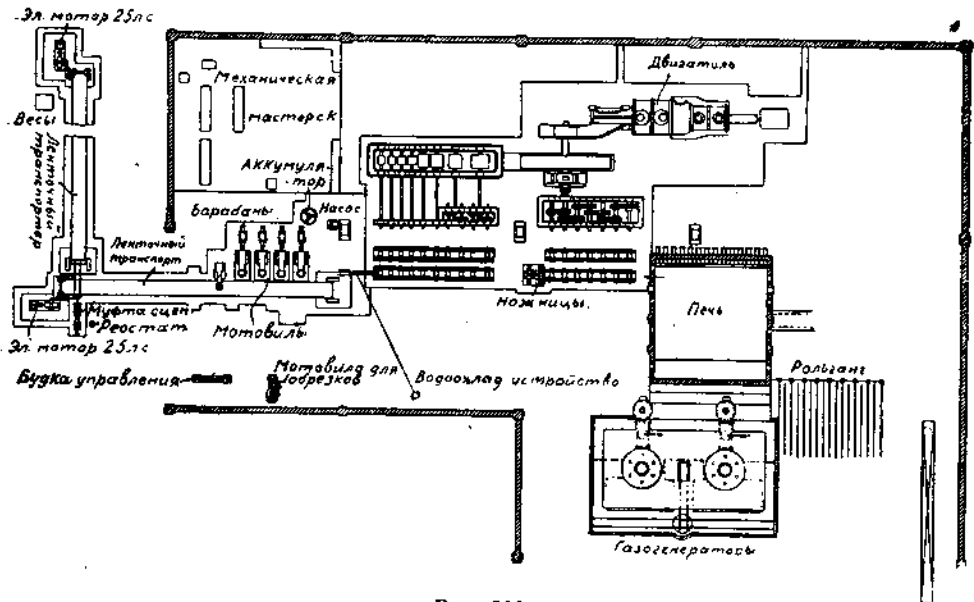


Рис. 303.

В таком случае чистовые клети устраивают отдельно и располагают сбоку от стана непрерывного действия обычным образом.

По выходе из чистовых валков проволока навивается в горячем состоянии на мотовило (рис. 300 и 301), вал *D* которого приводится

во вращение роликом *G*, соприкасающимся с диском *P*, последний установлен на вертикальном валу *N*. Этот вал соединен шестернями с горизонтальным приводным валом. Скорость мотовила можно изменять, перемещая ролик *G* на диске *P* посредством колеса *M*, передвигающего муфту *M*, соединенную с роликом *G*. Эти специальные приспособления обеспечивают правильность работы мотовила и в случае надобности автоматическую его остановку.

Проволочно-прокатная установка непрерывного действия изображена на рис. 303¹⁾. Установка предназначена для прокатки проволоки диаметром 5 мм и более из квадратных брусков в 50×50 мм. Брусок длиной 8 метров нагревают в газовой печи непрерывного действия длиной 10 метров и шириной 9 метров. Газ доставляется двумя газогенераторами, установленными рядом с печью. Вентилятор, установленный на печи, всасывает уже горячий воздух и нагнетает его в камеру сгорания через калорифер. Расход угля равняется 5 или 6 процентам от веса нагреваемого металла, потери металла колеблются между 1 и 1,5 процентами; производительность же стана доходит до 160 тонн за 12 часов работы.

Печь обслуживается кочегаром с тремя подручными.

Стан состоит из двух групп клетей, установленных друг за другом. Первая группа состоит из семи обжимных клетей, а вторая — из 10 чистовых. Первая клетя находится на расстоянии приблизительно 1,50 метра от печи; заготовка поступает в клетя тотчас же по ее выходе из печи. Она проходит таким образом через все семь обжимных клетей, выходит из них со скоростью 1,72 метра в секунду, проходит через ножницы, обрезавшие передний конец, и вступает во вторую группу чистовых клетей.

Прут проходит через первую клетя со скоростью в 2,5 метра в секунду и выходит из последней клетки проволокой со скоростью 15 м в секунду, что соответствует 1070 оборотам валков в одну минуту.

Система шпилек, у которой стоит рабочий, позволяет направлять проволоку при выходе из 7-й клетки в ту или другую проводку, идущую к чистовому стану, и вместе с тем позволяет одновременную прокатку двух проволок. По выходе из валков проволока наматывается на четыре специальных мотовила для круглой и квадратной проволоки. Мотовила поднимаются и опускаются гидравлически.

Гидравлические поршни точно так же сталкивают готовые бунты на механический транспортер длиной 20 метров. Второе гидравлическое приспособление на конце транспортера передает бунты на другой транспортер, идущий под прямым углом к первому. Этот последний уносит проволоку к весам, откуда она грузится на электрическую вагонетку и отправляется на склад.

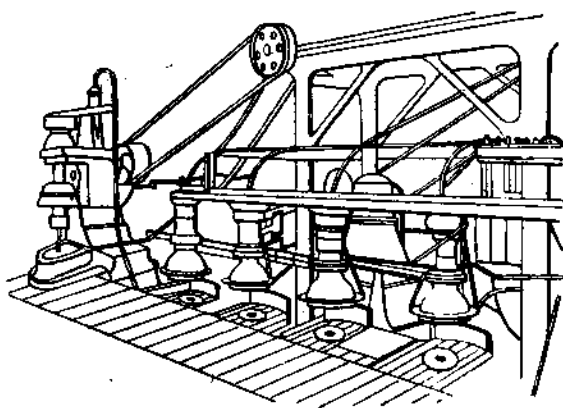


Рис. 304.

¹⁾ Revue de métallurgie, июль 1913 г. стр. 397.

Стан приводится в действие паровой машиной тандем-компаунд в 2 200 сил, делающей 80 оборотов в минуту; диаметр цилиндров ее 950 мм и 1 850 мм, а ход поршня 1 300 мм. Вал паровой машины непосредственно сцеплен с системой шестерен, передающей движение семи обжимным клетям.

Маховик имеет в диаметре 7 метров при ширине 1 100 мм. Он имеет 4 ремня шириной 1 030, 700, 650 и 600 мм, надетых друг на друга. Первый ремень приводит во вращение вторую систему шестерен, приводящую в действие четыре первых клетки чистового стана. Каждый из трех остальных ремней огибает два шкива и приводит во вращение две клетки (рис. 305). Скорость валков различных клетей изменяется от 10,7 до 1 070 оборотов в минуту. Для холостой работы стан требует около 565 лш. сил; при нагрузке с двумя заготовками в валках потребная мощность достигает приблизительно 2 160 лш. сил.

Бригада состоит из: 1 машиниста у подъемника для выгрузки заготовок, 2 рабочих для загрузки заготовок в печь, 1 генераторщика,

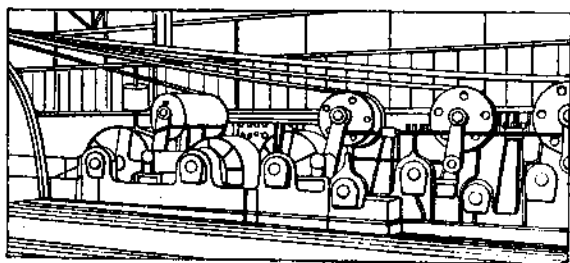


Рис. 305.

4 рабочих при печи (первый сварщик, второй сварщик 2 подручных), 1 старшего, 2 вальцовщиков, 1 рабочего у ножиц, 1 рабочего у мотвил, рабочего, перегружающего проволочные бунты с одного транспортера на другой, 2 слесарей, 2 токарей, 1 машиниста и 1 смазчика — всего из 21 рабочего.

Производительность стана легко достигает

125 тонн проволоки диаметром 5 мм в 10-часовой рабочий день. Количество обрезков составляет от 5,8 до 5 процентов. Бунты проволоки весом 145 кг следуют друг за другом с промежутками в 45 секунд.

Проволочно-прокатная установка завода American steel and Wire Co. Rankin (Pa) ¹⁾.

Эта установка занимает в Америке одно из первых мест по своей производительности и высокому качеству прокатываемой проволоки.

Установка прокатывает проволоку диаметром исключительно от 5,4 до 6,4 мм в 18 пропусков из брусков сечением 100 × 90 мм и весом 75 кг. Она состоит (рис. 306) из обжимного стана, промежуточного четырехклетного стана-дуо, среднего трехклетного стана и двух чистовых станов по три клетки в каждом. Станы приводятся в действие тремя машинами Корлисса в 1 500, 1 400 и 1 000 лошадиных сил.

Заготовки доставляются к печи на вагонетках, загружаются в нее и затем выдаются из нее поодиночке. Заготовка переносится к обжимному стану рольгангом. Однако, для регулирования производительности обжимного стана соответственно производительности остальных

¹⁾ Revue de metallurgie 1913 г., стр. 403.

станов подачу заготовок можно задерживать тормозом, приводимым в действие рабочим, который внимательно следит за работой установки.

Заготовка пропускается через обжимный стан пять раз, первый раз автоматически, а остальные 4 раза вальцовщиками. Одновременно обжимают три заготовки. Для пятого пропуска устроены два ручья, куда заготовки пропускают поочередно. После этого транспортер относит заготовки автоматически к промежуточному стану. По выходе из последней клетки промежуточного стана бруски проходят на более широкий транспортер под главным валом среднего стана, захватываются вальцовщиком и прокатываются петлями до конца механически в квадратное сечение и, наконец, при ручной заправке — в овальное сечение. Прокатанная проволока наматывается на шесть мотовил Гаррета.

Максимальная производительность установки при 11½-часовой работе достигает 260 тонн проволоки диаметром 5,4 мм и 300 тонн проволоки диаметром 6,4 мм.

В среднем производительность установки при прокатке 5,4 мм проволоки колеблется между 235 и 245 тоннами. Проволока получается прекрасного качества и очень чистой прокатки.

На что следует обратить особенное внимание, это на незначительное количество обрезков и брака, которые вместе не превышают в среднем 0,75 процента. Это объясняется прекрасным качеством материала, вследствие строгого отбора заготовок, и большой ловкостью и вниманием вальцовщиков. Очень редко бывает, чтобы вальцовщики упустили проволоку, а если это случается, то можно только удивляться, как они ловко ловят ее снова. Прислуга станов сменяется каждые полчаса. Люди работают полчаса и столько же времени отдыхают.

Бригада состоит из 45 человек днем и 42 человек ночью.

Переборка частей и смена валков производятся утром и вечером в 8 часов и редко продолжаются более 30 минут.

Пуск станов в ход также редко требует свыше 10 минут. Сперва прокатывают три пробных заготовки по 25 кг, после чего начинается прокатка нормальных заготовок. В 8 часов 45 минут стан всегда работает полным ходом.

При диаметре валков в 300 мм, при 520 оборотах в минуту и при одновременной чистой прокатке 5 проволок диаметром 5,4 мм производительность стана равняется 300 тоннам в 11½ часов. Таким образом, при действительной производительности в 240 тонн коэффициент использования равняется 78,9 процента, что надо считать замечательным результатом.

Отношение мощностей двигателей к производительности стана составляет $4\,000 : 240 = 16,68$ сил на 1 тонну или при диаметре проволоки 5 мм $4\,000 : 205,3 = 19,5$ сил на 1 тонну. Это очень высокие отно-

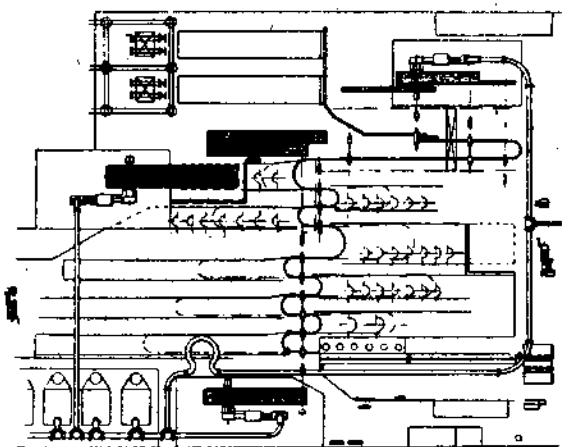


Рис. 306.

шения — несколько больше отношения предыдущего стана Комера, равного 17,6.

Производительность стана на одного рабочего равняется в первом случае $240:45 = 5,34$ тонны, а во втором $205,3:45 = 4,56$ тонны, что также заслуживает внимания.

Холодная прокатка проволоки.

Во избежание дорого стоящей прокатки в валках делались попытки продолжать прокатку проволоки в холодную, пропуская ее через шестигранные и овальные обжимные ручки (рис. 307), и придавая чистовым ручьям сечение, соответствующее окончательному сечению проволоки. Для этой цели пользуются валками небольшого диаметра, обладающими очень большим сопротивлением.

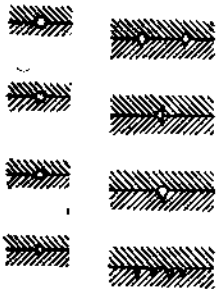


Рис. 307.

Холодная прокатка применяется для производства специальных сортов тонких проволок, металл которых должен иметь сильный наклеп, должен быть твердым и вязким и вместе с тем не должен давать удлинения при разрыве. Холодная прокатка пригодна и для производства проволок треугольного, квадратного, круглого и овального сечений, применяющихся для кард и гребенок чесальных машин.

Устройство прокатных станов не представляет каких-либо особенностей. Проволока проходит между несколькими парами обжимных валков и двумя парами чистовых валков. При сильной вытяжке скатанную в бунты проволоку приходится отжигать и травить раз или два.

При таком производстве калибровка проволоки затруднительна, а потому лучше заканчивать работу пропуском ее через волок.

Одновременная прокатка нескольких проволок.

Процесс, изображенный на рис. 308—313¹⁾, заключается в том, что брусок последовательно прокатывают в прямоугольное сечение, а далее в сечение, изображенное на рис. 310, затем разрезают или разрывают на отдельные проволоки.

При большом количестве пропусков с очень небольшим уменьшением сечения можно получать тонкую проволоку даже из тех металлов, которые плохо выдерживают волочение. Полоса прокатывается в ручьях (рис. 310), придающих ей форму проволок и подготавливающих разделение в чистовых ручьях, образуемых лезвиями ножиц.

При прокатке длинной проволоки ее пропускают петлями через две печи, расположенные рядом со станом (рис. 309). Проволока движется в каждой печи и, в зависимости от своей длины, принимает различные положения, изображенные на рисунке пунктирами.

Вслед за прокатным станом находится мотовило *G* для намотки проволок, выходящих из валков. Затем проволоки сматываются с мото-

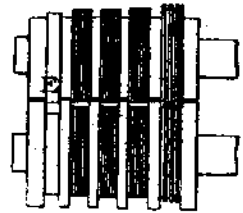


Рис. 308.

¹⁾ Патент Роя (Roy) 7 апреля 1880 г.

вила *G* и вновь наматываются на мотовило *H* большей длины, расположенное на небольшом расстоянии от первого.

Разность длин окружностей регулируется.

Регулятор (рис. 311) состоит из рычага *L*, на который действует уравновешивающий груз *P*, приподнимающий проволоки и поддерживающий их так, чтобы они не могли переплетаться.

При этом процессе достаточно четырех пропусков, начиная с обжимного ручья *E*, для превращения квадратного прута в 14×14 мм в шесть квадратных проволок в 3 мм диаметром. В обыкновенных станах для получения только одной проволоки этого диаметра требуется свыше двенадцати и четырнадцати пропусков.

Вместо пропуска полосы в рассекающий ручей, проволоки можно разрывать простым поперечным тянущим усилием, производимым двумя мотовилами (рисунок 312 и 313).

На рис. 310 можно видеть ту форму, которую принимает полоса после прокатки. Если к одному мотовилу присоединить нечетные проволоки, а к другому четные проволоки, то при вращении последних в противоположных направлениях тонкий металл, соединяющий проволоки друг с другом, легко разрывается. Полученные таким образом проволоки протягивают через волочильные доски и используются ими для производства гвоздей, шурупов и т. п. Таким же образом можно получать проволоку квадратного и треугольного сечения.

Прокатная проволока или так называемая катанка применяется для вязки тюков, как, например, соломы, сена, хлопка.

Катаная проволока круглого, квадратного или прямоугольного сечения потребляется в большом количестве гвоздильными заводами.

Катаной проволокой пользуются также и в некоторых других отраслях промышленности, громадную часть ее превращают в тянутую проволоку, применение которой чрезвычайно широко. Так, например, тянутая проволока применяется для изготовления электрических про-

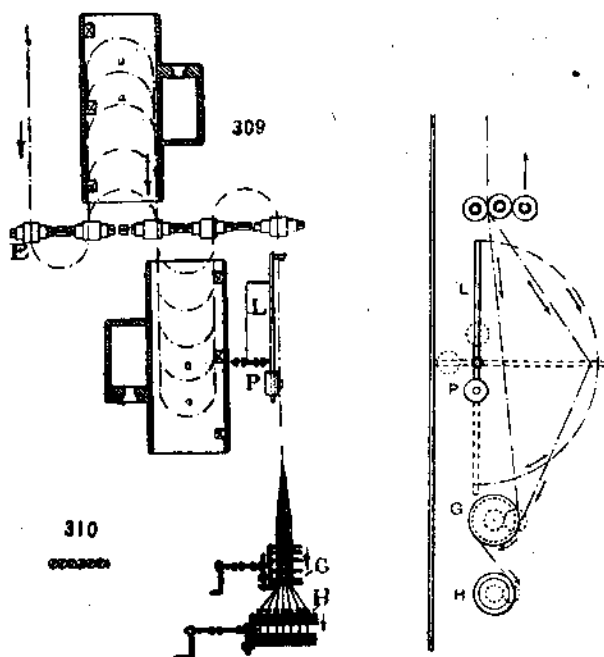


Рис. 309—310.

Рис. 311.

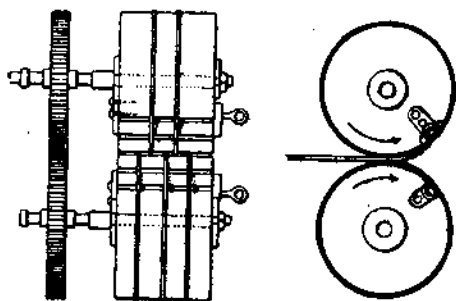


Рис. 312—313.

водов, кард и щеток для текстильных машин, пружин, булавок, иголок, рояльных струн, сеток, сит, троссов, трансмиссионных кабелей, судовых троссов и т. п.

Некоторое количество такой проволоки изготавливается из латуни для различных целей, из меди для телефонных и телеграфных и прочих электрических проводов и ряда других применений.

Наибольшее развитие, в особенности в последние годы, получило производство проволоки из сварочного железа, а также из литого железа, мягкой стали или стали с большим сопротивлением разрыву.

Производительность проволочных заводов за последние двадцать лет увеличилась в пятьдесят раз. Некоторые заводы выпускают проволоку десятками тысяч тонн.

ГЛАВА III.

Волочение проволоки.

Путем прокатки можно получать проволоку только более или менее правильного сечения; для точной калибровки и отделки ее пропускают через волоочильные доски. Однако, волочению подвергают только проволоки, диаметр которых не превышает 10 мм.

Проволок диаметром менее 3 или 4 мм нельзя получить иными способами, как только протяжкой через волоочильные доски более толстых проволок. Число протяжек через доску тем больше, чем тоньше требующаяся проволока.

Производство тянутой проволоки в настоящее время развилось в одну из крупнейших отраслей металлургической промышленности и вызвало возникновение многочисленных проволочно-волоочильных заводов.

В течение многих веков умели выделять только короткие проволоки. Сперва выковывали тонкий прут на наковальне молотком, а затем протягивали его несколько раз вручную через волоочильные доски¹⁾. Позднее для изготовления проволоки начали применять продольную разрезку полос. В конце XVIII столетия проволоку изготовляли следующим образом.

Полосы длиной от 3 до 3,5 метров разрезали по длине и получившиеся прутья протягивали на волоочильном станке. Такой станок изображен на рис. 314.

Колесо *a* с кулаками действовало на качающийся рычаг *b*. При нажатии кулака рычаг *b* тянул коленчатый рычаг *e*, который, в свою очередь, тянул тягу *g*, связанную с клещами. Клещи *h* захватывали

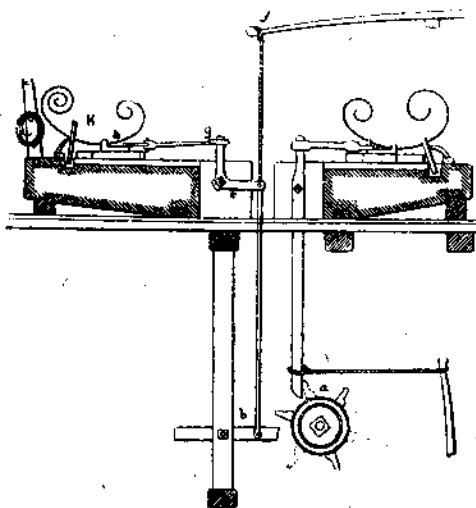


Рис. 314.

¹⁾ В XV веке вся проволока, изготовлявшаяся в Англии, протягивалась на волоочильных станках, приводившихся в действие силой одного рабочего. От этого способа отказались только, когда немцы начали вытягивать проволоку водяной силой на специальных мельницах. Первая проволочно-волоочильная мельница была построена в Нюрнберге в 1490 г., а первая английская мельница была построена в 1558 году немецкими рабочими.

проволоку и протягивали ее через отверстия в волоочильной доске *k*. Как только кулак колеса *a* выходил из-под рычага *b*, пружина *f* оттягивала изогнутый рычаг *e*, подавая клещи вперед. Губы клещей при этом расходились и подходили вплотную к волоочильной доске. При дальнейшем повороте колеса *a* на рычаг *b* нажимал второй кулак, который оттягивал клещи назад. Последние смыкались, зажимали проволоку и протягивали ее через отверстие волоочильной доски. После этого операция повторялась в том же порядке.

Для протяжки толстых проволок на колесе *a* устраивали только два или три кулака. Для изготовления самой толстой проволоки требовалось от 10 до 15 протяжек, для средней проволоки от 20 до 30 протяжек, а тонкой проволоки от 30 до 40 протяжек. Операция производилась быстро, при чем каждое движение клещей вытягивало около 50 мм проволоки.

Для протяжки очень тонкой проволоки пользовались ручным станком, изображенным на рис. 315. Ручного усилия в этом случае достаточно, так как трение в очке сравнительно незначительно („Энциклопедия“).

В 1785 году на одном из крупнейших заводов в Эльзасе, а именно в Грандвилларе, имелось 25 станков, выпускавших ежегодно семь тысяч бунтов проволоки весом 4,5 килограмма каждый.

Железо вытягивалось предварительной в прутья длиной до 3—4 метров под молотом.

Эти прутья нельзя было протягивать через волоочильные

доски по всей их длине, вследствие чего обрезки составляли около одной трети всего прута. Средние части прутьев протягивали в проволоки всевозможной толщины вплоть до самых тонких номеров.

Завод протягивал двадцать различных сортов железной проволоки. Этот завод сильно конкурировал с шведскими, русскими, швейцарскими и прусскими заводами.

Успех, достигнутый волоочильным заводом в Морвилларе ¹⁾, оказал громадное влияние на постановку производства на других заводах.

На некоторых заводах вместо того чтобы выковывать прутья под молотом, их получали путем продольной разрезки полос. Этот способ неудовлетворителен, так как при нем нарушается волокнистое строение железа. При такой разрезке железо становилось ломким и не выдерживало усилий клещей, давало большое количество брака и получалось большое количество обрезков. При таком способе было невозможно проковывать под молотом плохо выделанные и плохо сваренные полосы в тонкие прутья, и вместе с тем приходилось отрезать от 0,3 до 0,6 метра от их концов. Кроме того, придавая железу такое небольшое сечение, получалось большое количество раздавленных прутьев, которых нельзя протягивать через волоочильные доски. Таким образом, проковывать вторично под молотом можно

¹⁾ На заводе в Морвилларе (1785 г.) имелось 50 станков, изготовлявших в год 20 000 бунтов проволоки.

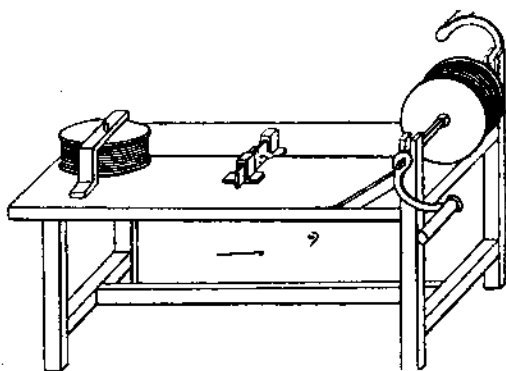


Рис. 315.

было только небольшую часть прутьев, а все остальное приходилось продавать по низкой цене гвоздильщикам.

Несомненно, что прутья лучше всего было выковывать под молотом. Однако, ковка восьмигранных прутьев по 10 мм в стороне также давала большое количество обрезков. Кроме того, прут восьмигранного сечения приходилось протягивать шесть раз, прежде чем получалась проволока № 24, т.е. проволока диаметром 10 мм. Однако, проволока этого номера еще не была вполне круглой и, кроме того, большое количество металла сгорало при каждом нагреве.

Поэтому начали выковывать восьмигранные прутья диаметром 15 мм. Для изготовления из такого прута проволоки пользовались процессом, который не применялся больше ни на одном проволочно-волочильном заводе. Тогда же была изобретена машина, ускорявшая производство, уменьшавшая количество обрезков, расход смазки и число нагревов. По этому способу прут толщиной 15 мм и длиной 4,5 метра можно было вытягивать до 9 метров, не прибегая к отжигу. Для протяжки такого же прута клещами потребовалось бы шесть операций, в данном же случае требовалась только одна операция, чем сильно сокращалась стоимость производства. Машина вытягивала железо с однообразным усилием по всей его длине без всяких толчков. Ко всем этим преимуществам присоединялось и то, что отпадали частые поломки клещей. Шесть рабочих с помощью нескольких мальчиков вытягивали в двадцать четыре часа 2700 килограмм железных прутьев диаметром 15 мм, тогда как при выжке клещами четверо рабочих вытягивали в тот же промежуток времени самое большее 225 килограмм прутьев в 10 мм диаметром.

Упомянутая машина состояла из четырех железных клетей с двумя валками в каждой. Хорошо нагретые железные прутья в 15 мм пропускали между гладкими валками первой клетки, которые вытягивали и сплющивали их. Таким образом прут превращался в полосу шириной 17,5 мм и толщиной всего в 7,5 мм. Полосу вынимали из клетки и пропускали через вторую клеть между двумя валками, имевшими ручья, где она принимала круглое сечение диаметром около 15 мм. Вслед затем прут пропускали в третью клеть между двумя гладкими валками, которые снова сплющивали его. Ширина железа в этом случае становилась равной 12,5 мм, а толщина его 5 мм. Наконец, не нагревая железа, его вторично пропускали через четвертую клеть. Железо вводили таким образом, чтобы его плоская сторона приходилась кверху. Два валка с ручьями прекрасно закругляли полосу, придавая ей диаметр в 10 мм, т.е. превращали железо в проволоку № 24, при чем длина прута увеличивалась примерно вдвое.

Как видно, эта машина была несложна и стоила недорого. Время-от-времени приходилось заменять валки, которые выдвигались из сварочного железа. К тому же эта операция не всегда была необходима. Валки сменяли после пропуска около ста тысяч прутьев в 15 мм диаметром. Производство завода возросло вдвое без увеличения количества волочильных станков. Количество обрезков уменьшилось на три четверти, наконец, расход сала уменьшился в той же пропорции.

Тогда же было предложено вместо клещей или деревянных колотушек пользоваться вытяжными мотовилами.

Клещи портились ежедневно, требовали тщательного ухода и портили проволоку, закусывая ее слишком глубоко. Деревянный молоток еще больше уродовал проволоку. Вследствие этого получалось большое количество брака в особенности при протяжке тонких

номеров проволоки. Мотовилы не обладали ни одним из этих недостатков. Волоочильные доски составлялись из девяти железных и трех стальных планок, наложенных друг на друга, толщина которых достигала 25 мм и которые при пробивании отверстий нагревали несколько раз. Для пробивания отверстий волоочильные доски клали на наковальню, один рабочий держал большой пуансон, по которому другой рабочий, а иногда и двое, били молотами. Эту операцию повторяли от двенадцати до восемнадцати раз, нагревая каждый раз доски на огне. Повторные нагревы вызывали ухудшение качества металла, вследствие чего сталь теряла свои свойства. Такая волоочильная доска или совершенно никуда не годилась или была очень плоха, так как не в состоянии была сопротивляться действию трения. Для избежания этого недостатка была установлена другая машина. Токарный станок, работающий от водяного колеса, вращал несколько шпинделей, действующих одновременно. Сверла просверливали металл волоочильной доски вхолостую до тех пор, пока не доходили до стали. Так как после этого оставалось пройти только 7,5 мм металла, то ра-

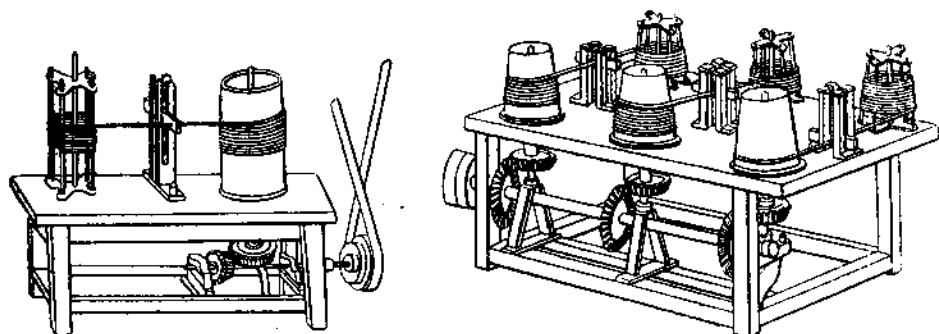


Рис. 316—317.

бочий мог закончить операцию при нескольких легких нагревах. Одной рукой он держал пуансон, а другой наносил легкие удары молотком. Сталь в этих случаях не теряла своих качеств, волоочильная доска не так изнашивалась, вследствие чего ее отверстия лучше выдерживали трение проволоки, которая получалась одинаковой толщины по всей своей длине.

Современные процессы протяжки проволоки так же просты как и старинные процессы.

Бунт катаной проволоки подают к волоочильному стану только после очистки ее от окислов путем протравливания кислотой. Для протравливания кислотой бунты помещают в освинцованные котлы, содержащие раствор из 100 кг воды и 1,2 кг серной кислоты. Раствора наливают от 300 до 500 литров и доводят до кипения паром. Протравливание продолжается от 20 до 30 минут, в зависимости от степени окисления металла. Бунты вынимают поодиночке и промывают сперва известковой водой, а потом в кипятке. Проволоку просушивают, иногда смазывают салом, после чего можно приступать к волочению.

Бунт надевают на свободно вращающееся мотовило. Конец проволоки зачищают напильником или вытягивают молотком и пропускают через соответствующее отверстие волоочильной доски. Пропущенный конец захватывают с противоположной стороны автоматическими зажимающимися плоскогубцами, соединенными с волоочильным барабаном,

вращающимся на оси. При вращении барабана проволока протягивается через волоочильную доску, принимая диаметр соответствующего отверстия, выпрямляется и удлиняется.

Диаметры волоочильных барабанов делают от 300 до 800 мм. Они устанавливаются на горизонтальном валу (рис. 320 и 321) при больших диаметрах проволоки и на вертикальном валу (рис. 322) при небольших диаметрах. Поверхность барабанов несколько сводится на конус, чтобы можно было легко снимать намотанную на них проволоку.

Барабан приводится во вращение и выключается посредством особого привода, в зависимости от условий работы.

Обыкновенный волоочильный станок изображен на рис. 316.

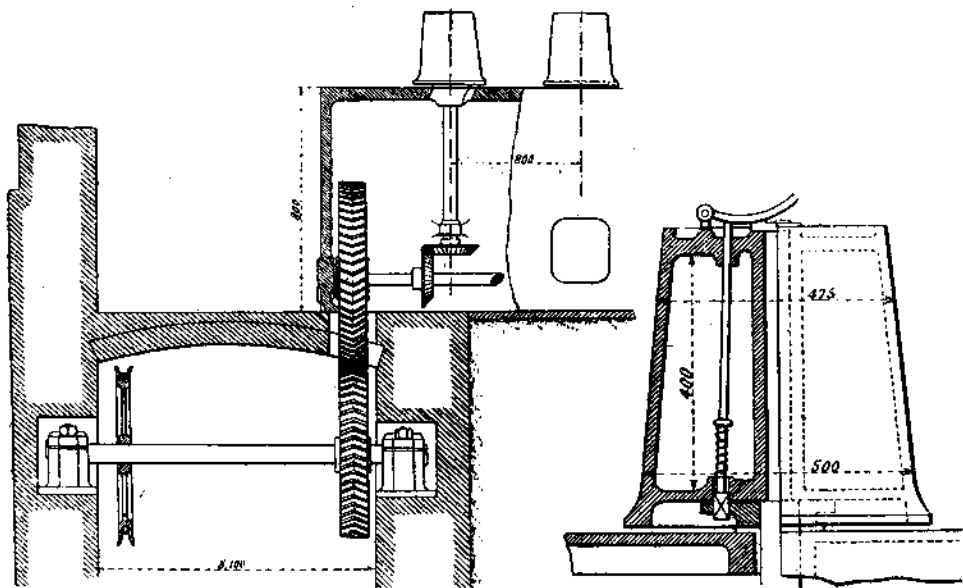


Рис. 318—319.

Нижний горизонтальный вал приводится во вращение ремнем и вращает барабан посредством пары конических шестерен.

Если барабанов устроено несколько, что чаще всего и бывает, их располагают в количестве от 10 до 20 на чугунной станине длиной от 10 до 20 метров (рис. 317 и 318). Барабаны устанавливают в одну или в две параллельных линии и приводят во вращение от нижнего горизонтального вала. Барабаны выключаются автоматически. Для этого барабан устанавливают вхолостую на вертикальном валу (рис. 319) с укрепленным к нему шпонкой диском, имеющим три круговых проточки. Через барабан проходит стержень с пружиной, которая стремится поднять этот стержень вверх. Для сцепления барабана с диском вала стержень опускают посредством действующей на него верхней рукоятки, вследствие чего конец его входит в проточку диска и между ними развивается трение, достаточное чтобы противодействовать пружине, до тех пор пока существует тяговое усилие. Как только это усилие прекращается или вследствие протяжки всей проволоки или вследствие ее обрыва, — стержень освобождается и барабан останавливается. Устройство, изображенное на рис. 322—324, представляет собою вариант первого устройства.

Помимо этого первого сцепления на нижнем приводном валу устраивают фрикционные или кулачковые муфты, позволяющие выключать барабан от общего привода.

Необходимо, чтобы как при входе, так и при выходе проволоки из очка, ось ее совпадала с осью последнего, так как в противном случае возникнут сильные трения, проволока будет вытягиваться не столь равномерно, а очко будет изнашиваться с одной стороны.

Для того чтобы проволока при выходе из очка сохраняла постоянно свое направление, основанию чугунного барабана придают увеличенный диаметр, соединенный большим радиусом закругления с правильной конической частью.

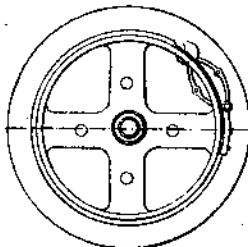
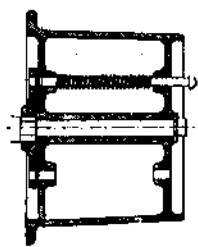


Рис. 320—321.

Посредством особого приспособления (рамки) волоочильную доску располагают таким образом, чтобы ось отверстия была касательной к окружности мотовила на уровне сматывающегося витка.

Таким образом витки проволоки по мере их наматывания

непрерывно подаются к верхней части барабана давлением наматывающегося витка.

При протяжке тонких проволок, которые склонны скручиваться при выходе из отверстия, пользуются специальной направляющей, вращающейся на стальных цапфах.

Операция при следующих друг за другом протяжках одинакова с операцией первого пропуска. Бунт надевают на мотовило, пропускают конец проволоки через отверстие меньшего диаметра волоочильной доски и так далее до последнего пропуска, который при более или менее калиброванных проволоках производится через шлифованные отверстия.

Чтобы не заострять перед каждым пропуском конца проволоки, последний иногда перед первым пропуском протягивают на некотором расстоянии до окончательного диаметра через

специальную волоочильную доску, состоящую из двух частей, несколько напоминающую своим устройством устройство подшипника.

После нескольких пропусков на проволоке образуется наклеп. Во избежание разрывов, изнашивания очка и чтобы уменьшить механическую работу волочения, необходимо восстановить утраченную металлом текучесть путем отжига для железа, меди, латуни и различных сплавов.

Число отжигов зависит от быстроты уменьшения отверстий волоочильной доски и качеств металла. Так, например, если железо требует пять, шесть или семь отжигов, то мягкая сталь требует только три, четыре или пять отжигов, также как и медь и ее сплавы.

Железную катаную проволоку из металла хорошего качества толщиной 4,5 мм можно протягивать в два пропуска до диаметров

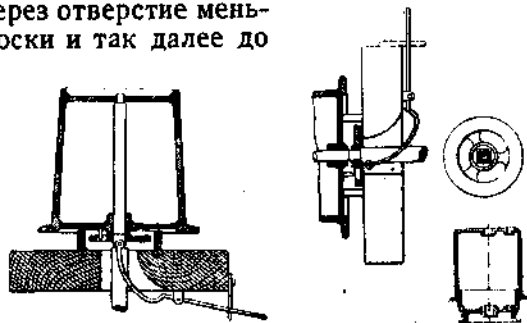


Рис. 322—324.

в 3,7 и 3,2 мм. Ее можно протягивать без отжига даже до диаметров в 3,0 и 2,8 мм, после чего проволоку необходимо отжигать и протравливать. После этого ее можно пропустить последовательно восемь раз через отверстия диаметром 2,5, 2,1, 1,9, 1,7, 1,5, 1,35, 1,225, 1,00 мм.

Если требуется продолжить протяжку проволоки до диаметра в 0,4 мм, то ее необходимо отжечь и протравить вторично, после чего протяжку можно продолжать, пропуская проволоку через диаметры в 0,9, 0,8, 0,7, 0,6, 0,5 и 0,4 мм. На диаграмме (рис. 325) показаны последовательные уменьшения диаметров проволоки при разных пропусках.

Проволоку из железа худшего качества приходится протягивать большее число раз с более частыми отжигами и протравливаниями, а именно при трех или четырех отжигам.

Если железо обладает небольшой текучестью, то его приходится отжигать и протравливать после каждого пропуска, вследствие чего стоимость производства значительно повышается.

Проволока получается тем ровнее, чем меньше изнашивание очка. Волоочильные доски обычно выделывают из специальной очень твердой стали и просверливают коническими отверстиями с постепенно уменьшающимися диаметрами (рис. 326). Размеры отверстий

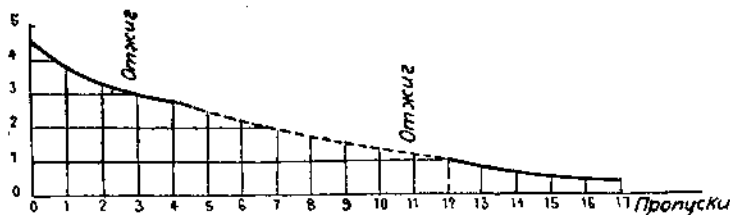


Рис. 325.

устанавливают опытным путем, в зависимости от характера металла (толщина волоочильных досок колеблется от 8 до 30 мм).

Ясно, что отверстия должны соответствовать сечению проволоки, которое делается или многогранным или круглым. Разность диаметров отверстий для протяжки круглых проволок колеблется от 0,2 до 0,8 и даже до 1,0 мм. Эта разность должна соответствовать качеству металла и его сопротивлению разрыву при вытяжке.

Разность диаметров отверстий непрерывно уменьшается по мере того, как проволока становится тоньше (рис. 327), так как сопротивление ее разрыву пропорционально квадрату диаметра, тогда как усилие протяжки пропорционально поверхности воздействия очка, т.е. пропорционально длине окружности или ее диаметру. Таким образом, сопротивление разрыву уменьшается быстрее усилия протяжки.

Только посредством предварительных опытов (в особенности при проволоке из различных сплавов) можно установить максимальное уменьшение диаметров, которого не следует переступать, так как в противном случае невозможно избежать разрывов, трещин и других изъянов и увеличения количества обрезков.

Сплавы алюминия и цинка легко протягиваются в холодную, если содержание последнего металла не превышает 20 процентов. При содержании цинка свыше 25 процентов протяжка без разрывов или трещин возможна только при более частых отжигам. Алюминиевую проволоку при протяжке рекомендуется смазывать салом, а при очень небольших диаметрах парафином.

Волоочильные доски часто делают из стальных брусков, сваренных с железными брусками. Таким образом предупреждаются трещины, происходящие при закалке слишком твердой стали.

Волоочильная доска образуется железной коробкой длиной 320 мм, толщиной 80 мм, с толщиной стенок в 13 мм и закраинами в 26 мм. Коробку заполняют кусками очень твердой стали, очень близкой по своим качествам к белому чугуну¹⁾. Коробку и ее содержимое нагревают до vara и затем проковывают, вытягивая до двойной длины.

Большой диаметр отверстия очка находится на стороне железа, а меньший на стороне стали.

Отверстия рекомендуют просверливать спиральными сверлами входную или пробивать при красном калении стали бородком с цилиндрическим телом, диаметр которого равняется требующемуся диаметру проволоки.

Точность отверстия имеет громадное значение. Точно так же имеет большое значение и твердость материала волоочильной доски. При слишком крепкой закалке волоочильная доска может расколоться.

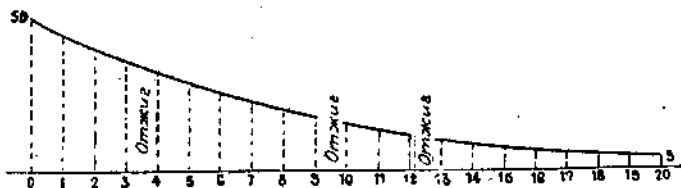
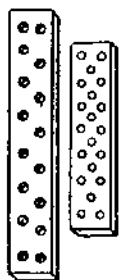


Рис. 326—327.

При протяжке тонкой проволоки пользуются алмазами или очень крепкими камнями²⁾ и пропускают проволоку через отверстие меньшего диаметра для лучшей калибровки. К такому способу протяжки можно прибегать только при последнем пропуске, когда уже не требуется дальнейшего уменьшения сечения проволоки. Подобными отверстиями пользуются только в качестве чистовых.

Чтобы уменьшить трение протяжки и изнашивание отверстий, а также до некоторой степени избежать нагревания волоочильной доски, для сохранения последней, проволоку и очко необходимо смазывать или помещая перед очком кусок сала, или пропуская ее через ванну из сплава сала и воска, или еще лучше погружая всю доску в масляную ванну. В этом последнем случае волоочильную доску вдевают в рамку с направляющими для прохода проволоки. Каждая прорезь

¹⁾ Для волоочильных досок с отверстиями больших диаметров (начиная с 3 мм) пользуются также белым чугуном, отливая его под давлением в железных формах. Через формы пропускают стальные стержни, которые удаляют тотчас же по наливке чугуна, вследствие чего сокращение металла происходит без разрывов.

²⁾ Так называемая каркасная проволока диаметром в 0,027 миллиметра получается протяжкой через отверстия в рубинах, сапфирах или алмазах. При помощи таких волоочильных досок можно протягивать полые проволоки толщиной в несколько десятых миллиметра. Самые тонкие полученные до сих пор проволоки имеют диаметр равный 0,01 мм. В зависимости от удельного веса металла из одного килограмма получается до миллиона метров такой проволоки. Производство подобной проволоки обходится очень дорого. Эта проволока применяется только при научных работах, она выделяется чаще всего из платины и применяется в некоторых электрических и физических аппаратах и приборах.

закрывается задвижкой. Когда верхнюю задвижку поднимают для ввода проволоки, нижняя задвижка точно так же поднимается, чтобы смазка не могла утечь.

После того как проволока введена в очко, рамку опускают, пока масло не покроет рабочих частей волочильной доски.

Скорость протяжки, по видимому, оказывает на процесс более или менее благотворное влияние в зависимости от материала проволоки и доски. Нагревание доски, если только смазка недостаточна, может вызвать пережог металла. Умеренное нагревание проволоки, наоборот, вызывает отжиг металла, благоприятствующий протяжке, если только повышение температуры не сопровождается понижением его текучести. Скорость протяжки чрезвычайно разнообразна, от 0,50 до 1,50 метра в секунду, она увеличивается при малых диаметрах, пропорциональное уменьшение которых сравнительно меньше уменьшения крупных диаметров.

Лучшим руководством в волочильном деле является опыт. Максимальным пределом уменьшения данного диаметра является такое уменьшение его, при котором не происходит особо быстрого изнашивания доски, образования поперечных и продольных трещин в металле, разрывов, царапин и заеданий. Все эти недостатки указывают на несоответствие условий производства проволоки.

Особенное влияние на скорость волочения оказывает нагревание доски. Нагревание это позволяет избегать отжигов и использовать теплоту, получающуюся от трения и сжатия при протяжке. Нагревание проволоки повышает текучесть металла и позволяет совершенно обходиться без отжигов при протяжке проволоки диаметром от 2 до 2,5 мм.

В этом случае рентабельность и быстрота производства зависят от качества и конструкции волочильной доски. Усилие протяжки мало изменяется со скоростью, тогда как действие сжатия возрастает вместе с ней. Вследствие этого устанавливается почти постоянное тянущее усилие, не зависящее от скорости, конечно, если последняя не выходит из обычных пределов.

На практике пользуются тем меньшими скоростями, чем тверже металл и чем больше его сопротивление протяжке, чем толще проволока и чем меньше коэффициент вытяжки.

Можно заметить, что пропущенная через волочильную доску и отожженная затем проволока лучше поддается последующей протяжке, так как волокна металла принимают положение более благоприятное для их дальнейшего удлинения.

Если желают увеличить сопротивление проволоки, то при последних пропусках ее не отжигают¹⁾.

Отжиг проволоки.

Отжиг бунтов производится в закрытых сосудах или в цилиндрических барабанах из листового металла диаметром около 1,00 метра и высотой от 1,00 до 1,80 метра. Их заделывают в кирпичную кладку так, чтобы пламя печи не касалось дна. Внутри барабана устраивается решетка на расстоянии 40 мм от ее дна.

¹⁾ Коэффициент R_p можно удвоить или даже утроить так же, как и модуль упругости E , но при этом сильно уменьшается процентное удлинение A . Мы имели случай произвести испытание медных троллейных проводов диаметром 8 мм, сопротивление которых R_p равнялось от 40 до 42 кг/мм² при $A =$ от 2 до 3 процентов; эти провода, однако, были настолько хрупки, что постоянно рвались.

Пламя часто пропускают через центральную трубу из листового железа диаметром 250 мм, проходящую через барабан по всей его высоте.

Барабан ставится на своде в 0,50 метра толщиной и на окружности квадратной решетки располагаются восемь боковых ходов, через которые пламя проходит в центральную трубу.

В отжигальный барабана помещается около 1 500 кг проволочных бунтов. Верхняя часть закрывается крышкой, которую замазывают глиной.

Вторая крышка, упирающаяся в кирпичную кладку, служит сводом и направляет пламя вверх барабана.

Отжиг продолжается двадцать четыре часа и требует от 200 до 250 кг угля. Проволока охлаждается в течение восемнадцати часов.

Образующиеся на проволоке окислы сильно разрушают волоочильные доски. Вследствие этого проволоки необходимо очищать, протравливать кислотой или очищать ударами или промывкой в подкисленной ванне¹⁾.

Толстые проволоки после протравливания кислотой и промывки покрывают клеем для протяжки всухую, которая производится в два или три пропуска и придает проволоке некоторый лоск. Для этого пользуются раствором поваренной соли, клеевым раствором с известью, мучным клейстером или смесью из этих материалов. Для получения чистой гладкой проволоки ее протягивают в воде. Мотовило в этом случае помещают в котел, заполненный водой или пивной бардой с небольшим количеством медного купороса и серной кислоты. Иногда встречается чистая лощеная проволока розоватой окраски. Такая окраска происходит из излишнего содержания в ванне медного купороса.

Последовательная протяжка проволоки через несколько волоочильных отверстий.

Иногда между мотовилом и барабаном помещают первую волоочильную доску, за ней шкив, вращающийся в корыте, содержащем протравливающую ванну, а вслед за ней вторую волоочильную доску (рис. 328 — 330)²⁾.

Проволока, пройдя через первую доску, наматывается на шкив, который натягивает ее и очищает. После этого проволока проходит через вторую доску и наматывается на барабан. Таким образом сечение проволоки уменьшается одновременно на два номера вместо одного.

При очень текучих металлах обладающих в то же время достаточным сопротивлением разрыву, проволоку можно пропускать последовательно через три или четыре доски, пользуясь при этом промежуточными шкивами, вращающимися со скоростями, соответствующими последовательным удлинением проволоки. Проволока делает вокруг каждого

¹⁾ Считают, что в правильно поставленном производстве потери, происходящие от окисления металла при отжигах и от других причин, колеблются между 5 и 12 процентами, в зависимости от степени протяжки.

Этот процент при худшей постановке производства значительно больше. При производстве проволоки из латуни, содержащей 25 процентов цинка и 75 процентов меди, для избежания разрывов рекомендуют снимать проволочные бунты и сильно прокалывать их на столе.

Делались попытки удалять слой окислов повторными перегибами или кручениями проволоки в обратных направлениях. Вытяжка, производящая некоторое удлинение проволоки, вызывает также отпадение поверхностной пленки окислов.

²⁾ Патент Glaçon 6 июля 1876. Этот процесс предлагался потом различными лицами, в том числе один раз очень недавно.

шкива несколько оборотов. Таким образом развивается достаточное трение, не позволяющее сопротивлению в очках складываться друг с другом. Чтобы не произошло дополнительных растяжений проволоки, необходимо, чтобы приводы промежуточных шкивов были хорошо отрегулированы, что однако очень трудно достигнуть. Вследствие этого происходят частые разрывы проволоки и требуется большее внимание сравнительно с тем, которое необходимо при независимых барабанах, в каковом случае приходится только сменять бунты. Тем не менее, при небольших уменьшениях сечений сопротивление проволоки оказывается вполне достаточным, а потому вполне возможно и выгодно размещать друг за другом без промежуточных шкивов два или три волокна, сопротивления которых слагаются друг с другом. Таким образом доски подвергаются меньшему изнашиванию, сохраняются в течение более продолжительного времени, и получается более равномерная проволока.

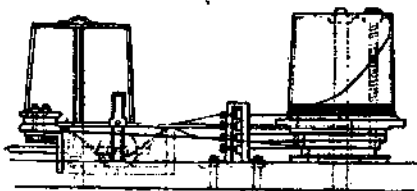


Рис. 328.

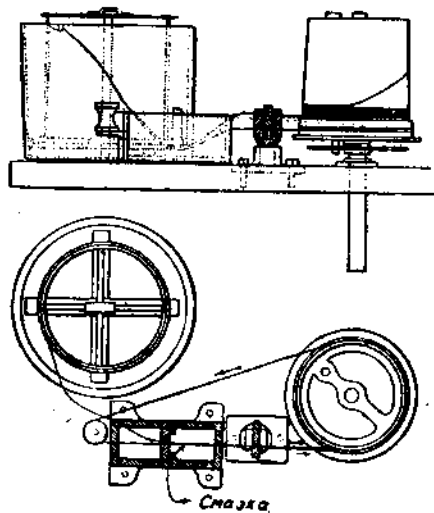


Рис. 329—330.

Доски устанавливают в рамке на салазках, передвигаемых по мере надобности винтом, чтобы можно было приводить отверстия на направление намотки проволоки на вытяжной барабан.

Пропуск проволоки через несколько отверстий, уменьшающих последовательно ее сечение, применим при небольшом диаметре последней. Тем не менее, не следует упускать из вида, что механический коэффициент полезного действия получается гораздо ниже, нежели при больших уменьшениях сечения.

Этот процесс позволяет сократить количество рабочих, обслуживающих вытяжные барабаны.

Непрерывная протяжка проволоки.

Одновременная протяжка проволоки через несколько отверстий представляет очень сложную задачу с точки зрения регулирования скоростей при применении шестереночных передач.

Эта регулировка легко достигается и производится автоматически скольжением проволоки, происходящим на тяговых частях волочильного стана.

При непрерывной протяжке через два или несколько отверстий, расположенных последовательно на обыкновенном волочильном стане, проволока сматывается с мотовила и, пройдя через первую доску, обматывается вокруг ведущего ролика или шкива. Вслед затем проволока проходит через вторую доску и обматывается вокруг второго

ведущего шкива и так далее, пока не достигнет тягового барабана, на который она наматывается.

Этим роликам или шкивам можно придать окружную скорость, превышающую максимальную поступательную скорость проволоки, и тем использовать трение, развивающееся между шкивами наматываемой на них проволокой, для протяжки последней. Таким образом, каково бы ни было удлинение проволоки при проходе через отверстия, поступательное движение ее между досками регулируется само собой пропорционально удлинению, которому она подвергается, и скорости, с которой она наматывается на вытяжной барабан.

На рис. 331 и 332 ¹⁾ изображено устройство волоочильного станка. На этих рисунках видно, что доски *BB* установлены на столе *A*, ролики или шкивы с дорожками на окружностях обозначены буквами *C*, а оси последних буквами *C*₁. Мотовило *D* установлено вхолостую на неподвижной

оси, перпендикулярной станине *A*. На это мотовило надевается протягиваемый бунт. Проволока идет к первому волоку *B* под действием тянущего усилия, действующего в течение всей операции.

Барабан *F* служит для намотки протянутой проволоки и для поддержания ее в достаточно натянутом состоянии по выходе ее из последнего очка.

Движение передается шкивам *C*₁ и барабану *F* двумя валами *S*, на которых сидят по четыре шкива, соединенных ремнями со шкивами *C*₁.

Если тянущее усилие слишком велико, намотанная вокруг роликов *C* проволока начинает скользить, и в результате получается скольжение ремней шкивов *C*₁.

Для экономии места волоочильные станы устраивают как показано на рис. 333—335.

На рис. 334 и 335 изображен ход проволоки в различных волоочильных станках. Станина *A* двухъярусная, на нижнем ярусе установлен ряд смазочных корыт, где установлены цилиндры *C*, которые или закреплены, или же составляют часть продольного вала, идущего от одного конца станины до другого.

На валу насажены шкивы для приведения во вращение всех вытяжных барабанов *D*. Цилиндры *C* служат для протяжки проволоки через все доски, расположенные на двух параллельных линиях. Отверстия одного ряда находятся против промежутков между досками другого ряда.

Волоочильные доски поддерживаются двумя брусками *E*, *E'*. Проволока сматывается с мотовила *F*, проходит под цилиндром *C* или наматывается вокруг него. Цилиндр *C* отчасти погружен в жидкую

Волоочильные доски поддерживаются двумя брусками *E*, *E'*. Проволока сматывается с мотовила *F*, проходит под цилиндром *C* или наматывается вокруг него. Цилиндр *C* отчасти погружен в жидкую

¹⁾ Патент Bolton 21 июля 1887 г.

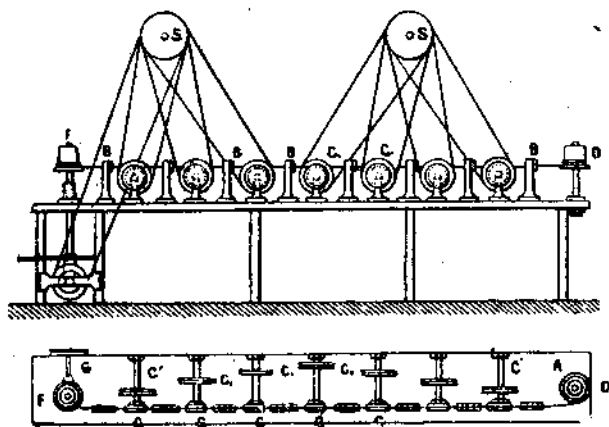


Рис. 331—332.

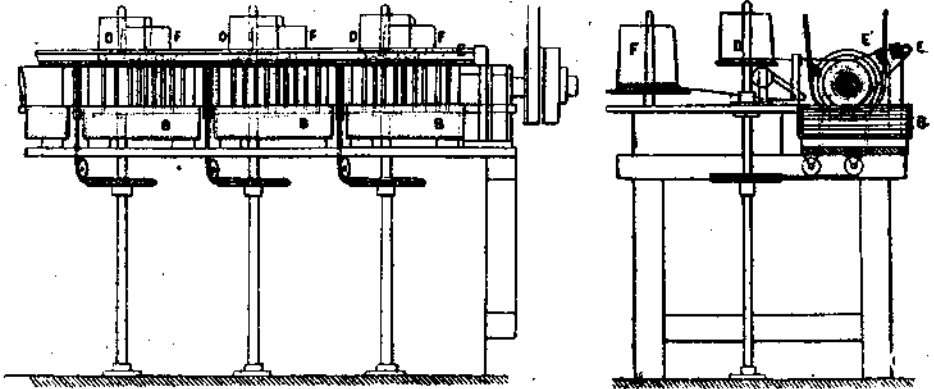


Рис. 335.

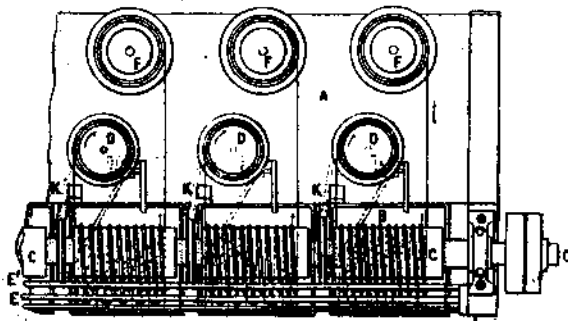


Рис. 333—334.

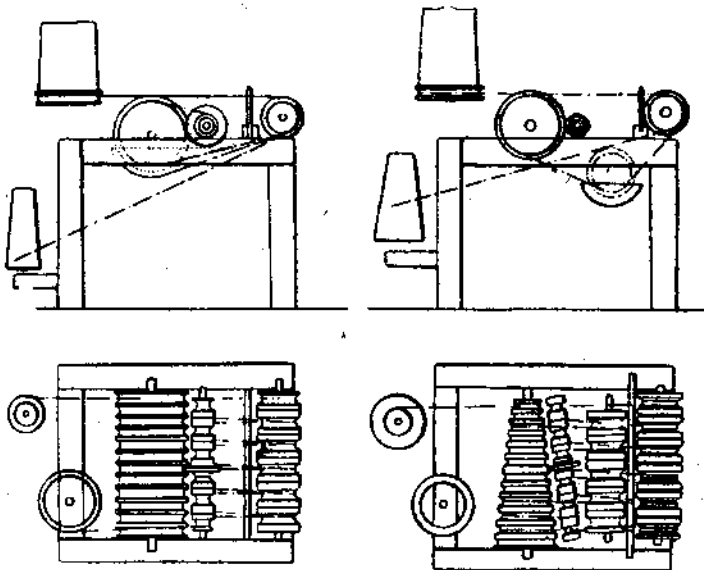


Рис. 336—337.

смазку, налитую в корыто *B*. Проволока подходит к направляющему бруску, вокруг которого обматывается и таким образом выходит против первой доски в ряду, установленном на бруске *E*. Таким образом происходит первая протяжка и проволока возвращается к цилиндру *C*, через отверстие, устроенное в бруске *E'*. Обмотавшись один или несколько раз вокруг этого цилиндра *C*, проволока снова идет к направляющему пруту и отсюда проходит в отверстие, устроенное в бруске *E*, и затем через вторую доску ряда закрепленную к бруску *E'*, отсюда проволока возвращается к цилиндру *C* совершенно так же, как

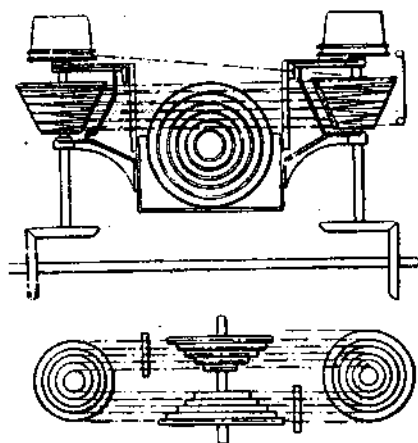


Рис. 338—339.

и в первый раз, идет к направляющему пруту и проходит через следующую доску, третью по счету, и так далее. На всем своем пути проволока подвергается воздействию досок; цилиндр придает ей требуемое натяжение до тех пор, пока она не достигнет последнего в ряду очка *K*. Это очко установлено на независимой опоре, расположенной позади цилиндра (рис. 335); таким образом она выходит против мотовила *D*.

Скорость на окружностях цилиндров *C*, очевидно, должна быть больше максимальной поступательной скорости проволоки. С такой же скоростью вращается наматывающее мотовило, усиливающее натяжение проволоки. Наматывающее мотовило можно по желанию выключать посредством эксцентрика, расположенного снизу и поднимающего последнее на его конической оси.

На рис. 336—339 ¹⁾ изображено устройство, аналогичное с предыдущим, с конусами вместо цилиндров, дающими более равномерное тяговое усилие, позволяющее избежать скольжения, так как диаметры конусов возрастают пропорционально удлинению проволоки.

Непрерывная закалка стальной проволоки.

Некоторые сорта стальной проволоки, применяющиеся для изготовления кард, подвергаются более или менее твердой закалке, которая производится непрерывно. Закалка должна производиться без доступа воздуха во избежание окисления металла.

Так, например, проволоку *F* пропускают через трубку *A*, закрытую с обеих сторон асбестом, нагретую до высокой температуры (рис. 340). Изменяя скорость прохождения проволоки, ее можно доводить до закалочной температуры.

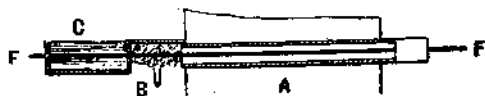


Рис. 340.

Между печью и резервуаром, содержащим закалочную ванну, проволока проходит через пламя *B* нейтрального газа, чем предупреждается ее окисление. Проволока затем проходит через масляную ванну *C* или другую охлаждающую жидкость, в которой закаливается.

¹⁾ Устройство принятое заводом Manufacture of Hardened and tempered Steel Wire (1881 г.).

Таким образом, проволоку можно закаливать только слегка для увеличения ее сопротивления и упругости.

Если проволока должна подвергнуться отжигу, то стирают при- ставшее к ней масло и затем пропускают ее через трубку, погруженную в нагретую до соответствующей температуры свинцовую ванну. Наконец, проволоку пропускают через другое отделение, где она оконча- тельно охлаждается в корыте, заполненном известью и мелом. Такая проволока не требует дальнейшей очистки.

Гальванизация проволоки.

Чтобы предохранить металл от окисления и тем продлить срок службы проволоки, последнюю иногда гальванизируют или оцинковыва- ют. Эта дополнительная операция очень проста и заключается в том, что проволоку сперва протравливают 10% водным раствором серной кислоты и промывают в воде. После этого бунты нагревают и наде- вают на холостые мотовила, с которых она сматывается и проходит через ванну из расплавленного цинка, налитую в чугунный котел. Одно- временно пропускают параллельно 10—20 проволок. Проволоки вытя- гиваются мотовилами, расположенными при выходе из ванны. После этого, проволока проходит через деревянные струбчинки, снимающие избыток цинка.

Размотав один бунт, к проволоке привязывают простым узлом конец проволоки следующего бунта. Наматывающие мотовила охла- ждают струей холодного воздуха. Бунт легко снимают с мотовила и отправляют в мотальную мастерскую, где проволоку перематывают в бунты стандартного диаметра и веса.

Производство цинковой проволоки.

Цинковая проволока получается обычными протяжными процес- сами при температуре металла около 150°, соответствующей макси- мальной текучести этого металла.

Для этого мотовилы располагают в специальных кожухах, нагре- ваемых паром под давлением в 5 атмосфер.

Кроме того, проволоке, придают скорость, немного большую ско- рости железной проволоки, для увеличения нагревания при проходе через волоочильную доску.

Эти проволоки применяются в тех случаях, когда требуется избежать всякого окисления. Ею также пользуются в гвоздильном производстве.

В электротехнической промышленности точно так же пользуются цинковыми прокатанными прутками небольшого диаметра и катаной цинковой проволокой.

Протяжка проволоки между роликами.

Для получения значительных сокращений сечения делались попытки протягивать проволоки через обыкновенные волоочильные отверстия, то с овальным, то с круглым отверстиями, чередующимися друг с другом совершенно так же, как чередуются ручьи прокатного стана. Изменения овального сечения проволоки в круглое можно достигнуть только в том случае, если последняя хорошо направляется. Для этого впереди

роликов, заменяющих волок, располагают два направляющих ролика, которые возможно приближают к точке касания инструментов. Последние представляют собой ролики типа *GG* (рис. 341) или еще лучше типа *RR* (рис. 342), частично входящие друг в друга ¹⁾.

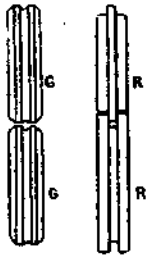


Рис. 341—342.

Впереди роликов располагаются направляющие *E* (рис. 343), поддерживающие овальную проволоку *F* так, чтобы ее большая ось была всегда вертикальна. Эти направляющие устанавливают настолько то возможно ближе к инструментам, при чем положение их можно регулировать винтами.

Овальная проволока проходит в холодном состоянии между направляющими *E* и через ручей роликов при вращении вытяжного барабана.

При таком устройстве устраняется трение скольжения в проволоке. Способ этот в сущности представляет собой прокатку, после которой

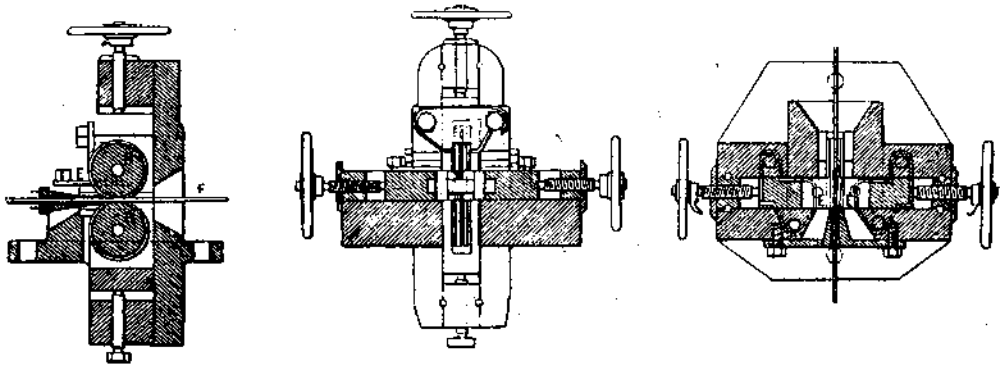


Рис. 343—345.

проволоку калибруют, протягивая один или два раза через обыкновенное волочильное отверстие (рис. 344 и 345).

Производство проволоки разрезкой и протяжкой.

Чтобы избежать прокатки проволоки, ее вырезают циркулярными ножницами из соответствующих дисков. Проволока получается при разрезе квадратного сечения, которое затем превращают в круглое или иное сечение протяжкой через волочильную доску.

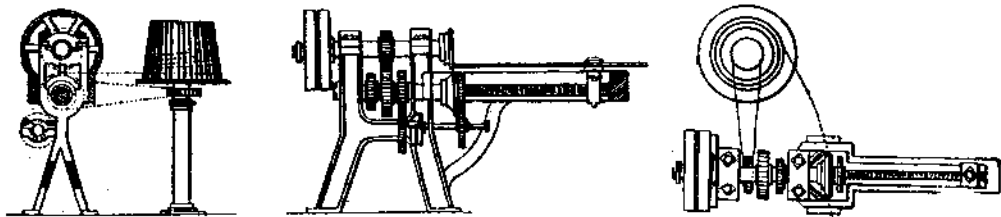


Рис. 346—347.

Лист вращается на оси небольших салазок, которые автоматически подвигаются к ножам по мере разрезки, вследствие чего полу-

¹⁾ Патент Veshave. 20 октября 1887 г.

чается равномерная и непрерывная спираль. Салазки приводятся в движение винтом, скорость вращения которого можно регулировать соответственно ширине отрезаемой полосы. Винт приводится во вращение шестернями, сцепленными с приводным валом ножниц.

Вырезанная проволока наматывается автоматически на коническое мотовило, скорость вращения которого соответствует скорости вращения ножниц.

Перед пропуском через доску проволоку отжигают. Этот процесс применяется для производства цинковой, медной и латунной проволоки.

Проволока вырезается из металлического диска по направлению от окружности к центру, а потому получается всегда несколько неровной, вследствие изменения кривизны, которая увеличивается по мере уменьшения радиуса. Этого недостатка не получается при спиральной разрезке трубы.

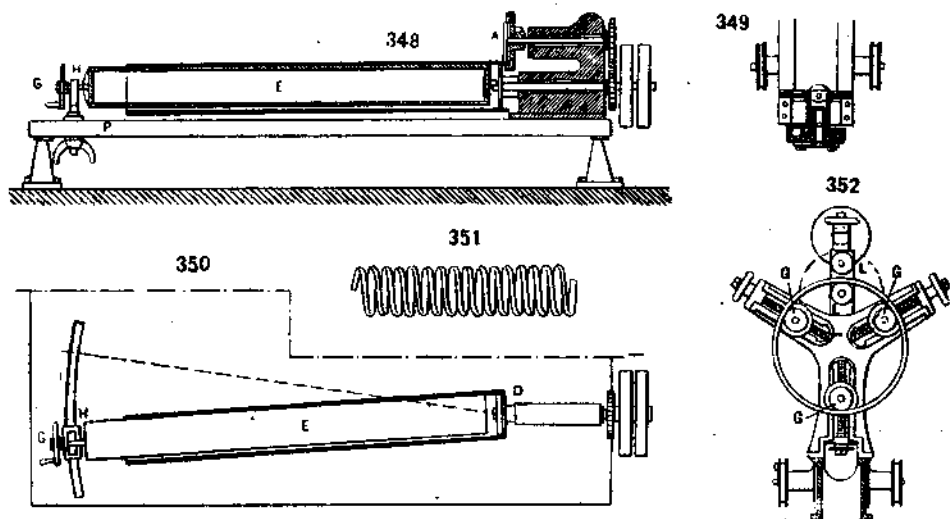


Рис. 348—352.

Трубу разрезают ножницами вроде изображенных на рис. 348—350 ¹⁾. Верхний нож *A* имеет специальную направляющую, представляющую собой диск с закраинами, в котором помещается этот нож. Диск вращается вместе с ножом и способствует отходу проволоки, ширину которой он регулирует.

Трубу свободно надевают на оправку *E*, составляющую угол с вертикальной плоскостью ножей. От величины этого наклона зависит шаг спирали и, вследствие этого, ширина проволоки. Труба под действием ножей подвигается в продольном направлении, не переставая вращаться вокруг оправки.

Для изменения наклона оправки передвигают бабку *H* посредством винта *G* в вертикальной круговой прорези *I*, устроенной в столе станка.

Таким образом можно вырезать полосы любой ширины, которые затем разворачивают.

Медные проволоки с высокой электропроводностью получают непосредственно в виде спирали электролитическим путем на соот-

¹⁾ Патент Летранж (Létrange) 8 декабря 1879 г.

ветствующих оправках. Проволоки раскатывают, расправляют и затем, если нужно, протягивают через волочильные доски. Они также получают путем разрезки медных труб или дисков, полученных электролитическим путем. Эльмор ¹⁾ предложил для разрезки труб приспособление, изображенное на рис. 351—354. Циркулярные ножи установлены на суппорте, так что их можно устанавливать вертикально для разрезки труб различной толщины и разных диаметров. Наклон ножей достигается поворотом головки суппорта относительно его

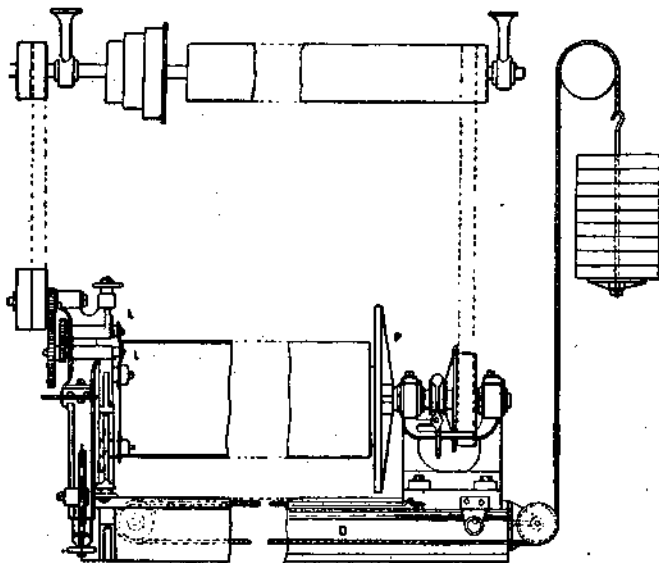


Рис. 353.

основания, для чего отпускают соответствующие болты. На рис. 352 видно, что труба со стороны ножей поддерживается тремя роликами *G*, расстояние между которыми можно изменять. С другой стороны труба укреплена к планшайбе, вал которой вращается ремнем и шкивом с фрикционным сцеплением. Бабка шпинделя планшайбы передвигается автоматически по фундаментной плите *D*, увлекаясь трением ножей. Трение бабки уравновешивают грузом с таким расчетом, чтобы труба несколько нажимала на закраины поддерживающих ее роликов.

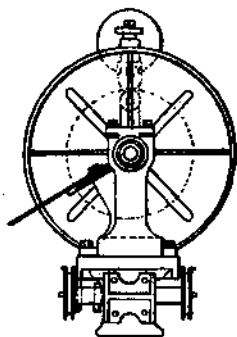


Рис. 354.

На рис. 355—358 изображена машина для разрезки дисков, также циркулярными ножницами, приводимыми во вращение ремнями и промежуточными шестернями. На бабке, в которой вращаются шпиндели ножей, установлены также поддерживающие и ведущие ролики *H*, оси которых приводятся во вращение шестернями от шпинделей ножей. Кроме того, с каждой стороны расположены направляющие ролик *E* с закраинами, оси которых *G* можно устанавливать в тре-

¹⁾ Патент 15 сентября 1888 г.

бующемся положении, в зависимости от ширины вырезаемой полосы или проволоки. Диск *M* установлен на центре и всегда соприкасается со своими направляющими. Для этого суппорт листа может скользить по станине и уравнивается достаточным грузом.

Диск плотно прижимается к фланцу центра гайкой с большой опорной шайбой. Ось центра сделана достаточной длины, чтобы плотно входить в суппорты без игры, чем уменьшается до минимума ее изнашивание.

Разрезной и профилирующий проволочный стан.

Цельнотянутые трубы также разрезают на проволоку на разрезном и профилирующем стане непрерывного действия (рис. 359—361) ¹⁾.

Трубу вводят между двумя валками (рис. 359) с винтовыми ручьями постепенно уменьшающегося сечения, придающими проволоке при выходе ее окончательное сечение. Для направления и точного регулирования подачи трубы последняя расположена под некоторым углом и приводится в движение ведущими роликами, соединенными с приводным механизмом разрезной машины. Труба разрезается постепенно, при чем отделение проволоки происходит в последнем витке ручья, после чего она наматывается на мотовило.

Производство проволоки из жидкого металла.

Проволоку из плавких металлов можно получать также путем выдавки жидкого металла под давлением через очко волочильной доски или отверстие истечения.

Аппарат для производства литой железной или стальной проволоки состоит из железного сосуда с отверстием, закрываемым крышкой. В дне сосуда находится чугунное отверстие истечения, через которое пропущена стальная трубка, охлаждаемая водой. Внутренний диаметр трубки соответствует требующемуся диаметру проволоки.

В момент заливки металла в сосуд, трубка закрывается пробкой. Сосуд заполняют сверху расплавленной сталью и жидкой углекислотой, вследствие чего закрывается сосуд.

Как только открывают пробку, давление, производимое углекислотой, выжимает металл через стальную трубку. Последний вытекает в виде раскаленного до-красна прута, который затем протягивают один или несколько раз через волочильную доску обычным путем для увеличения однородности металла. Таким способом можно получать проволоки всевозможных сечений.

Производство литой прессованной проволоки.

Приведем, наконец, способ производства металлической проволоки путем непрерывного истечения жидкого металла в машине Левавасера ²⁾ (рис. 362—365).

Через четыре зубчатых колеса машины проходят две бесконечные цепи *F*, служащие формами. Каждая из этих цепей образует одну половину формы и состоит из звеньев с одним или несколькими ручьями *f*, сечение которых соответствует диаметру проволоки (рис. 362). Металл вытекает из тигля *G*, автоматически наклоняющегося под дей-

¹⁾ Патент Prétot, 15 мая 1891 г.

²⁾ Патент 19 ноября 1883 года.

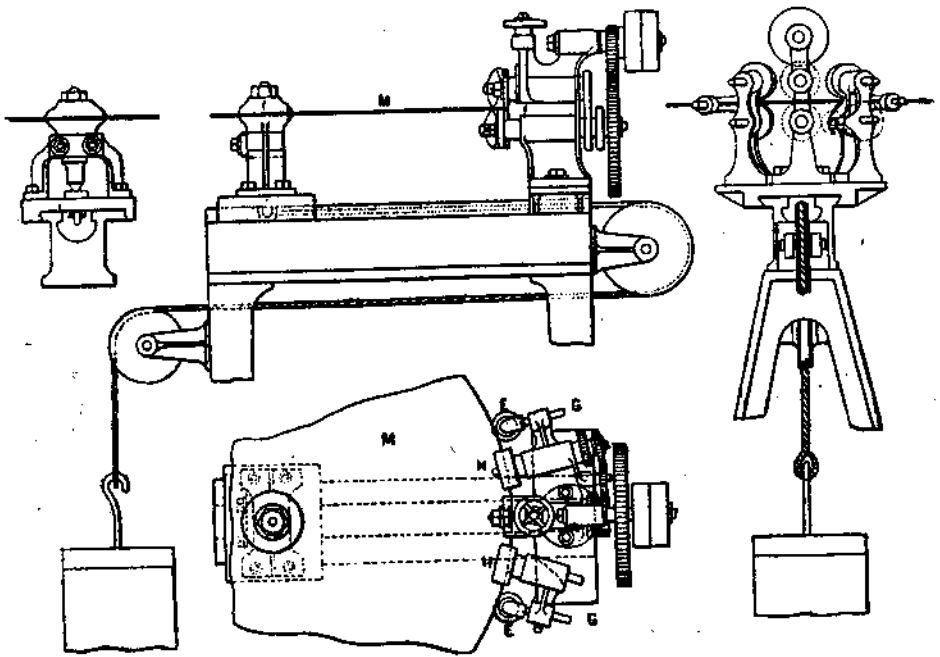


Рис. 355—358.

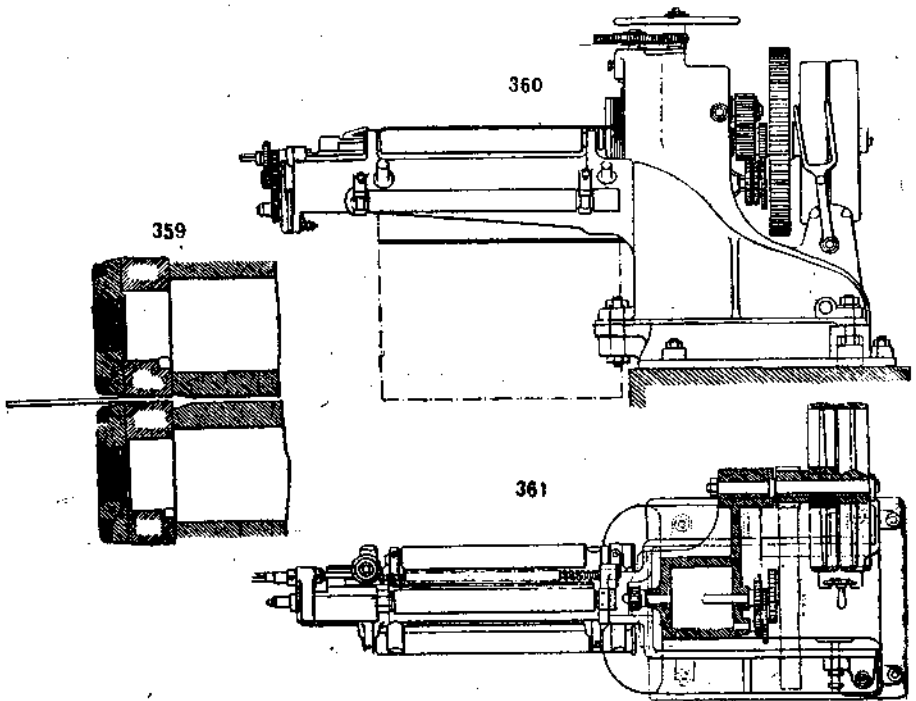


Рис. 359—361.

ствием веревки, наматывающейся на вал *К*. Количество вытекающего металла можно регулировать.

В том месте где происходит наливка металла, звенья цепи прижимаются друг к другу направляющей *L*, вследствие чего металл подвергается некоторому давлению, заставляющему его заполнять ругчи и придающему ему однородность.

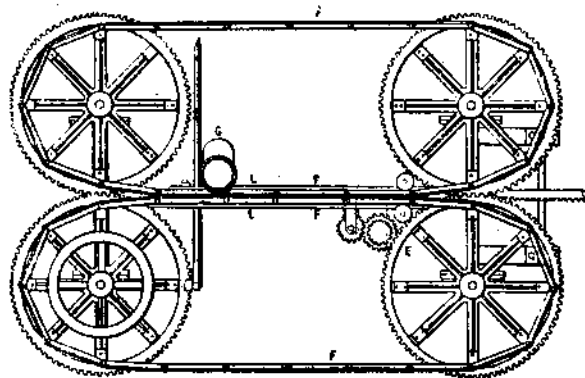
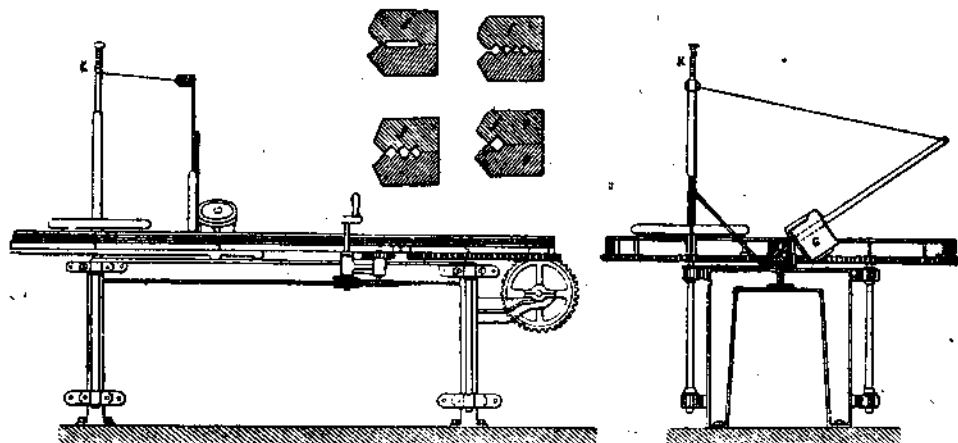


Рис. 362—365.

При выходе из формы проволока поступает на стальную бесконечную ленту, подводящую ее к мотовилу.

Машина приводится в действие или вручную, или ремнем. Колесо *E* приводится во вращение промежуточными шестернями и передает свое движение прилегающей шестерне, а затем приводным цепям, вращающим две других шестерни, сцепляющимся между

собой.

Для увеличения сопротивления разрыву и для калибровки, проволоку пропускают затем через волочильную доску.

Этот процесс применяется только при изготовлении проволоки из мягких легкоплавких металлов, как, например, из олова, свинца или из их сплавов.

ГЛАВА IV.

Прокатка фасонного железа.

Фасонным или профильным железом принято называть полосы с более или менее сложными формами сечений. Профили получают путем прокатки. Чаще всего их прокатывают из сварочного железа или из литой бессемеровской и мартеновской стали. При прокатке такого рода изделий между валками с ручьями необходимо соблюдение следующих правил:

1. Прокатывать надо по всей длине в один нагрев.
2. Сечения ручьев должны постепенно уменьшаться таким образом, чтобы все части профиля, в особенности при прокатке начисто, удлинились более или менее одинаково.
3. Давления, действующие на отдельные различные части сечения, должны быть рассчитаны таким образом, чтобы получающееся удлинение не сопровождалось боковыми сдвигами металла.
4. Сечения ручьев должны располагаться таким образом, чтобы центр тяжести их совпадал с линией соприкосновения валков (т.-е. со средним диаметром валков), с целью уменьшения скольжения между соприкасающимися поверхностями. Ручьи должны устраиваться с небольшим наклоном боковых стенок для лучшего выхода изделия.
5. Вытяжка профиля должна постепенно уменьшаться так, чтобы в последних ручьях она была очень незначительной. Уменьшение сечений ручьев может изменяться в пределах от $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{15}$.
6. Уменьшение сечения должно быть рассчитано так, чтобы не вызывать чрезмерных давлений, сопровождающихся разрывами или образованием больших заусениц. Давление должно быть достаточно, чтобы металл хорошо заполнял весь ручей.
7. При больших скоростях прокатки сечения ручьев можно уменьшать в большей мере, нежели при малых скоростях, так как в последнем случае нельзя использовать высокой температуры металла, при которой он обладает наибольшей текучестью.
8. Металл должен всегда равномерно распространяться по всему сечению ручья.
9. При расчете последовательных сечений ручьев необходимо придерживаться практических правил, которые зависят от числа пропусков, а также от ковкости и текучести металла.
10. В большинстве случаев, прежде чем окончательно остановиться на той или другой форме сечений ручьев, соответствующих требующемуся профилю, необходимо произвести опыты в виде пробной прокатки.
11. Сечения болванок или пакетов, в особенности при прокатке крупных изделий, должны соответствовать сечениям ручьев. Заготовкам

для облегчения последовательных изменений сечения необходимо тоже придавать соответствующие профильные сечения ¹⁾.

12. Прокатку необходимо вести плашмя, т.-е. располагать большие размеры сечения горизонтально по длине образующих валков, чтобы доводить до минимума трения, происходящие от разности скоростей соприкасающихся друг с другом поверхностей. Потери при прокатке пакетов обыкновенно принимают равными от 20 до 30 процентов, из которых на обрезки торцов приходится от 7 до 8 процентов.

При прокатке профилей из литого железа или мягкой стали потери не превышают 10 процентов. При этих материалах прокатка протекает в более благоприятных условиях, так как они обладают большей вязкостью и однородностью, вследствие чего можно не опасаться трещин и разрывов. Эти металлы при прокатке профилей все более и более вытесняют сварочное железо ²⁾.

Прокатка простейших профилей.

На рис. 366 изображены простейшие сечения фасонного железа. Среди них можно назвать шинное железо, трапециевидное, рубчатое, круглое рубчатое и другие, прокатка которых не представляет каких-либо затруднений, так как выступы их сравнительно незначительны.

Тем не менее заготовке следует придавать соответствующие сечения с самого начала прокатки отливки или пакета, когда металл обладает высокой температурой и вследствие своей ковкости легко поддается разного рода сдвигам. В этом случае желательно вести прокатку на стане с четырьмя валками, так как ассиметричные полосы всегда стремятся изогнуться при выходе из горизонтальных валков, вследствие чего их приходится выправлять между вертикальными валками. Для прокатки же круглого рубчатого железа такого рода стан требуется обязательно, так как между горизонтальными валками можно прокатать только рубцы на частях железа, соответствующие наиболее углубленным частям рубья.

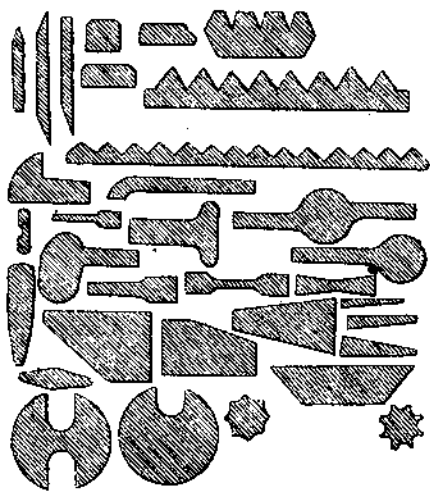


Рис. 366.

Прокатка двутаврового железа.

Несколько разновидностей двутаврового железа изображено на рис. 367.

Пакеты и болванки для прокатки двутаврового железа небольшого сечения обычно делают прямоугольного сечения. При пропуске

¹⁾ Применение фасонных пакетов явилось крупным успехом в деле прокатки специальных сортов железа. Фасонные пакеты дали возможность прокатывать целый ряд профилей, которые до тех пор считали невыполнимыми из прямоугольных пакетов.

²⁾ Производство прокатного железа достигало во Франции в 1913 году 1 900 000 тонн, из которых 900 000 тонн составляло фасонное железо.

через первые ручьи эти заготовки вследствие своей высокой температуры легко принимают сечения, близкие к окончательным. При прокатке в чистовых ручьях удлинения горизонтальных и вертикальной полок мало разнятся между собой.

Очень легкое двутавровое железо, применяемое для изготовления изгородей и решеток, требует особенно тщательной выделки. Строительные двутавровые балки достигают весьма значительного веса ¹⁾.

Фасонное железо средних размеров прокатывают из фасонных пакетов или из таких же отливок (рис. 368).

С целью образования правильных острых кромок углов и аккуратных закруглений при небольшой толщине профилей, для наружных слоев пакетов необходимо брать металл, обладающий высоким сопротивлением разрыву, а именно обрезки катаных изделий. Внутренность пакета можно собирать как из различных обрезков обжатых начерно, так и из обрезков после чистовой прокатки.

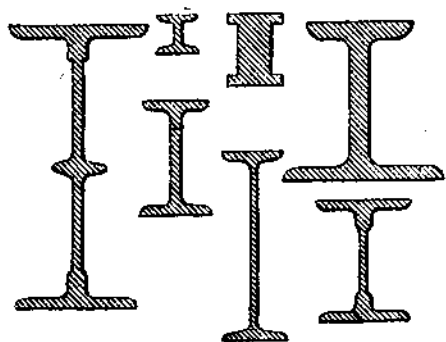


Рис. 367.

При образовании полок из обрезков начисто катаных изделий предупреждаются трещины, получающиеся при удлинении, вследствие увлечения металла поверхностями ручьев. Содержание катаных обрезков составляет от 15 до 40, а иногда и более процентов.

При значительной высоте профиля пользуются пакетами, собранными из начерно прокатанных обрезков, которые располагают как показано на рис. 368.

В эти пакеты идет до 50 процентов начерно прокатанных обрезков. Для покрышек, образующих полки, часто пользуются ординарными или двойными плитами, толщиной от 30 до 40 мм. Ножку собирают из начерно прокатанных обрезков или из старого железа. Иногда крупные пакеты составляют из нескольких рядов обрезков, положенных крест-на-крест.

Нагрев пакетов для прокатки высоких и длинных профилей, часто представляет значительные трудности. Себестоимость крупных цельных балок иногда бывает значительно выше балок, склепанных из отдельных частей, вследствие чего производство их довольно ограничено.

Наибольшие размеры двутавровых балок редко превышают от 500 до 800 мм, тогда как их длина колеблется от 15 до 25 метров. Такого рода балки изготовляют высотой до 1000 мм, но они не входят в нормальный сортамент заводов ²⁾. Эти балки не обладают теми преимуществами, которые можно было бы ожидать, исходя из их легкого веса. Изгибающие усилия вызывают перекашивание ножки, которая при такой высоте недостаточно укрепляется верхней и нижней полками.

Прокатные валки для двутаврового железа среднего сечения обычно делают диаметром от 500 до 600 мм. Обжимные ручьи ана-

¹⁾ Производство двутаврового железа в 1913 году достигало в Соединенных Штатах—2 700 000 тонн, в Германии—1 700 000 тонн, Франции 800 000 тонн, в Англии—300 000 тонн.

²⁾ Такие балки экспонировались на выставках заводом Forges de Chatillon для демонстрации мощности располагаемого этими заводами оборудования.

логичны с ручьями, изображенными на рис. 369; чистовые же ручьи изображены на рис. 370.

Число пропусков обычно колеблется от 8 до 12; производятся они в двух или трех клетях, каждая с тремя или четырьмя ручьями.

Прокатка производится при одном или двух нагревах, в зависимости от толщины железа и скорости валков.

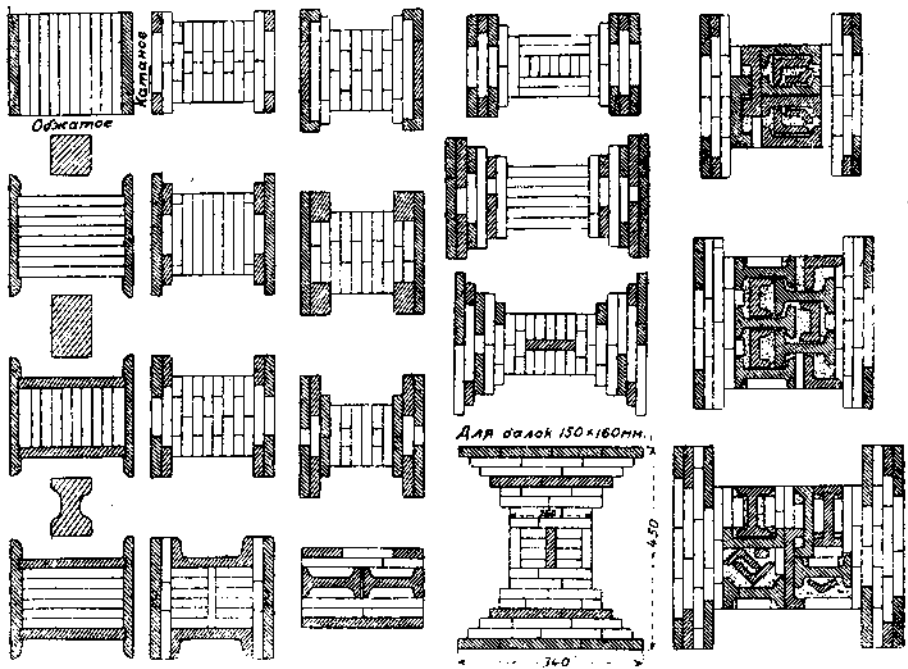


Рис. 368.

Обычно в новых станах для прокатки такого рода балок устраивают одну обжимную клеть-трио, одну подготовительную клеть-дуо с двумя ручьями и чистовую клеть-дуо с одним ручьем.

Такой стан для прокатки балок обычных размеров приводится в действие непосредственно сцепленной машиной от 500 до 1 000 лоша.

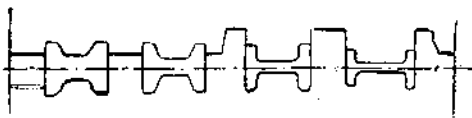


Рис. 369.

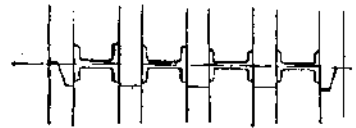


Рис. 370.

сил. Станы для прокатки крупных балок оборудуются подъемными механическими столами, которые помещают у выхода из чистовой клетки. Изделие подается к циркулярным пилам на рольганге.

Прокатку этих балок надо заканчивать на стане-дуо, так как в стане-трио недостаточно точно совпадают ручьи. Стан-дуо делается реверсивным; он сцеплен непосредственно с мотором без маховика или же посредством фрикционного сцепления. Реверсивный стан выгоден при прокатке балок высотой свыше 250 мм, так как при нем отпадает

надобность в подъемных приспособлениях. Реверсивный стан для прокатки балок высотой 500 мм, весом 200 кг на погонный метр, установленный на заводе Forges d'Hautmont имеет валки, диаметром 1 000 мм, весом каждый 20 тонн. На этом стане прокатывают балки, длиной до 20 метров. Мотор развивает до 3 500 лощ. сил. Напомним, что первые двутавровые балки были прокатаны на заводах Providence (Marchiennes-au-Pont в Бельгии и Hautmont во Франции) в 1849 году. Прокатка этих балок распространилась затем в Англии, где в это время пользовались чугунными балками.

Прокатная установка, выполненная на заводе в Rehon (Providence) заводом Société Alsacienne, состоит из: 1) реверсивного стана для прокатки рельсов и балок с суточной производительностью всего лишь 500 тонн, 2) стана блуминг с суточной производительностью 850 тонн. Эти станы приводятся в действие электромоторами постоянного тока, напряжением от 0 до ± 1250 вольт, развивающими от 10 000 до 15 000 лощ. сил.

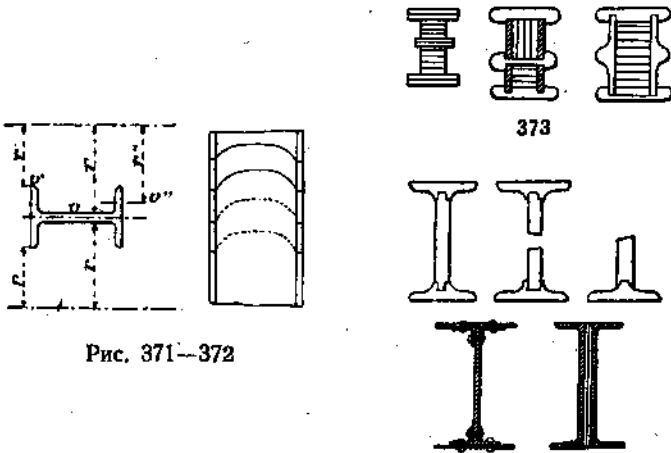


Рис. 371—372

Рис. 373—374.

Скорость моторов изменяется от 0 до ± 60 оборотов, путем изменения напряжения на зажимах, и от 60 до 150 оборотов, путем регулирования возбуждения.

Каждый мотор питается током от моторгенератора с маховиком. Моторгенератор состоит из мотора постоянного тока в 3 000 лощ. сил, приключенного к сети станции постоянного тока с напряжением в 525 вольт и двух генераторов постоянного тока, напряжение которых можно регулировать и реверсировать между 0 и 1 625 вольт путем регулировки независимого возбуждения.

Двойной стальной литой маховик, весом 65 тонн и диаметром 4,3 метра, регулирует нагрузку сети¹⁾.

При устройстве чистовых ручьев принята во внимание усадка металла при охлаждении, за исключением лишь ножки, которая выходит из стана тоньше на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ миллиметра, так как эта часть всегда становится немного толще по выходе из чистового ручья. Это происходит вследствие того, что ножка вытягивается немного больше, нежели полки, и толщина ее восстанавливается при выходе из стана.

¹⁾ Technique moderne, приложение к номеру от 15 декабря 1913 г., статья Garnier—Les moteurs électriques et leurs applications industrielles.

Можно видеть, что, вследствие разности радиусов r , r' или расстояний полка и ножки от оси вращения (рис. 371), ножка балки имеет замедленную среднюю скорость v'' , вызывающую скольжение, если давление действует преимущественно на полки. Наоборот, полки приобретают скорость большую скорости v'' и скользят, если балка увлекается преимущественно сцеплением валков с ее ножкой. Если принять промежуточную скорость, то скольжение будет происходить частью на ножке и частью на полках. Ножка как-бы стремится обогнать полки, вследствие чего волокна металла искривляются (рис. 372), и ножка увлекает полки, вызывая частичное удлинение последних, так как давление и тяговые усилия передаются все ближе и ближе.

В первое время производства двутавровых балок толщину полков делали одинаковой с толщиной ножки. Полки не могли сопротивляться увлечению ножкой, вследствие чего на них получались трещины, и соответствующие им части ручьев не заполнялись металлом. Так как металл полков подвергался лишь слабому давлению, то сдвиги его происходили только вследствие расширения соседних частей.

Вследствие этого пришлось увеличить толщину полков и соединять их с ножкой закруглениями большого радиуса. Устанавливая толщину полков двутаврового железа, точно так же приходится считаться с быстрым неравномерным охлаждением, вызывающим напряжения, производящие перекашивание изделия.

Для производства 100 тонн полупродуктов и больших профилей требуется 115 тонн болванок, 8 тонн угля для печей, 60 килограмм смазочных материалов и 18 тонн угля для котлов. Затрата энергии равняется приблизительно 12 000 *kWh*.

Прокатка двутавровых балок особо крупных размеров.

При значительной высоте двутавровых балок приходится прибегать к усилению ножки. Вследствие этого пришли к устройству ребер небольшой толщины. Этого рода балки прокатывают так же как и предыдущие из фасонных пакетов (рис. 373).

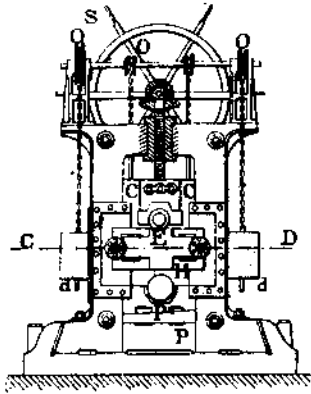
Среднюю часть пакета собирают из начисто прокатанных обрезков, которые прекрасно выдерживают в горячем состоянии сильные вытяжки в первых ручьях. Для этих балок наиболее подходят типы пакетов с покрышками из начерно прокатанного металла. Пакеты для прокатки высоких балок требуют особенно тщательной укладки и соблюдения возможно близкого профиля. Для прокатки таких пакетов требуются мощные станы, при чем все же трудно получить ширину полков, соответствующую данной толщине ножки. Вследствие этого приходилось изготовлять склепанные балки аналогичного сечения.

Заводы в Шатильоне и Коментри начали составлять пакеты из трех прокатанных полос, собранных в холодную, как то показано на рис. 374 1).

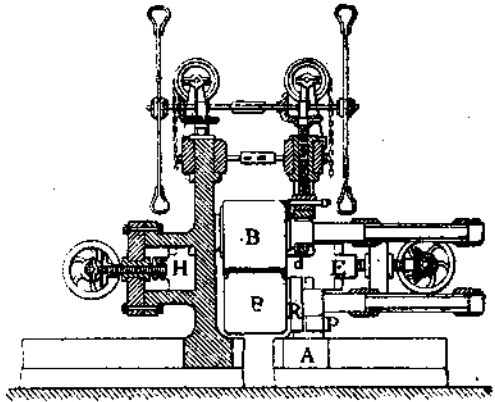
Эти пакеты сильно нагревают, после чего их пропускают через ручей, сваривающий отдельные части и придающий им окончательные размеры. Таким образом можно получать балки с широкими полками. Кроме того, балки составляют также из нескольких склепанных друг с другом частей, которые затем сваривают в ручье прокатного стана.

1) Патент 22 февраля 1867 года.

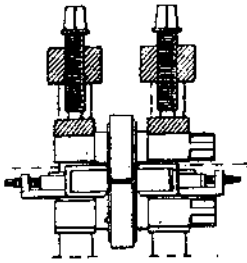
Так как отдельные части балки свариваются с трудом, то пакеты начали составлять из двух коробчатых заготовок и одной или нескольких полос, образующих ножку, что обеспечивает сварку при сильной прокатке.



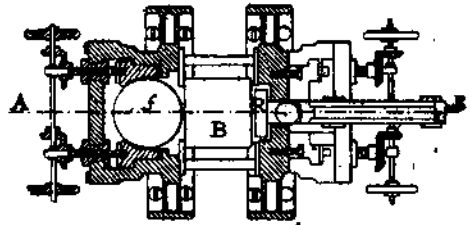
375



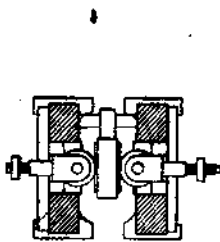
376



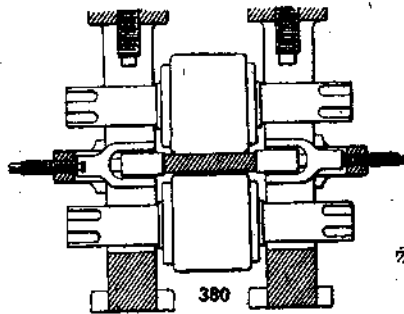
377



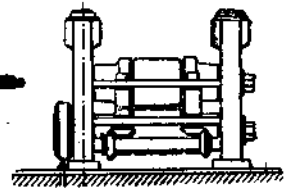
378



379



380



381

Рис. 375—381.

Для прокатки такого рода балок, в особенности составленных из двух коробчатых заготовок, наиболее пригодны универсальные станы с расположением всех четырех валков в одной вертикальной плоскости. Вертикальные валки предпочитают приводить во вращение, сдвывая

их с горизонтальными валками, как показано на рис. 375 и 378 ¹⁾, где изображено первое применение этого типа стана для прокатки высоких профилей. На нижнем горизонтальном валке *B* имеются два ролика *R*, упирающиеся с некоторым давлением на нижние боковые поверхности валков *E*, имеющих вертикальную ось. Подушки нижнего валка можно по желанию перемещать, вызывая тем сцепление, достаточное для увлечения изделия.

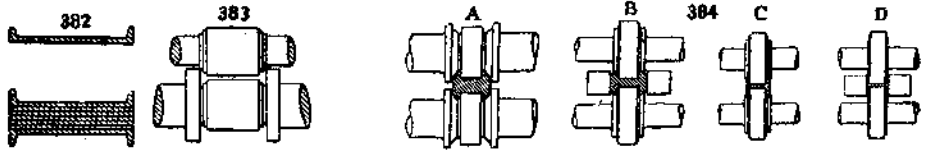


Рис. 382—384.

Так как во время прокатки ролик *E* имеют поперечное перемещение, то получается некоторая разность между скоростями горизонтальных и вертикальных валков, которая проявляется скольжением между роликами *R* и нижними боковыми поверхностями валков *E*. Ролики *R* занимают среднее положение относительно предельных положений валков *E*.

Петен и Годэ (Petin et Gaudet) применили универсальный стан для чистовой прокатки двутаврового железа в 1866 г. ²⁾

На рис. 377, 379 и 380 изображено расположение четырех валков, установленных для прокатки такого типа железа. Заменяя эти валки, можно прокатывать всевозможные аналогичные формы. Этот стан применяется как для черновой, так и для чистовой прокатки. Железо при выходе из стана ведется особой направляющей.

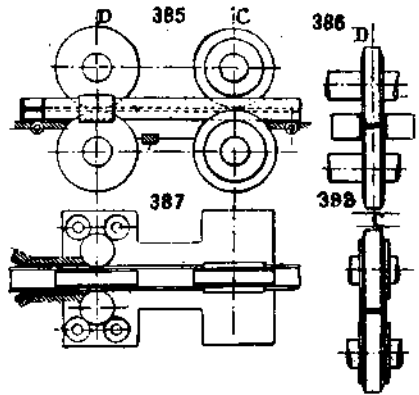


Рис. 385—388.

На рис. 382 изображен принятый Маррелем способ укладки крупных пакетов, а на рис. 383 прокатка наружных покрышек, тогда как на рисунке 384 сварка пакета, который затем вытягивают соответственно его объему и требующейся длине между валками, изображенными на том же рисунке.

¹⁾ Патент выдан Compagnie anonime des forges de Chatillon et Commentry на усовершенствованный сварочный стан со сжимающими валками на имя Хельсона (Helson).

Надо напомнить, что впервые валки универсального стана расположил в одной вертикальной плоскости Кириак Хельсон, на что ему был выдан патент 27 марта 1861 г. Главное внесенное им улучшение заключалось в том, что он расположил два вертикальных валка в одной плоскости с двумя горизонтальными валками, тогда как до тех пор их располагали в параллельных плоскостях.

Таким образом получается закрытый ручей, пригодный для прокатки всякого рода профилей.

Прежде всего этот стан применили для сварки и вытяжки пакетов, затем на нем начали прокатывать профили, для чего соединили вертикальные валки с горизонтальными посредством шестерен.

²⁾ Патент 30 мая 1866 г.

Универсальный стан обладает тем преимуществом, что трения на наружных поверхностях полок значительно меньше, вследствие чего ручки не так быстро изнашиваются.

При соответствующем профиле пакета для сварки его частей и доведения до соответствующих размеров, если только прокатываемые балки не слишком длинны, достаточно двух или трех пропусков.

Для прокатки балок с очень широкими полками пользуются станами Грея (Grey) с горизонтальными и вертикальными валками, действующими одновременно (рис. 385—389). Получающийся профиль обладает следующими особенностями, а именно: поверхности полок параллельны друг другу, чем облегчается клепка, кромки их не закругляются и принятый способ прокатки не допускает образования заусениц. Прокатка происходит быстрее, вследствие чего металл меньше охлаждается и в нем развиваются меньшие внутренние напряжения.



Рис. 389.

Из стана выходят прямые балки длиной до 28 метров, т. е. предельной длины, диктуемой транспортными условиями. Таким образом прокатывают балки высотой до 1,00 метра с шириной полки в 300 мм, весящие 300 килограмм на погонный метр.

Прокатка крестового железа.

Этого рода железо чаще всего изготавливается равнобоким. Крестовое железо с прямолинейными полками прокатывают между двумя обыкновенными валками с ручьями. Крестовое железо с полками полукруглого сечения прокатывают на станах с четырьмя валками.

Если материалом является железо и размеры профили невелики, то пользуются пакетами прямоугольного или квадратного сечения. Иногда также пользуются фасонными пакетами (рис. 391). Для такого рода пакетов требуется на чисто прокатанное железо, обладающее большим сопротивлением разрыву.

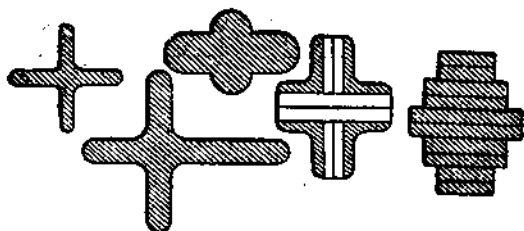


Рис. 390—391.

Для прокатки профилей из литого железа или литой стали пользуются болванками прямоугольного или квадратного сечения или такими же заготовками, обжатыми на черنو в прокатном стане.

После каждого пропуска полосу кантуют на 90°.

Так как вертикальные полки не подвергаются давлению, то они больше удлиняются под влиянием вытяжки, нежели горизонтальные. При этом металл проявляет склонность к образованию трещин, так как на вертикальных полках, если только они более или менее широки, трения развиваются сильнее. Вследствие этого на обыкновенных станах нельзя прокатывать крестовых профилей более чем в 150 мм.

Поэтому-то прокатка крестового железа затруднительнее прокатки двутаврового железа.

Лет пятнадцать тому назад для прокатки крестового железа начали пользоваться станами с четырьмя валками, вследствие чего удается получать размеры вплоть до 450 мм в стороне.

Для прокатки крестового железа заводы Петен и Годэ с 1886 года пользуются специальными станами, устройство которых изображено на рис. 392—394 ¹⁾.

Болванка или сваренный и обжатый пакет нагревается в печи и подается к стану, валки которого постепенно сближаются, образуя крестовидное сечение с несколькими наклонными поверхностями полок и без складок на концах.

Давления между сближаемыми после каждого пропуска валками заставляют металл высаживаться и все более и более распростра-

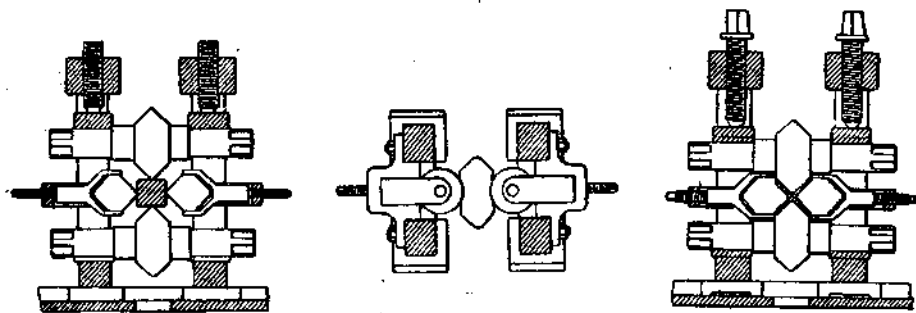


Рис. 392—394.

няться по промежутку между вертикальными и горизонтальными валками, до тех пор пока не будут достигнуты требующиеся размеры.

Приведем еще прокатной стан Сакка (Sack) специально предназначенный для прокатки разного рода профилей (рис. 395).

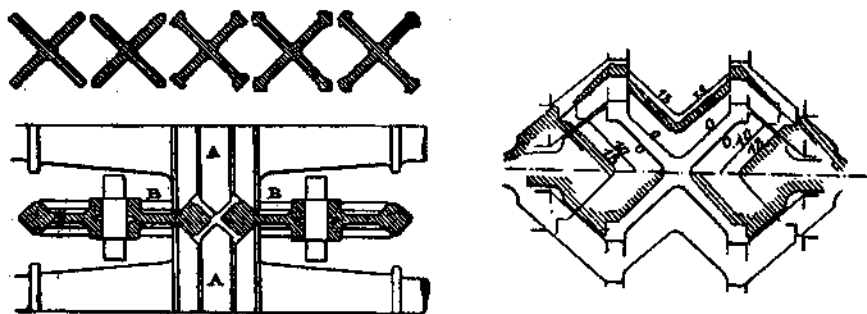


Рис. 395—397.

Стан этот реверсивный и имеет четыре валка *AA*, *BB* (рис. 396), оси которых расположены в одной и той же вертикальной плоскости. Горизонтальные валки *AA* производят только давление, которое передается валкам *BB* только в том случае, если полки изделия образуют с горизонтальной плоскостью угол в 45° . Валки *AA* приводятся в действие от двигателя, тогда как валки *BB* вращаются вследствие сцепления с изделием.

На рис. 397 — 411 приведено расположение главных частей стана. Верхний горизонтальный валок переставляется вертикально винтами, одинаковыми с винтами обыкновенных станов.

Вертикальные валки установлены в опорах в виде ползунков, пригнанных к параллелям, устроенным в станинах клеток. Эти ползунки

¹⁾ Патент 30 мая 1866 г.

можно перемещать во время прокатки горизонтально или вертикально посредством винтов и таким образом изменить относительное положение всех четырех валков.

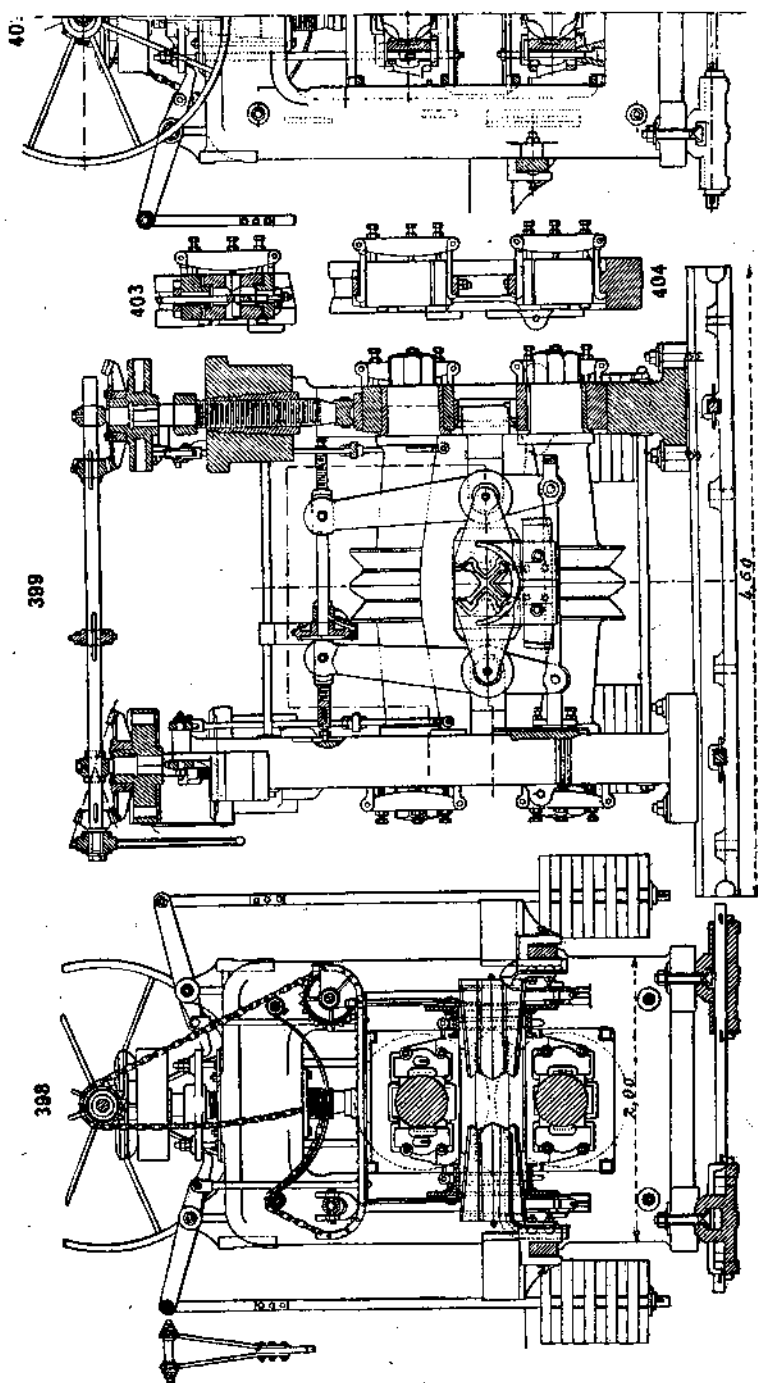
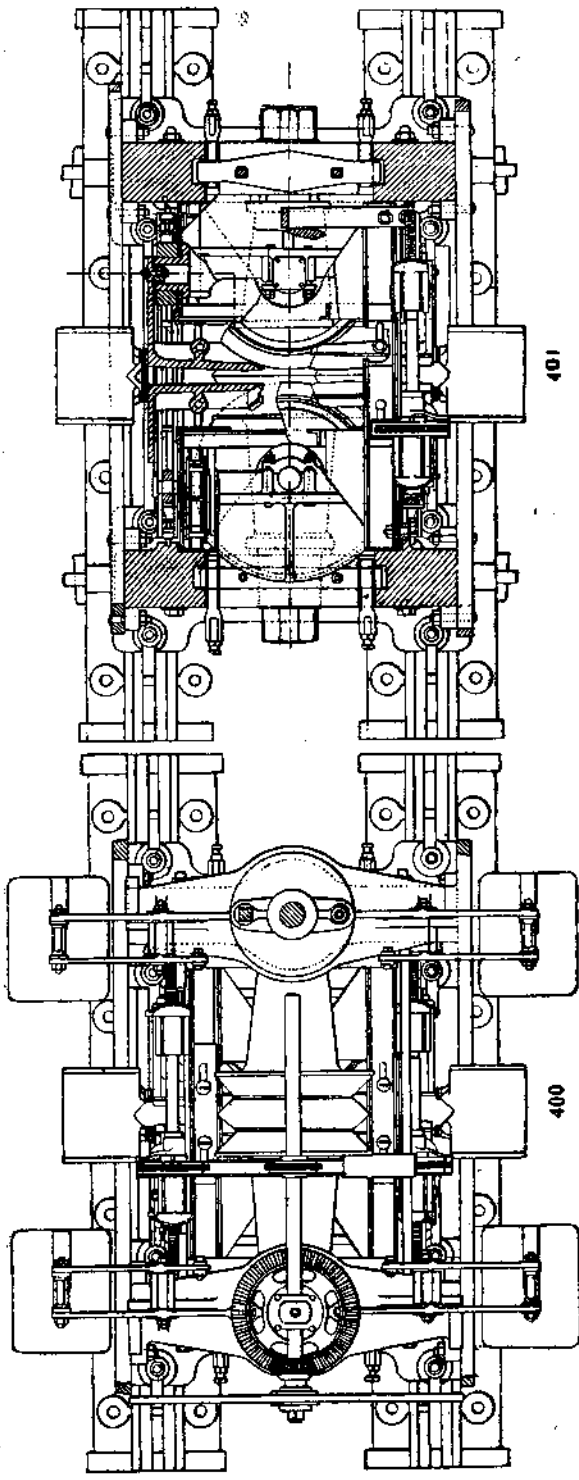
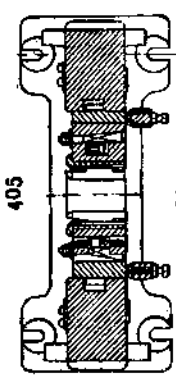
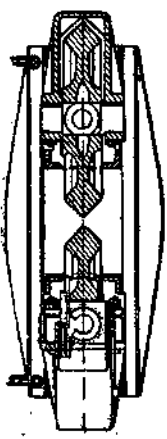
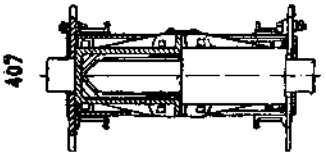
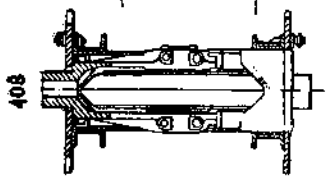
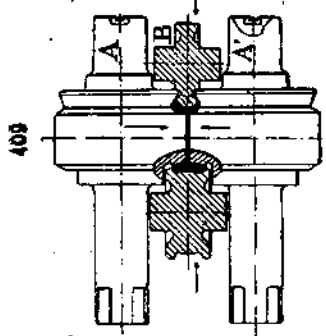
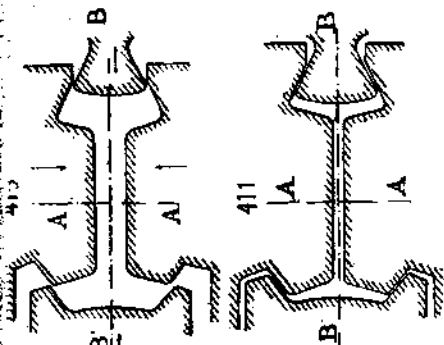


Рис. 398—404.

Опускание верхнего валка А вызывает сближение и опускание вертикальных валков. По установке в определенном положении верхнего валка вертикальные валки поднимаются и расходятся между



собой под действием уравновешивающих грузов. Зазоры между этими валками позволяют прокатку симметричного крестового железа, при чем полосу необходимо кантовать на 90° после каждого пропуска, после чего ее прокатывают в чистовом стане, назначение которого, заключается, главным образом, в выравнивании наружных кромок.

На рис. 409—411 изображено устройство валков для прокатки двугаврового железа. Полки прокатываются сбоку, вследствие чего горизонтальные валки работают только образующей конической частью, отчего ручки меньше изнашиваются. Полки выправляются при пропуске между чистовыми валками.

Этим прокатным станом успешно пользуются на многих европейских и американских заводах.

Прокатка таврового железа.

Целый ряд разновидностей таврового железа изображен на рис. 412.

Тавровое железо при незначительной высоте ножки прокатывают в пластовых ручьях. Если высота ножки несколько больше ширины полки, то полосу прокатывают в ребровых ручьях, поворачивая ее при каждом пропуске (рис. 413 и 414).

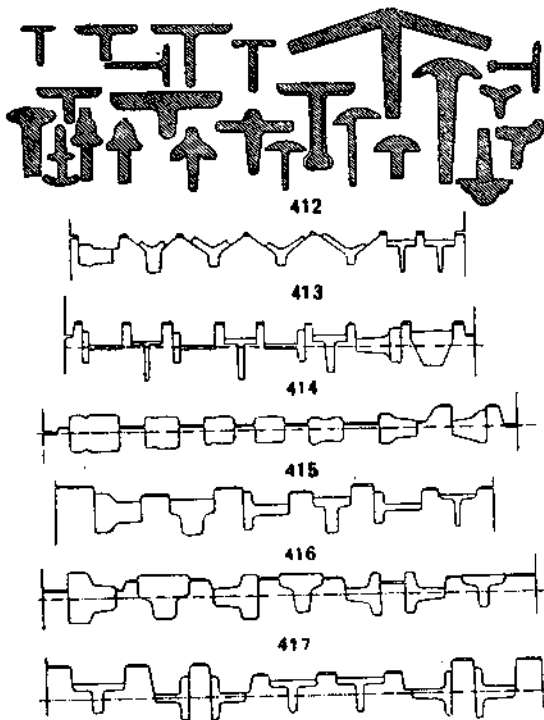


Рис. 412—418.

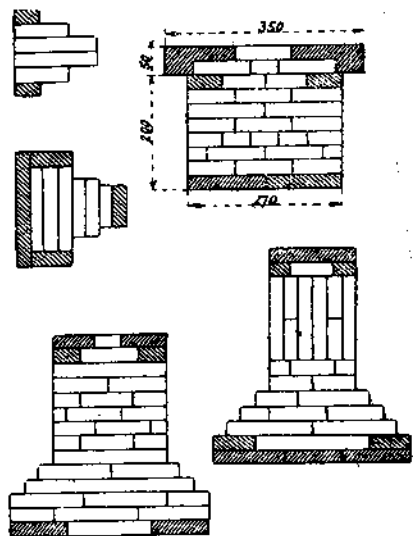


Рис. 419.

Если полка или ножка более или менее одинаковы, оба эти процесса комбинируют вместе и железо прокатывают последовательно то в пластовых, то в ребровых ручьях. При прокатке давлением валков вытягивается полка или ножка, занимающая в данный момент горизонтальное положение, тогда как другая полка, занимающая вертикальное положение, удлиняется вследствие увлечения ее металла (рис. 415—418).

Полосы прокатывают из пакетов или болванок прямоугольного или, при больших размерах изделий, фасонного сечения (рис. 419).

Число пропусков, чтобы не подвергать металл слишком резким деформациям, достигает 15 и даже больше. Прокатку производят при двух или трех нагревах. Конец обжатой заготовки обрезают для облегчения вступления ее в валки, чтобы не замедлить ее скорость

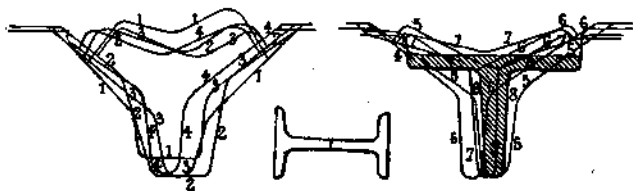


Рис. 420—422.

которая для использования высокой температуры металла должна быть весьма значительной.

Другой способ прокатки заключается в том, что обжимным ручьям придают форму буквы Y или вилкообразную форму, обе вилки

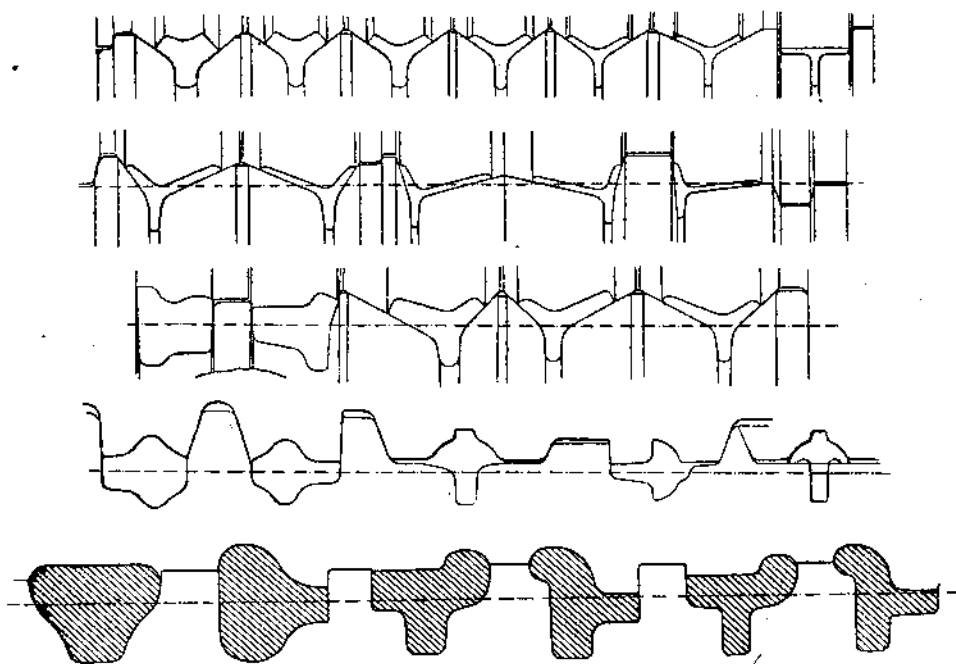


Рис. 423—427.

которой постепенно раскрываются (рис. 420 и 423). Полосу поворачивают при каждом пропуске таким образом, чтобы получить большее удлинение одновременно на обеих половинах полки, тогда как ножка тавра удлиняется, вследствие увлечения ее металла (рис. 425). Ручьи при длинной ножке располагают так же, как показано на рис. 424. На рис. 425 и 426 изображены последовательные сечения заготовки, постепенно приближающиеся к окончательному тавровому сечению.

Полосы необходимо хорошо направлять как при поступлении в валки, так и при выходе из них, так как асимметричность сечения вызывает изгиб или скручивание железа.

Через последние ручки полосу пропускают иногда пластом.

Тавровое железо получают также, прокатывая сперва двутавровое железо (рис. 421), которое затем разрезают вгорячую циркулярными ножницами или циркулярной пилой. При такой разрезке разрезы несколько не доводят до обоих концов полосы на 10—20 мм, чтобы полоса не изогнулась при охлаждении, так как полки сокращаются сильнее, вследствие более быстрого охлаждения. Обе части потом разделяют несколькими ударами молотка.

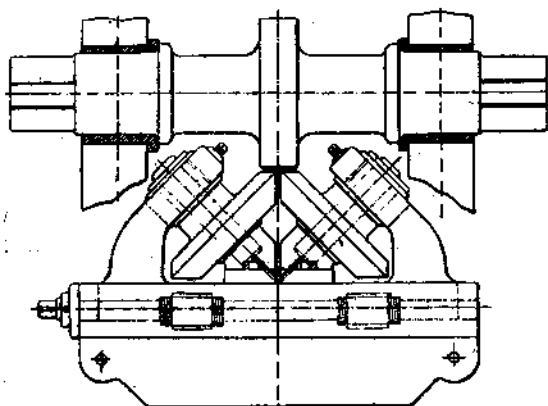


Рис. 427-а.

стана (рис. 427-а), состоящее из верхнего приводного валка и двух холостых конических роликов.

Ролики установлены в кронштейнах, связанных с салазками, вследствие чего можно изменять их относительные положения.

Верхний валок имеет вертикальное перемещение, поэтому можно прокатывать профили различных размеров, не выходящих из определенных пределов.

Прокатка углового железа.

Производство углового железа (рис. 428), служащего для сборки отдельных частей ферм и стропил, началось задолго до начала производства других профилей.

Угловое железо прокатывают несколькими способами, в зависимости от размеров, и обычно при двух нагревах. Второй раз полосу нагревают после второго или третьего пропуска, когда последняя еще не настолько длинна, чтобы затруднить нагрев.

Небольшие угольники прокатывают из пакетов или отливок квадратного сечения, тогда как крупные угольники — из отливок прямоугольного или фасонного сечения (рис. 430). При прокатке угольников из пакетов, последние должны иметь покрывки из катаного материала. Иногда пакеты собирают из сварочного железа (рис. 429), чем достигается более плотная и равномерная сварка.

Так, например, если разрезать угольник, полученный прокаткой пакета, составленного из обрезков полосового железа, и протравить его кислотой, то на нем обнаружатся линии, изображенные на рис. 433.

При прокатке между чистовыми валками, имеющими ручки, очень трудно получить хорошие острые углы между полкой и ножкой. В тех случаях, когда верхний валок сдает или когда концы полосы прокатываются неравномерно, довольно часто случается, что железо или заедает в ручьях, или обертывается вокруг валка (оковывание валка).

Чтобы избежать таких случайностей, Эмиль Бушон (Emile Bouchon) предложил устройство универсального

Равнобокие угольники средних и небольших сечений прокатываются под углом, как показано на рис. 430 и 432, при чем вытяжка колеблется от 50 до 20 процентов.

При прокатке крупных угольников Дэлен (Daelen) рекомендовал образовывать угол в первых ручьях, как показано на рис. 436—438, и затем постепенно складывать полки в последующих ручьях.

При таком способе прокатки всякое угловое железо сперва прокатывается начерно в универсальном стане и затем начисто—

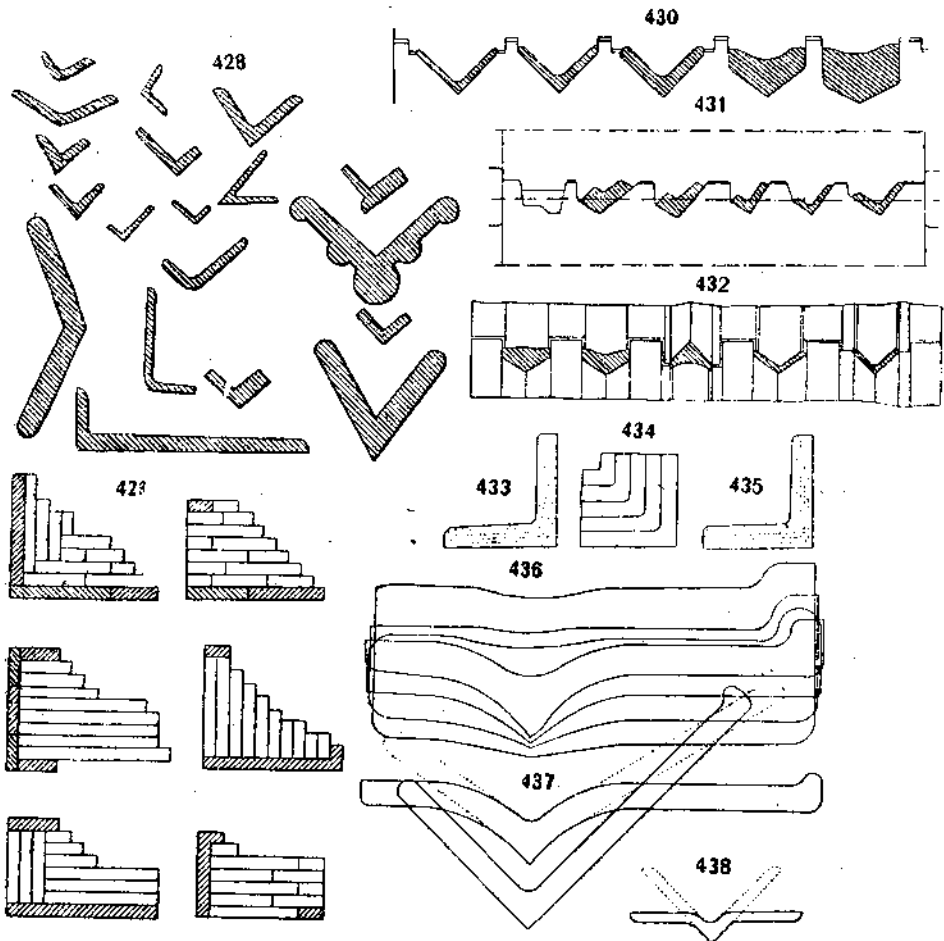


Рис. 428—438.

в обыкновенном стане с ручьями. Для универсального стана достаточно иметь одну пару валков, профилированных в средней части, чтобы прокатывать всевозможные заготовки углового железа, независимо от толщины и длины полки, а также неравнобокие и бульбовые угольники (бимсовое железо). При последнем пропуске угол между полками надо увеличивать от 3 до 12° против потребного угла, вследствие уменьшения его при сокращении металла от охлаждения. Величина этого угла зависит от ширины полки, от величины самого угла и от температуры металла.

Небольшие неравнобокие угольники можно прокатывать, пропуская полки одну пластом, а другую ребром, а затем наоборот (рис. 439).

Более крупные угольники с шириной полок от 60 до 80 мм и больше надо прокатывать углом (рис. 439).

Угольники надо хорошо направлять, чтобы они не искривлялись при выходе из чистовых ручьев.

Так как получить совершенно прямые полосы весьма затруднительно, то их приходится выпрямлять, когда они еще находятся в горячем состоянии. Быстрый способ выпрямления заключается в том, что полосы кладут на два или несколько упоров с угловыми

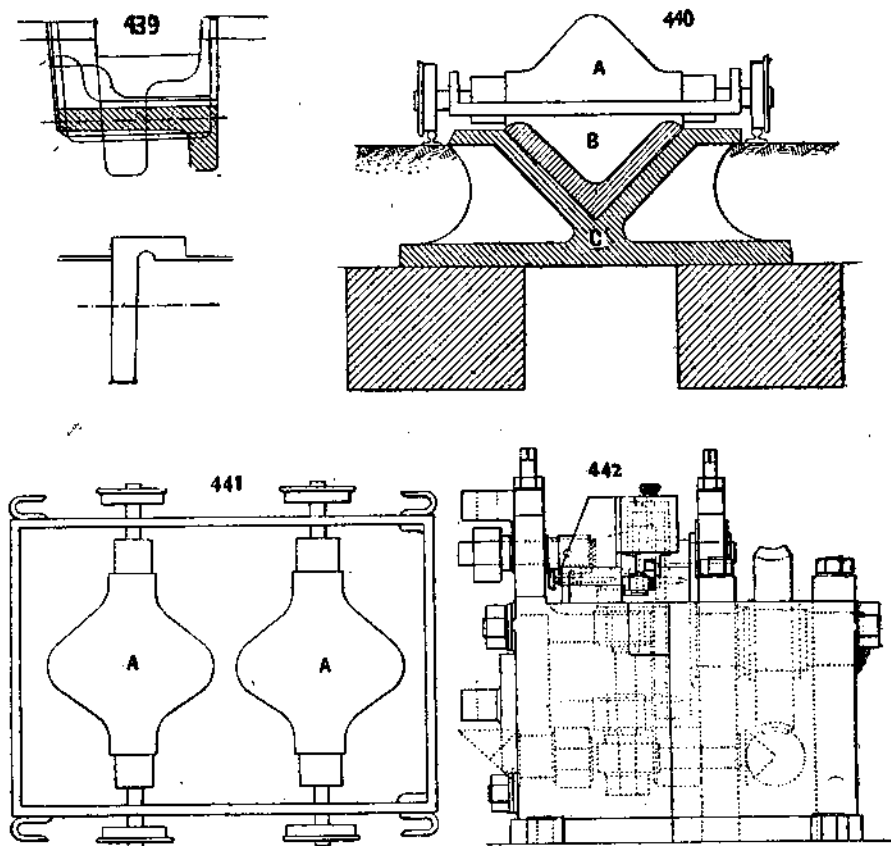


Рис. 439—442.

вырезами (рис. 440) и пропускают по ним два ролика, установленных на небольшой тележке (рис. 441), которые нагружают по мере надобности и передвигают по рельсам. Колеса тележки и выпрямляющие ролики устанавливаются на осях.

Быстрая правка угольников достигается путем пропуска их по выходе из прокатного стана между одним или несколькими рядами выпрямляющих роликов, расположенных как это показано на рис. 442—447.

Эти ролики установлены на своих опорах таким образом, что они могут передвигаться и упираться в поверхности угольников или так, чтобы направлять полосу или увлекать ее.

Правильная машина Ричардса (Richard's), расположение роликов которой приведено на рис. 443 и 447, снабжена приводом, позволяющим перемещение полосы, если то требуется, в двух направлениях.

Три ролика небольшого диаметра, расположенные справа и слева (рис. 443), служат специально для направления угольника. Для правки каждой полки служат промежуточные ролики большего диаметра, установленные на более толстых валах. Каждая пара таких роликов захватывает соответствующую полку.

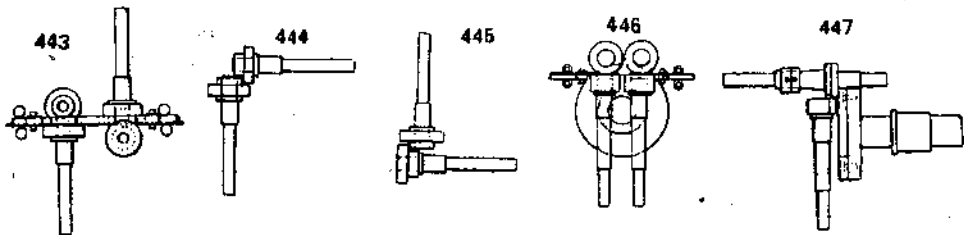


Рис. 443—447.

На рис. 446 и 447 изображены видоизмененные комбинированные правильные ролики.

Вследствие эффектов расширения и сокращения горячая правка металла оставляет желать многого, а потому если требуется безукоризненная точность, то правку полос надо производить вхолдную.

Прокатка зтогового железа.

Мелкое зтовое железо прокатывают в угловых ручьях (рис. 448 и 449).

Зтовое железо среднего и крупного размера прокатывают из изогнутых заготовок, которые постепенно складывают под любым углом. Прокатка производится в два или три пропуска.

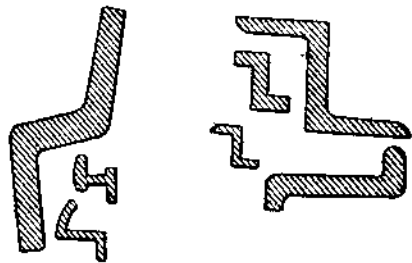


Рис. 448.



Рис. 449.

Прокатка швеллерного или коробчатого железа.

Прокатка коробчатого или швеллерного железа (рис. 450) в обыкновенных ручьях долгое время являлась очень затруднительной, так как малейшее давление на полки вызывало разрыв металла. Прокатка этого железа значительно упростилась после того, как Дэлен предложил прокатывать его пластом с развернутыми полками и затем загибать последние в двух чистовых ручьях.

Пакет прямоугольного сечения прокатывают пластом и на-ребро, придавая ему последовательные сечения, изображенные на рис. 451. Вслед затем полки загибают в чистовых ручьях, придавая железу окончательное сечение.

При небольших размерах полок прокатка ведется в ручьях при изменениях сечений, показанных на рис. 452.

Крупные швеллерные балки прокатывают из таких же пакетов как и тавровые балки. Заготовки прокатывают начерно (рис. 453), образовывая полки и одновременно оставляя утолщения металла с противоположной стороны, таким образом, чтобы этот добавочный металл, который сдвигается при последовательных пропусках, позволял равномерную вытяжку как ножи, так и боковых полок без продольных сдвигов металла и развития усилий, вызывающих разрывы и другие дефекты.

Этот процесс естественно применяется к сечениям, имеющим утолщения на стороне противоположной полкам или ножке.

Если ножка усиливается в середине ребром, то точно так же надо оставлять избыток металла, который постепенно распределяется при последовательных пропусках, не затрагивая металла ножки.

Глубокие швеллерные балки с загнутыми под резким внутренним углом полками прокатывают,

комбинируя два предыдущих способа. Точно так же прокатывают и асимметричное железо и тавробульбовое железо (бимсовое), которые обычно выделяются только небольших сечений.

Прокатка корытного железа.

Глубокое корытное железо получается непосредственно прокаткой в ручье полосы или бруска прямоугольного, более или менее вытянутого сечения. Профиль корытной заготовки после прокатки начерно изображен на рис. 454, а на рис. 455 окончательный профиль железа по выходе его из чистовых ручьев.

Вследствие разницы в толщине средней и боковых частей железа последние часто разрываются от увлечения их металлом средней части сечения, который вытягивается значительно сильнее.

Поэтому выгоднее начинать прокатку в ручье, придающем полосе сечение, изображенное на рис. 456. Избыток металла на кромках по-

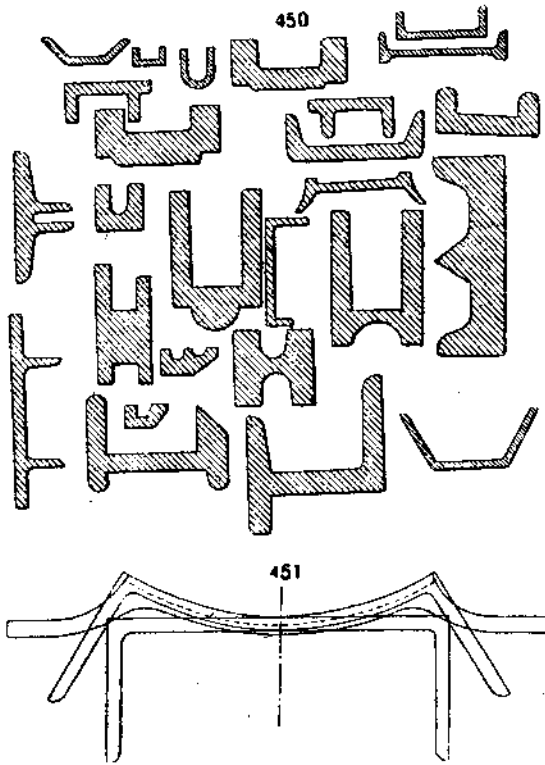


Рис. 450—451.

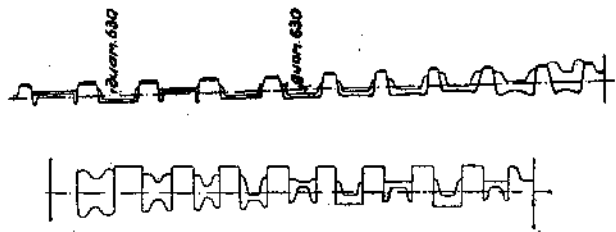


Рис. 452—453.

лосы распределяется по боковым стенкам профиля, когда заготовка проходит через следующий ручей, принимая сечение, изображенное на рис. 457. Следующий пропуск придает заготовке корытообразное сечение (рис. 458). Боковые стенки также как и дно подвергаются таким образом равномерной вытяжке, при чем толщина железа на дне получается несколько меньше, нежели на краях боковых стенок. Пропуск через последний ручей (рис. 459) выправляет боковые стенки и придает железу равномерную толщину без разрывов его бортов.

Равномерность толщины железа имеет особенное значение, если в дальнейшем оно идет для производства труб.

Прокатка корытного железа производится на станах с двумя горизонтальными валками и двумя роликами на вертикальных валах (рис. 460—464)¹⁾. Эти два валка и два ролика имеют на окружностях проточки соответствующего сечения, образующие ручей круглого, квадратного, овального или иного сечения, в зависимости от окончательной формы изделия. Кроме того, в центре ручья расположена оправка *M*, сечение которой соответствует внутреннему сечению, придаваемому прокатываемому железу; таким образом, на стане можно катать полые бруски.

Впереди валков расположена коробка *G* с проводками, в которые вводят полосу для пропуска между валками. Проводки и коробка соответствуют сечению железа, а именно имеют или *U*-или *V*-образное сечение, т.-е. закругленное или ромбическое сечения. Полоса при выходе из валков также проходит через проводку. Если железо изгибают в трубку, которую затем сваривают, то кромки полосы прокатывают на-нет, чтобы они вплотную прилегали друг к другу. Этого рода железо можно прокатывать в различные формы путем последовательных деформаций без сильной вытяжки.

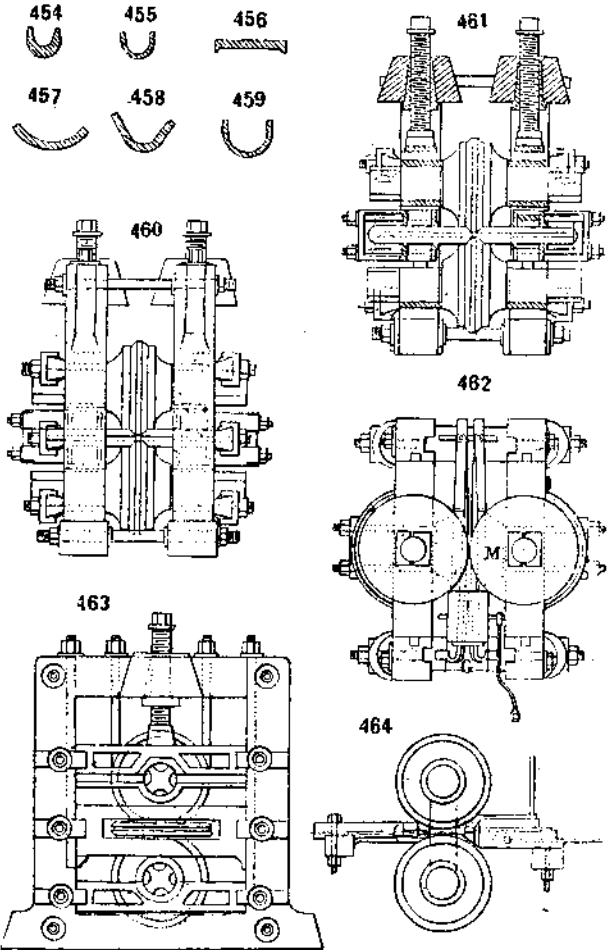


Рис. 454—464.

¹⁾ Патент Royer, Honzelot et Ragon, 23 октября 1878 г.

Прокатка железа Зореса.

Железо Зореса (рис. 465) имеет в основе корытообразное сечение и прокатывается сходно с коробчатым или угловым железом. Сперва образуют углы, а затем постепенно образуют полки, оставляя некоторый избыток металла, допускающий почти равномерную вытяжку отдельных частей сечения. В этом случае мелкое железо точно так же прокатывают из призматических пакетов или литых болванок.

При больших сечениях пакету придают соответствующий профиль, как показано на рис. 465 вверху.

Железо Зореса предназначается главным образом для изготовления колонн.

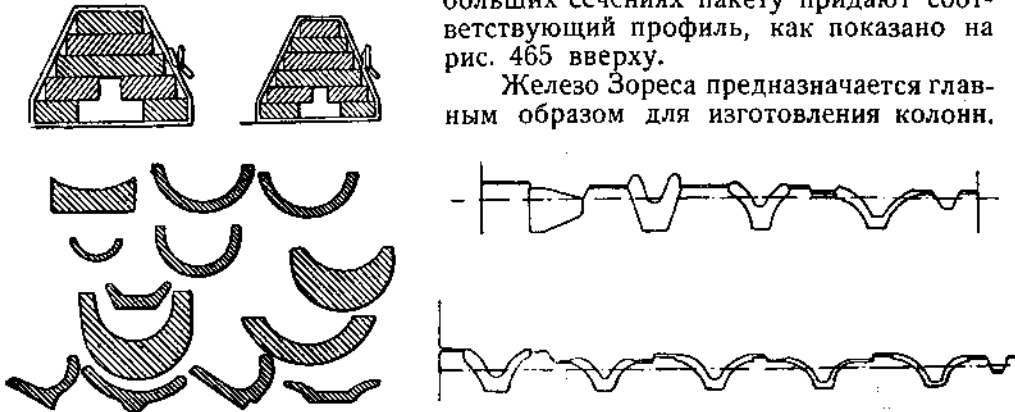


Рис. 465.

На рис. 466—470 изображены различные стадии прокатки пакета или болванки путем комбинирования вытяжки и загиба металла в ручьях прокатного стана.

Прокатка карнизного железа.

Прокатка карнизного железа (рис. 471 и 473) не представляет особенных затруднений. Необходимо только, чтобы форма сечения этого рода железа позволяла ему легко отделяться от ручьев.

Точно так же можно прокатывать железо с разными рисунками на его поверхности, пользуясь для этого валками с соответствующими углублениями.

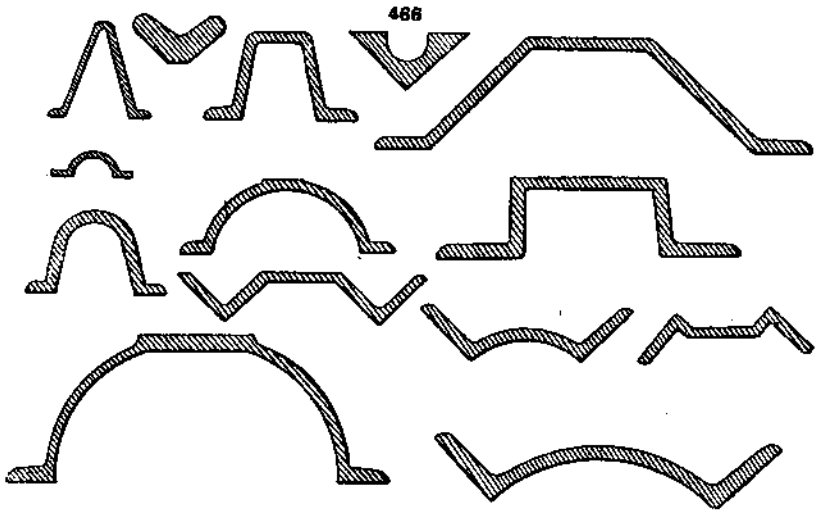
Рубчатое железо, вроде изображенного на рис. 474, применяется для изготовления скатываемых спиралью изделий и прокатывается из пакетов хорошего железа (рис. 472), прокатанного при одном нагреве сперва в обжимном стане, а затем в чистовом, сечение ручьев которого изображено на рис. 475.

Прокатка профилей специального назначения.

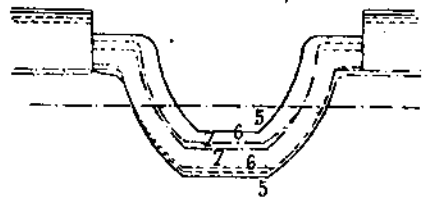
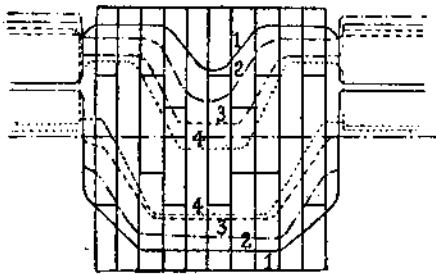
Для прокатки различных специальных профилей с широкими полками, которые трудно получить обычными процессами, пользуются следующими методами.

Пакет или болванку прямоугольного сечения сперва прокатывают в одном или нескольких ручьях, придавая им углубления, глубина которых соответствует окончательному профилю изделия (рис. 476).

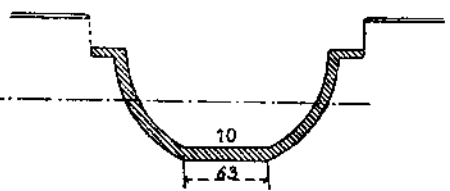
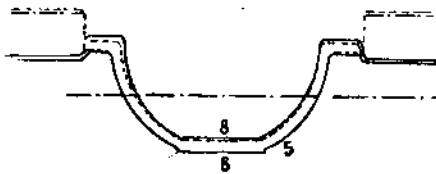
Заготовки затем вытягивают таким образом, чтобы образованные углубления полки прижимались друг к другу. Полки в это время не могут свариться, так как температура металла уже недостаточна.



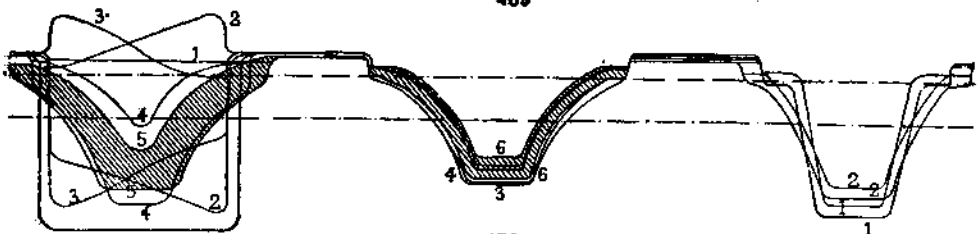
466



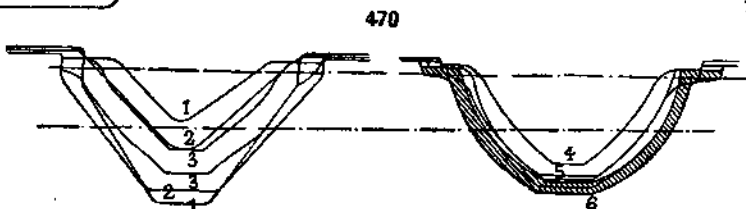
467



468



469



470

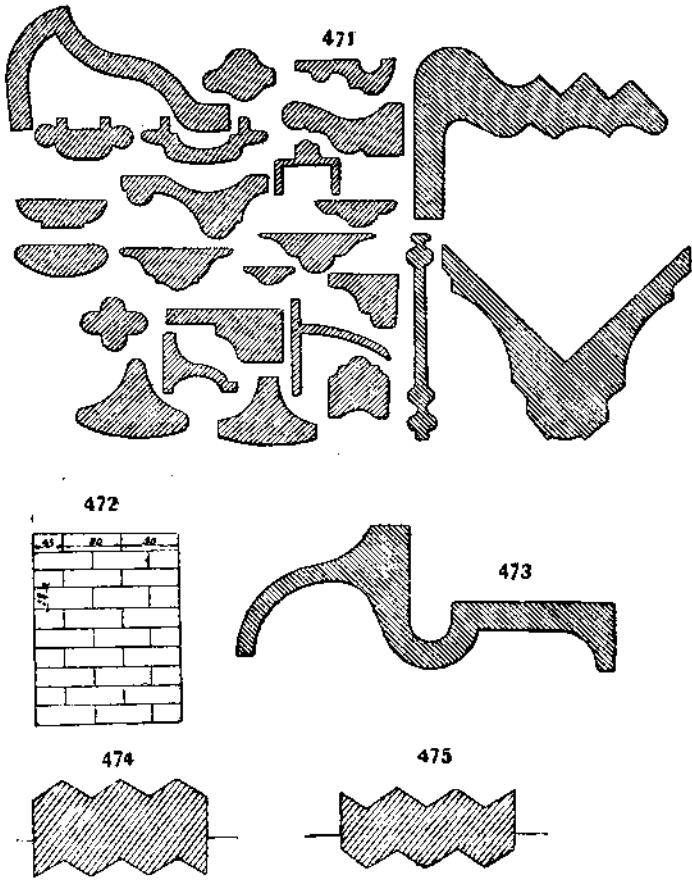


Рис. 471—475.

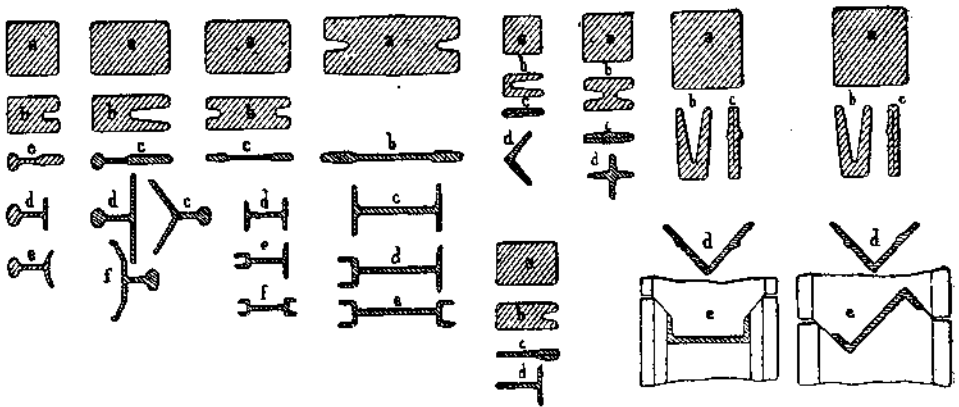
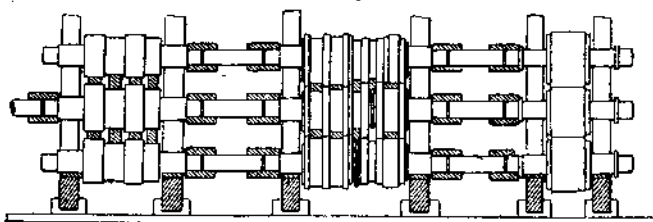


Рис. 476.

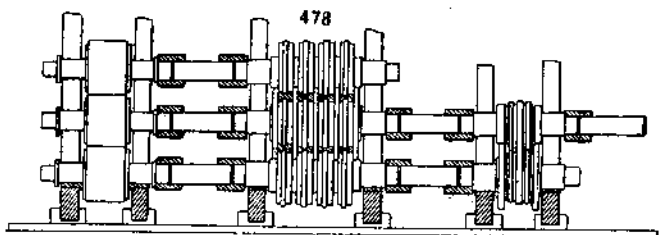
Вытяжку продолжают таким образом до тех пор, пока форма полосы не приблизится к поперечному разрезу профиля с отогнутыми и сложенными полками.

Затем полки расправляют, после чего железу придают окончательную форму в чистовых ручьях без дальнейшей вытяжки металла.

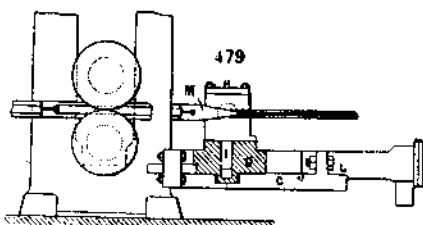
477



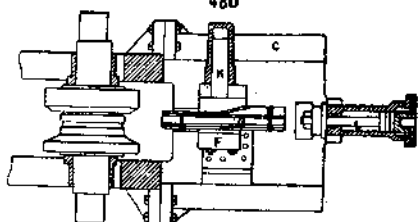
478



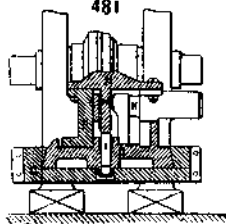
479



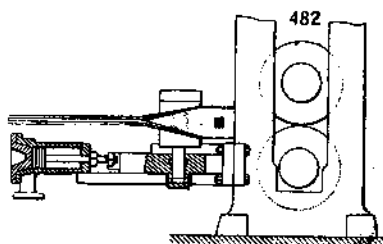
480



481



482



483

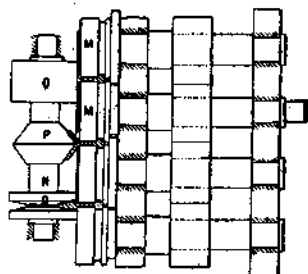


Рис. 477—483.

Для производства таким способом рельсов пользуются станами, изображенными на рис. 477—483, на которых приведены также их дополнительные приспособления.

Болванку сперва прокатывают начерно на стане (рис. 477 и 478), после чего разгибают полки приспособлением *M*, изображенным на рис. 479—481.

Образование головки рельса заканчивается при вытяжке болванки, при чем обе половины подошвы прижаты друг к другу, а ножка рельса получает окончательное сечение.

Аппарат (рис. 479—481) состоит из стола *C*, укрепленного к чистой клетке. На этом столе имеются салазки *D*, которые можно по-

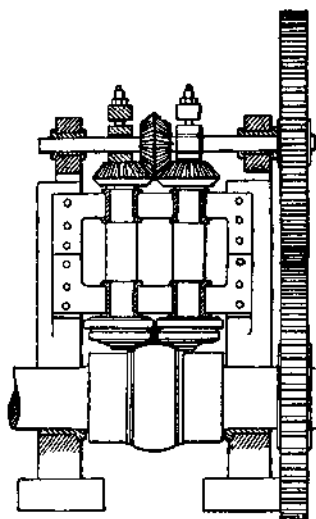


Рис. 484.

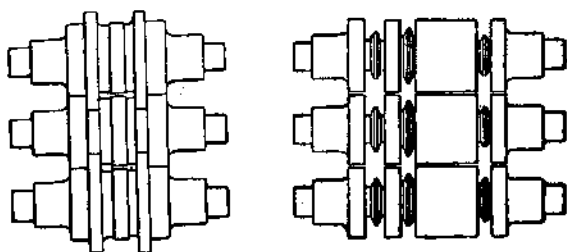


Рис. 485—486.

двигать в горизонтальном направлении. Салазки имеют стойку *F* со сменными направляющими плитами *G*, служащими для направления головки рельса. Сбоку и снизу салазок расположены гидравлические прессы, служащие для поддержания и разгибания полок, образующих подошву рельса, поступающего в чистой ручей.

После того как рельс положен на салазки, поршень *I* вертикального прессы прижимает его к вертикальной опоре *H* в направляющей, устроенной в этой последней. Поршень *K* второго прессы вводит между обеими полками клин, разводящий по-

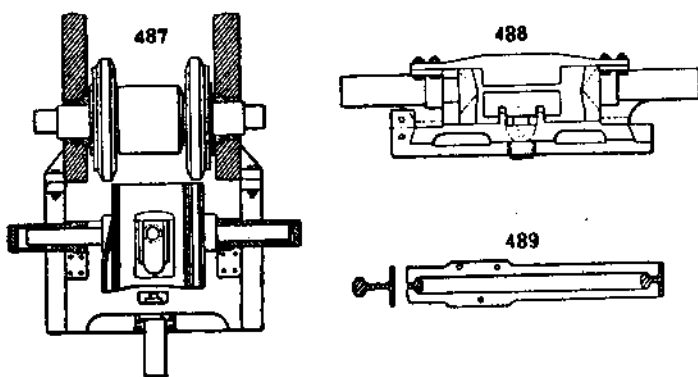


Рис. 487—489.

следние. Наконец, вступает в действие поршень прессы, расположенный на конце салазок, прижимающий последние к клетке прокатного стана, вводя рельс в чистой ручей, где полки разводятся окончательно.

На рис. 483 изображено другое более простое приспособление для разгибания полок рельса.

Впереди последних валков *M* прокатного стана расположен вал *N* с тремя валками. Первый валок *O* имеет ручей, соответствующий предварительной форме подошвы рельса. Второй валок *P* ромбиче-

ского сечения раскрывает обе полки. Третий валок Q , гладкий, придает подошве окончательную плоскую форму.

С остальными профилями (рис. 476) поступают совершенно так же.

На рис. 484 изображен стан, предназначенный для прокатки специальных рельсов.

На рис. 487 и 488 изображены валки для прокатки двутаврового железа. Верхние и нижние валки сделаны подвижными, вследствие чего они пригодны для производства всех операций.

Для прокатки разных балок высотой до 1000 мм требуется только два прокатных стана. В первом прокатывают балки высотой от 200 до 450 мм, а во втором от 450 до 1000 мм. Для разгиба полок пользуются приспособлением, изображенным на рис. 487—489.

Прокатный стан системы Flotat для фасонного железа.

Чтобы сократить оборудование прокатных цехов, потребное для прокатки всякого рода специальных профилей, Флотá (Flotat) предложил прокатный стан с несколькими валками. На этом стане начали прокатывать двутавровое железо около 1874 года.

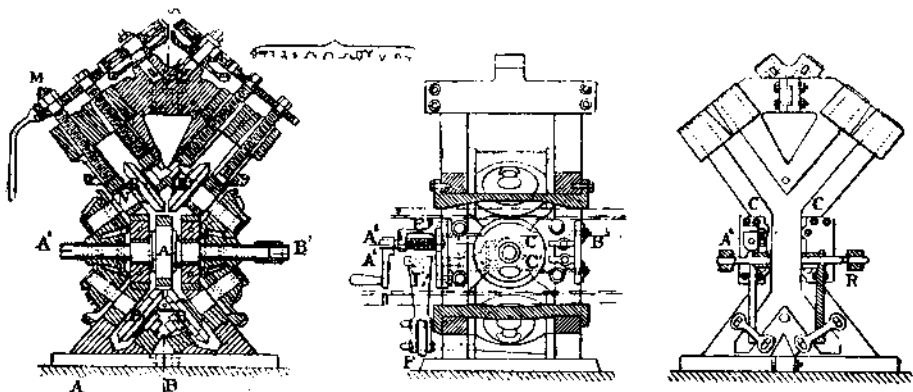


Рис. 490—492.

Стан ¹⁾ (рис. 490—492) состоит из горизонтального валка A , помещающегося между четырьмя роликами $B B$ и $B_1 B_1$, установленными попарно под углом друг к другу выше и ниже этого валка. Последний приводится во вращение от двигателя и передает вращение роликам посредством шестерен. Заготовки предварительно прокатывают начерно в круглую, овальную, оживальную, квадратную или иную форму, в зависимости от окончательного сечения изделия, после чего ее прокатывают в чистовом ручье в один или несколько пропусков, в зависимости от размеров сечения.

В зависимости от размеров прокатываемых сечений пользуются разным количеством валков, от двух до пяти, образующих два различных сечения (рис. 490). Сближая ролики между собой, величину этих отверстий можно по желанию изменять и делать через них два или три пропуска.

В этом стане все части будущего профиля прокатываются и вытягиваются одновременно. Обжим легче регулируется, вследствие чего не получается последовательного удлинения отдельных частей путем

¹⁾ Патент 26 марта 1878 г.

увлечения металла, т.е. обстоятельства, которое порой не допускает прокатки различных профилей незначительной толщины.

Таким образом, при помощи пяти валков, образующих две отдельных системы, можно быстро прокатывать самые крупные сечения, давая при двух пропусках через стан восемь последовательно уменьшающихся сечений, подчиняющихся определенному закону.

При горячей прокатке, например, железа, как только полоса выходит из нижних наклонных валков, работающих вместе со средним, ее снова пропускают между наклонными верхними валками и тем же

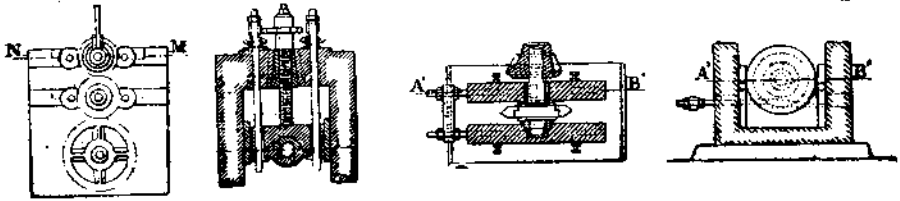


Рис. 493—496.

средним валком. Вследствие этого, совершенно так же как и в стане трио, полоса вводится в следующий ручей тем же концом, которым она вышла из предыдущего ручья.

Наклонные валки установлены таким образом, что их можно сближать или разводить на требующееся расстояние, или одновременно или поодиночке. Равнодействующее перемещение рассчитывают таким образом, чтобы сумма отклонений наклонных валков всегда равнялась уменьшению толщины, происходящему одновременно между средними и наклонными валками. Это значит, что толщину различных частей профиля регулируют таким образом, чтобы удлинения металла во всех точках его были одинаковы.

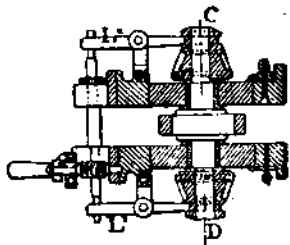


Рис. 497.

Форма валков или колец соответствует форме профиля. Одними и теми же кольцами можно пользоваться при прокатке геометрически подобных профилей, независимо от размеров их сторон.

При прокатке некоторых размеров профилей можно обойтись без одной из шестерен наклонных валков. В этом случае этот валок увлекается трением с полосой, зажатой между двумя другими валками.

На рис. 498 изображено несколько расположений валков, применяющихся при прокатке различных профилей.

Рисунки показывают, что можно комбинировать только три валка (рис. 499), наклоняя их относительно друг друга соответственно прокатываемому сечению. Эти углы наклона можно изменять в очень широких пределах, как то видно на рис. 503—508.

При устройстве только трех валков стан упрощается (рис. 502). В этом случае подвижным делают горизонтальный валок, а приводные шестерни наклонных валков устанавливаются или подвижно или неподвижно в направлении их осей, в зависимости от величины сечений.

Для ускорения операции этот стан можно комбинировать с обыкновенными станами дуо или трио, образуя одну или несколько следующих друг за другом групп.

Приводим примерную спецификацию оборудования прокатного цеха крупного современного сталелитейного завода. В это оборудование входят следующие машины-орудия:

1) Реверсивный блюминг с диаметром валков 1 150 мм и шириной полотна в 2 900 мм, позволяющий обжимать отливки размерами от 500 до 600 мм в стороне и весом до 4 тонн и более. Блумы обрезаются и доставляются к чистовым станам.

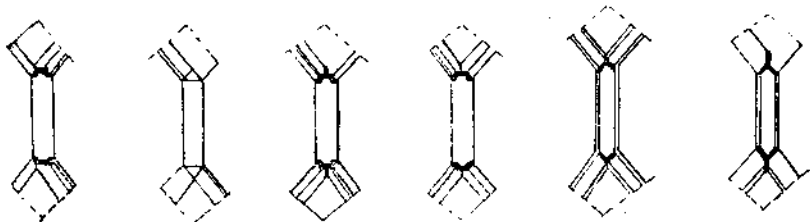


Рис. 498.

2) Реверсивный стан для прокатки профилей, четырехклетный с валками диаметром в 850 и 900 мм при ширине полотна в 2 500 мм.

Первая, считая от блюминга, клеть служит для прокатки брусьев и полос. На таком стане можно прокатывать плоские плиты сечением от 200 × 12 мм до 500 × 90 мм; рельсы весом от 30 до 50 кило-

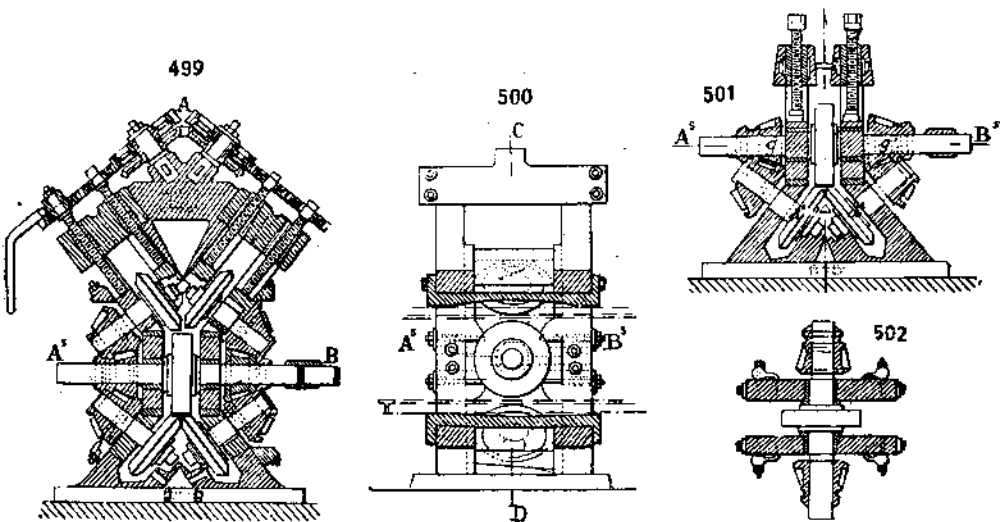


Рис. 499—502.

грамм на погонный метр; балки высотой от 220 до 500 мм; круглое и квадратное железо размером от 10 до 200 мм.

3) Группа стан-ов-трио для прокатки полуфабрикатов, состоящая из двух чистовых стан-ов с диаметром валков в 450 мм для круглого железа. Первый стан трехклетный с длиной полотна валков в 1 200 мм. Второй стан с четырьмя клетями, длиной полотна валков в 1 200 мм и двумя полировочными клетями с длиной полотен валков в 600 мм. Эти стан-ы приводятся в действие одним общим электромотором с нормальной мощностью в 1 600 лощ. сил., делающим от 120 до 220 оборотов в минуту и снабженным маховиком весом 35 тонн.

4) Один обжимной стан питает оба чистовых стана. Стан этот имеет валки диаметром 650 мм и с длиной полотна в 1800 мм и приводится в действие электромотором в 800 лш. сил, делающим от 60 до 110 оборотов в минуту. Мотор соединен с маховиком весом 40 тонн. Обжатые бруски доставляются на рольганге к ножницам, а затем к одному из чистовых станом. На этих станах прокатывают обжатые на блуминге болванки в 200 мм в стороне и весом в 600 килограмм. На чистовом стане можно прокатывать балки высотой до 120 мм, рельсы весом от 5 до 15 кг погонный метр и т. п. На втором стане можно прокатывать круглое и квадратное железо от 25 до 50 мм, полосовое и обручное железо. Производительность обоих станом достигает 200 тонн в 8-часовой рабочий день. Болванка размером 130 мм в стороне прокатывается до толщины в 70 мм в стороне в 4 пропуска, а в шесть пропусков до толщины в 45 мм.

5) Группа мелкосортных станом, состоящая из: а) одного сквозного обжимного стана с валками диаметром в 410 мм, б) одного обжимного стана-трио с валками диаметром в 450 мм и с) двух чистовых станом-трио с диаметром валком в 320 мм.

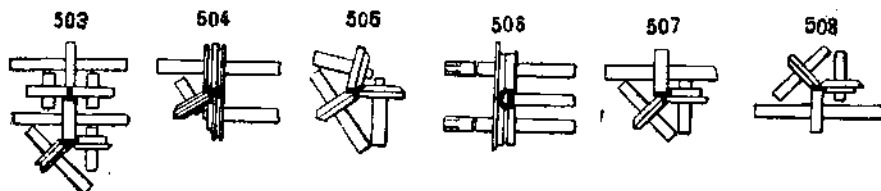


Рис. 503—508.

Обжимной стан с валками диаметром 410 мм состоит из 6 клетей с длиной полотна 700 мм, приводимых в действие электромотором в 1200 лш. сил, делающим 250 оборотов в минуту.

Стан-трио состоит из двух клетей с валками диаметром 450 мм и длиной полотна 1200 мм, приводимых в действие электромотором в 800 лш. сил, делающим 200 оборотов в минуту.

Оба чистовых стана состоят каждый из четырех клетей с валками диаметром в 320 мм и длиной полотна 900 мм и приводятся в действие электромотором в 1000 лш. сил, делающим 416 оборотов в минуту.

Оба чистовых стана с диаметром валком в 320 мм прокатывают круглое и квадратное железо размером от 8 до 30 мм, тавровое и швеллерное железо высотой от 30 до 60 мм, угловое железо от 25 до 50 мм и полосовое железо шириной в 80 мм.

Прокатка полых балок.

Напомним, что призматические полые балки можно получать по способу винтовой прокатки (процесс Маннесмана) из трубчатых заготовок, которые пропускают через стан с наклонными валками соответствующей формы.



Рис. 509.

Пользуясь оправкой, которую можно по желанию передвигать в продольном направлении, можно изменять толщину стенок балки, как показано на рис. 509, что позволяет получить балку, сопротивление которой почти равняется такому же массивной балки.

Правка и обрезка фасонного железа.

Фасонное железо, так же как и сортовое железо, по выходе из прокатного стана приходится выправлять. Правка его производится совершенно одинаковыми приемами. Что касается обрезки, то для этого успешно пользуются циркулярной пилой. Наиболее удобными являются пилы маятникового типа, вал которых приводится в действие двумя ремнями от трансмиссионного потолочного вала, вращаемого электромотором. Точно так же можно рекомендовать пользоваться гладкими дисками.

Сгибание фасонного железа.

Для чистового пропуска с одновременным изгибом как сортового, так и фасонного железа можно успешно пользоваться специальным станом системы Mansou, изображенным на рис. 510—512¹⁾.

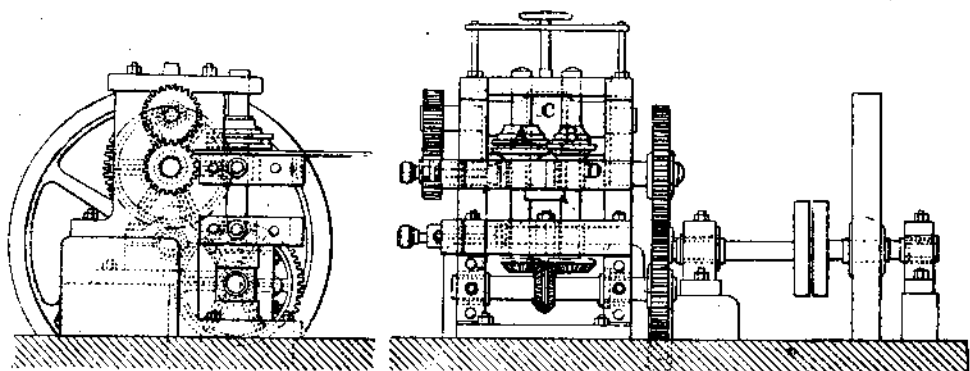


Рис. 510—511.

Стан этот имеет четыре валка. Оба-вертикальных валка *A* и *B* составлены из шайб, профили которых соответствуют профилю изделия. Эти валки приводятся во вращение шестереночным приводом, работающим от шкива. Вместе с тем эти валки сцеплены шестернями с горизонтальными валками *C* и *D*, между которыми железо прокатывается начисто, проходя через соответствующий ручей.

Железо подают со стороны вертикальных валков, помещая его в проводку. Для ввода железа в валки впереди стана устроен рычажный толкатель *P*. Железо по выходе из вертикальных валков проходит между горизонтальными валками, снабженными направляющими, не допускающими отклонения его

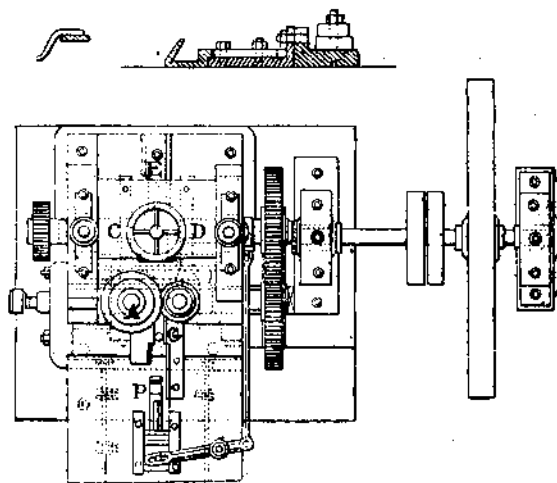


Рис. 512.

¹⁾ Патент 9 января 1867 г.

в стороны. При выходе из валков *C* и *D* железо сгибается кривой направляющей *E* (было бы лучше роликом), придающей ему равномерный загиб.

Прокатка фасонного железа с переменными сечениями.

Фасонное железо с неравномерным сечением прокатывают между валками с соответствующими углублениями. В настоящее время такое производство, повидимому, начинает развиваться; некоторые заводы ввели его у себя уже лет 30 тому назад.

Этот процесс может значительно упростить массовое производство таких изделий, как, например, костылей, молотков, заготовок для ножевых изделий и т. п.

Прокатный стан состоит из двух валков со сменными кольцами, установленными на двух валах (рис. 513)¹⁾. В этих кольцах устроены ручки с соответствующими углублениями. Окружность валков рассчитывают таким образом, чтобы на ней умещалось определенное количество изделий, принимая при этом во внимание их сокращение при охлаждении.

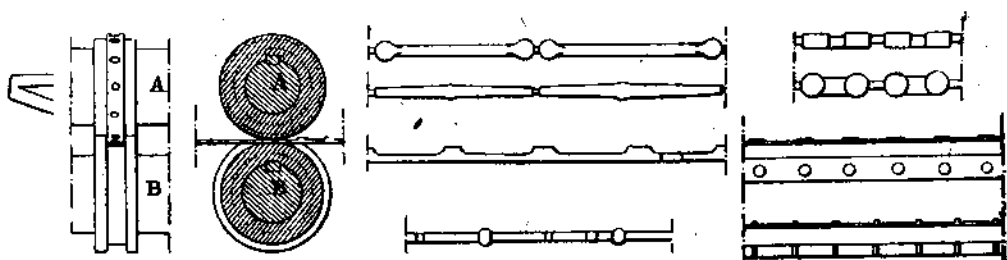


Рис. 513.

Рис. 514.

На рис. 514 изображены заготовки рукояток для сцепных крюков, рессорных серег, планок для сборки вагонеток, для прицепки вагонов, железа с упорами для рессор, винтов для сцепных крюков, рукояток и т. п.

Отдельные заготовки отделяют друг от друга и затем подвергают окончательной отделке. Ручьям необходимо придавать форму, возможно близкую к окончательной форме изделий. Так, например, для выделки дешевых бритв прокатывают бруски, имеющие почти окончательное сечение, а для выделки столовых ножей прокатывают клиновидные стальные полосы, которые затем разрезают, получая почти готовые предметы.

Обязательным условием такого рода прокатки является точно прямолинейный выход полосы, вследствие чего сечение ее надо располагать симметрично относительно продольной оси. Таким образом приходится изготовлять двойные заготовки, которые затем разрезают ножницами или иным способом.

Производство фасонного железа в жидком, тестообразном или холодном состоянии.

Для прокатки фасонного железа непосредственно из жидкого металла завод Нортон и Ходгсон²⁾ предложил нижеследующее устройство (рис. 515—518).

¹⁾ Патент Société anonyme des forges et aciérie d'Alforville, 27 марта 1877 г.

²⁾ Патент 16 июля 1889 г.

Металл выливают между четырьмя установленными крестообразно валками $C C' C'' C'''$. Металл охлаждается, обжимается, затвердевает и увлекается валками, придающими ему требуемую форму. Полоса проходит затем через вторую группу валков F, F', F'', F''' расположенных ниже охлаждающих валков C . Начерно прокатанную полосу, соответственно направляя, подают к чистовому стану с несколькими парами валков H .

Таким способом можно получать как сортовое, так и фасонное железо. Бьюиссе (Buisset) рекомендует пользоваться изложницей высотой от 2 до 3 метров, форма которой насколько возможно ближе подходит к профилю железа.

Изложница устанавливается вертикально (рис. 519) в прокатном стане, и металл в тестообразном состоянии выдавливается из нее под действием энергичного давления.

Оба приведенных процесса не получили до сих пор практического применения, чего, однако,

весьма возможно удастся достигнуть в будущем, совершенно так же как и процесс выдавки тестообразного металла через отверстие, соответствующее профилю железа.

Последний процесс имеет по сравнению с первыми двумя процессами те недостатки, что при незначительном затвердевании ме-

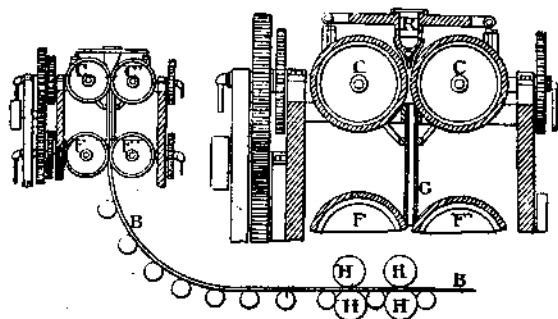


Рис. 515—516.

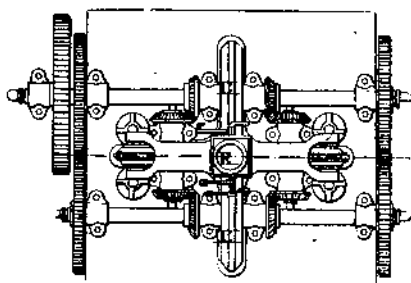
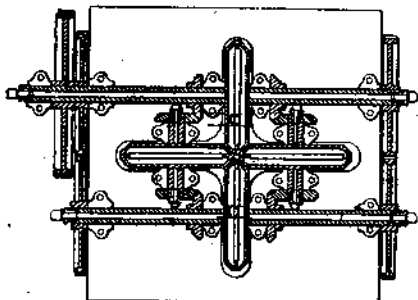


Рис. 517—518.

талла требует очень сильных давлений и, кроме того, сопровождается быстрым изнашиванием дорого стоящих отверстий истечения. Этот процесс получил некоторое применение в Англии и в Германии (процесс Дика) при изготовлении профилей из различных мягких сплавов меди, никкеля и алюминия.

Достигая температуры в 500° и выше, металлическая масса требует сосуда (рис. 520), состоящего из внутреннего стального цилиндра, окруженного другими также стальными цилиндрами, но разделенными между собой изоляционным материалом, обладающим вместе с тем очень высоким сопротивлением. Все эти цилиндры стянуты снаружи кольцами, которые главным образом и воспринимают усилия, развиваемые да-

влением: Последнее при диаметре цилиндра в 500 мм достигает до 3,5 кг/мм². В сосуде помещается от 50 до 200 килограммов металла. Сосуды устанавливают на цапфах, вследствие чего при помощи шестереночных передач и червяка их можно ставить для заполнения в вертикальное положение, и в горизонтальное положение для выдавки металла. Дно сосуда, задерживающее металл при наливке, представляет собой стальную плиту, которая удерживается крючками. Когда металл находится в жидком пластичном состоянии, поверх его накладывают стальной диск, рассчитанный таким образом, чтобы при расширении он не позволил металлу выступать поверх него по мере развития давления.

Сосуд приводят в горизонтальное положение. Плиту, образующую дно его, снимают и на ее место ставят фасонное кольцо, которое задерживается гидравлическими тисками (рисунок 521 и 522).

Скалка гидравлического поршня упирается во внутренний диск своей свободной посаженной расширенной частью.

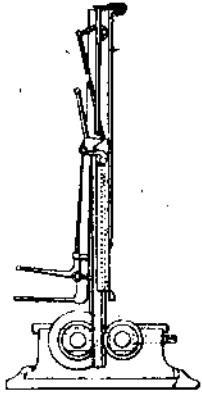


Рис. 519.

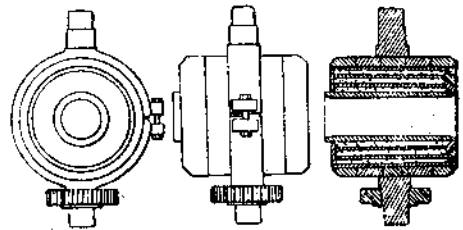


Рис. 520.

После этого приводят в действие насос пресса, и через несколько минут (от 4 до 6, в зависимости от данного случая) содержимое сосуда превращается в более или менее длинную полосу, профиль которой соответствует сечению отверстия.

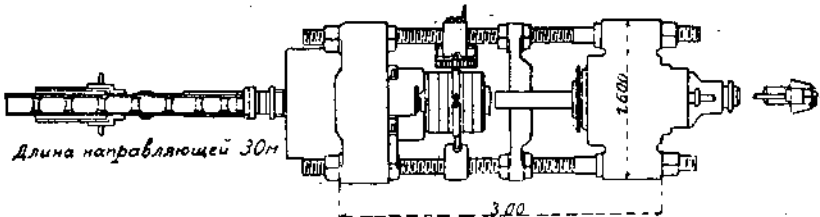
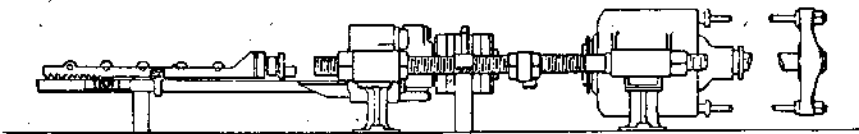


Рис. 521—522.

Полоса по выходе из отверстия ложится на ролики.

Операция заканчивается тем, что открывают тиски и освобождают опору кольца. Поршню дают вытеснить остающийся металл и отодвинуть кольцо. Поршень останавливают, когда верхний нажимной диск выйдет наружу. Вместо того, чтобы наливать в сосуд жидкий металл, в него можно поместить отливку, нагретую до некоторой пластичности или, наконец, холодную болванку, если материалом служат свинец, цинк, алюминий, медь или их сплавы.

В день можно делать до 50 таких зарядок. Для обслуживания машины требуется трое рабочих. Машина в состоянии давать профили весом от 15 до 50 килограмм на погонный метр.

Чтобы при производстве профилей небольших сечений увеличить производительность машины и избежать слишком высоких давлений, в кольце устраивают несколько отверстий. При высадке вхолостую меди давление может достигать свыше 200 кг/мм^2 .

Кольца выделывают из очень твердой стали. Перед установкой их нагревают, чтобы отверстия могли расшириться и тем предупреждают изменения сечения профиля по мере постепенного расширения отверстия кольца от нагревания проходящим через него металлом.

Качество металла полученных таким образом профилей одинаково с качеством катаного металла, но стоимость подобных профилей ниже прокатных профилей. Этим процессом можно было бы пользоваться и для производства железных и стальных профилей, если бы мы располагали металлом, обладающим достаточным сопротивлением для изготовления колец.

На Эльсвикских заводах общества Армстронг-Витворт установлена батарея специальных печей для нагрева болванок до самой сердцевины. Точно так же на заводе Sterling Metals L-td в Ковентри процессом выдавки металла пользуются для изготовления простых и фасонных брусков, а также для выдавки труб.

Чтобы не приходилось часто заменять износившиеся матрицы, получающиеся полосы прокатывают вхолостую в чистовом стане. Холодная прокатка вместе с тем улучшает качество металла.

Диаметры волоков для протяжки полос колеблются от 3 до 100 мм.

Для производства труб сплав *A* в пластичном состоянии помещают в сосуд *B* с электрическим нагревом (рис. 523). Это вполне рациональное разрешение вопроса. Ныряло *C* давит на металл в направлении кольца *E*. В упоре на *D* устроено отверстие для прохода трубы. Вместе с кольцом *E* пользуются небольшой оправкой *F*, укрепленной скобой *G*. Последняя образована из двух дуг, пересекающихся в центральной плоскости отверстия. Дуги эти имеют треугольное сечение с острым углом, направленным против направления движения металла. Оправка, диаметр которой соответствует внутреннему диаметру трубы, проходит в отверстие волока, регулируя истечение металла и толщину стенок трубы.

Выдавливаемый таким образом металл должен обладать при температуре операции достаточной текучестью. Хотя медь является очень ковким металлом при всех температурах, тем не менее она обладает критическими температурами текучести, а потому из нее очень трудно получить безукоризненные изделия.

Для каждого сплава надо знать наиболее подходящую температуру. Точно так же, чтобы получить изделие обладающее достаточным сопротивлением, необходимо соразмерить сечения получающейся полосы с сечением бруска и требующимся давлением.

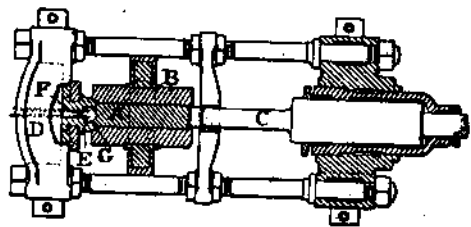


Рис. 523.

Завод Société Française de Métallurgie выделывает трубы и различные профили путем выдавки болванок в одну операцию без повторных нагревов металла, необходимых при протяжке обыкновенным способом.

Протяжка фасонного железа через волочильные доски.

Через волочильные доски можно протягивать фасонное железо всякого как простого, так и сложного сечения (рис. 524).

Обычно через волочильные доски протягивают литые железные, стальные медные и латунные полосы небольшого сечения, слу-

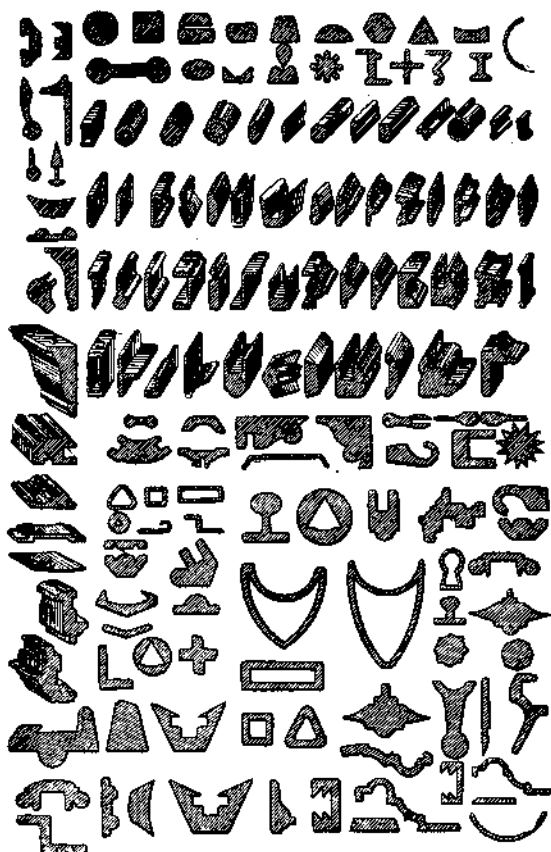


Рис. 524.

жащие для производства разного рода скобяных изделий, частей мелких механизмов, точных измерительных инструментов и электрических аппаратов.

Сравнительно более крупные полосы протягивают через волокиты только для калибровки, полировки и увеличения их твердости, как о том будет говориться дальше.

Чтобы сократить до минимума работу при протяжке через волокиты, которая стоит очень дорого, полосы предварительно прокатывают до возможно близкого сечения и операции производят при повторных отжигках металла, количество которых зависит от качества последнего и размеров сечения.

ГЛАВА V.

Производство листов.

Листы представляют собой металлические плиты, толщина которых сравнительно с их длиной и шириной очень невелика. Листы подразделяют на тонкие, толщиной до 1 мм, на средние, толщиной от 1 до 5 мм, и толстые, от 5 до 15 и более мм толщиной.

Производственные процессы зависят от толщины и размеров выделяемых листов.

Листы крупных размеров выделяют по одиночке, тогда как листы небольших размеров обычно выделяют по несколько штук зараз. Эти два способа являются характерными для производства, независимо от того, каким способом выделяют листы: проковкой или прокаткой. Помимо этих двух основных производственных процессов, листы выделяют также и другими второстепенными процессами, а именно путем разрезки болванок или путем отливки в жидком состоянии между валками.

В прежнее время листы выделяли исключительно проковкой. Этот процесс в настоящее время применяется очень мало, если только не принимать во внимание подготовительную проковку болванок или пакетов, а также проковку некоторых специальных сортов листов¹⁾.

Старинные и современные процессыковки листов мало отличаются между собой, если только не принимать во вниманиековки броневых плит, требующих столь мощных орудий производства, что их нельзя сравнивать с обычно применяемыми орудиями.

В прежнее время толщина листов только в исключительных случаях достигала 15—25 мм. Толщина листов, применявшихся для изготовления котлов и солеварных сковород, редко превышала 10—12 мм.

Производство листов заключалось, главным образом, в выделке тонких медных и латунных полос и листов, разрезавшихся на проволоку, листов, служивших для выделки котлов для паровых машин, различных котлов и сосудов для красильных, ректификационных, пивоваренных и винокуренных аппаратов, а также для нужд арсеналов, флота, пороховых и других заводов. Только значительно позднее начали выделять железные листы, которые быстро вытеснили медные.

Применение тонких железных листов в виде жести получило особенное распространение только в начале прошлого столетия.

¹⁾ В некоторых наставлениях для производства котельного железа указывается, что болванки необходимо предварительно проковывать под молотом по всем их поверхностям для обжима металла.

В настоящее время требуются всевозможные листы, иногда очень больших размеров, которые идут для изготовления испарительных аппаратов, металлических мостов и в особенности для военного судостроения. Крупные современные сталелитейные заводы выделяют листы, длина которых достигает 6 метров, ширина 3 метров, а толщина от 30 до 40 и более миллиметров¹⁾.

Из листов собирают стенки иногда очень большой поверхности, от которых часто требуется высокое сопротивление. Производство листового железа в настоящее время вылилось в крупную отрасль металлургической промышленности. Развитие этой отрасли производства шло параллельно общему развитию промышленности при непрерывном усовершенствовании оборудования для увеличения скорости работы и удовлетворения новым предъявляемым требованиям.

Литое железо и мягкая сталь почти совершенно вытеснили сварочное железо как при изготовлении жести, так и при производстве толстых листов, идущих на постройку котлов, мостов и других целей, вследствие большой однородности, вязкости и текучести литых металлов. Производство листов занимает весьма видное место в железнорудельной промышленности. Оно занимает следующее место за производством сортового и фасонного железа.

Производство листов из сименс-мартеновской стали приблизительно вдвое превышает производство их из бессемеровской стали. Листы, изготовленные из пудлингового железа или из тигельной стали, составляют едва 5 процентов от всего количества выделяемых стальных листов²⁾.

В прежнее время листы выделявали в особых мастерских, имевших батареи молотов одинаковые с теми, которые применялись для прочих ковочных работ. Вес баб этих молотов достигал всего лишь от 400 до 500 килограмм.

Батареи изготовляли листовое железо применительно к различным целям. Изготавливаемые листы различались по своей толщине, размерам и гибкости, вследствие чего их приходилось нагревать и проковывать различными способами.

Так, например, рядовое листовое железо выделялось следующим образом: кованые бруски шириной около 75 мм и толщиной около 30 мм разрезали на куски весом около 3,5 кг каждый. Каждую заготовку нагревали до белого каления и проковывали в лист при двух нагревах, после чего лист складывали вдвое. При двух последующих нагревах листу придавали ширину около 100 мм и длину — от 300 до 325 мм. После этого брали четыре таких заготовки и погружали в подсмольную воду, чтобы листы не могли свариться друг с другом. Вслед затем заготовки проковывали при четырех нагревах до вишнево-красного каления, что придавало им ширину около 250 мм и длину от 475 до 500 мм. Вслед затем к пакету добавляли такой же пакет и проковывали все восемь листов при двух нагревах до вишнево-красного каления до окончательных размеров. Длина листов равнялась от

¹⁾ На выставке в Чикаго в 1893 году Крупп экспонировал лист из мягкой стали длиной 20 м, шириной 3,3 метра и толщиной 32 мм, весивший 16 000 килограмм.

Заводы Forges de Denain ежедневно прокатывают листы длиной от 18 до 20 м, которые затем разрезают на листы трех различных размеров.

²⁾ Мировое производство листового железа в 1913 году равнялось приблизительно 11 000 000 тонн, из которых 6 000 000 приходилось на долю Соединенных Штатов, 2 400 000 тонн на долю Германии, 1 000 000 тонн на долю Англии и 600 000 тонн на долю Франции. Из последних 600 000 тонн на стальные листы приходилось 575.000 тонн.

425 до 450 мм, а ширина — 350 мм. Листы складывали по восьми в пачки весом около 20 килограмм, и связывали в двух местах железными полосами, вырезанными ножницами.

Листы для изготовления круглых тазов и сковород выковывали попарно, при чем на середине листа делали сужение, по которому листы можно было сложить вдвое, после чего два таких сложенных листа проковывали одновременно.

Крышки для печей выделывали в виде полукруглых листов при четырех нагревах, при чем окончательно их проковывали в пакетах по четыре штуки.

Заготовки, из которых выковывали листы для производства котлов, были от 30 до 45 мм толщиной. Эти крупные листы выковывали поштучно.

На батареях молотов точно так же выковывали железо и для производства жести. Для этого брали пакет из сорока сложенных вдвое листов, нагревали до красного каления и проковывали под молотом в 700 кг. Пакет проковывали до тех пор, пока листы не достигали окончательных размеров. Однако, надо заметить, что наружные листы, которые соприкасались с наковальней или с молотом, не вытягивались до такой степени, как внутренние листы. Последние дольше сохраняли свою высокую температуру и вследствие этого дольше подвергались воздействию инструмента.

Поэтому при укладке пакетов в них вкладывали несколько листов, которые недостаточно вытянулись при проковке предыдущего пакета. После этого складывали пакеты приблизительно из ста прокованных листов, нагревали и проковывали. Затем, нагрев пакет, его разделяли пополам и снова складывали, так чтобы внутренние листы стали наружными и наоборот, и проковывали еще раз. Пакеты проковывали под самым тяжелым молотом.

Наконец, листы обрезали ножницами, протравливали кислотой, после чего залуживали¹⁾.

Ковка листов в пакетах представляла очень тяжелую и трудную работу и требовала большого искусства. Чтобы получить листы равномерной толщины без трещин, разрывов и складок, пакет надо было ковать методически, часто поворачивая и нагревая несколько раз. Листы приходилось осматривать, сортировать, отделять те из них, которые проявляли склонность слипаться или свариваться друг с другом, помещать наружные листы внутрь пакета, так как они вытягивались меньше средних из-за более быстрого охлаждения. Листы приходилось сортировать по толщине и складывать из более толстых новые пакеты, которые подвергали дальнейшей проковке. Вслед затем листы приходилось выравнивать колотушкой и обрезать ножницами до требуемых размеров.

Таким образом, несмотря на все искусство рабочего, кованные листы не могли быть равномерной толщины и, кроме того, стоимость их должна быть всегда выше катаных листов, которые выделываются и гораздо быстрее, а вместе с тем и более равномерно. В настоящее время листы выделываются исключительно путем прокатки.

¹⁾ Производство жести особенно развилось в XVII столетии с 1620 года в Германии и Богемии. Первая мастерская в Англии была основана в 1720 году в Понтипуле, где с 1728 г. листы перестали выковывать, а начали прокатывать. Первый завод для производства жести во Франции был основан в 1718 году. Первые станы для прокатки жести появились во Франции только в середине XVIII века. Они были впервые поставлены на заводе в Reichshoffen бароном Дитрихом.

Ковка применяется только при выделке очень тонких листов толщиной в несколько десятых или сотых долей миллиметра, как, например, при производстве тонких оловянных листов.

Ковка тонких оловянных, свинцовых, латунных, медных, алюминиевых листов.

Литые оловянные болванки сперва прокатывают в листы, которые затем собирают в пакеты и проковывают ударами деревянной колодки. Таким образом, вследствие высокой текучести этого металла, удается доводить толщину листов до нескольких сотых долей миллиметра.

Прокатки можно избежать, наливая металл в рамку с натянутым сукном, покрытым тонким полотном.

Металл наливают в желоб, ширина которого равняется рамке, по которой он растекается равномерным слоем.

Такая отливка производится быстро; листы весят от 1 до 2 кг, поверхность их равняется 2 м², а толщина около 0,1 мм.

Пакет переносят на чугунный стол и проковывают до толщины от 0,05 до 0,08 мм, помещая в рамке, которую передвигают по столу таким образом, что все части листа проходят под молотом. Иногда, наоборот, пакет укрепляют к столу, а сам молот автоматически передвигается вдоль и поперек, как о том будет сказано дальше.

Очень тонкие листы чаще всего выбивают вхолдную ручным молотком. Листы более значительных размеров проковывают целыми партиями рабочих в шесть, восемь, десять человек, которые работают над пакетом в течение до 15 и более дней. Таким образом, требуется громадная затрата труда, и притом работа очень утомляет рабочих.

Применение механических молотов значительно упрощает работу.

Дляковки небольших листов можно пользоваться молотом с ременным приводом. Пакет составляют из различного количества листов от 100 до 200, в зависимости от их толщины. Пакет кладут на широкую наковальню и проковывают его по всей поверхности в несколько пропусков.

Механической ковкой тонкие листы толщиной в несколько сотых миллиметра получаются гораздо легче, чем путем прокатки¹⁾. Таким образом изготовляют свинцовые, оловянные, медные и алюминиевые листы, составляющие предмет специального производства.

На рис. 525—530 изображена машина дляковки листов системы Дарделя (Dardel) и ее детали.

Литые или прокатные листы в количестве от 500 до 600 укладывают друг на друга на чугунном или каменном массивном столе.

Ковка производится механически небольшим паровым молотом в 35—40 кг. Этот молот установлен на салазках *D* (рис. 529), имеющих поперечное и продольное движения относительно стола. Молот передвигается поперек салазок автоматически в конце каждого продольного хода. Таким образом молот проковывает пакет по всей его поверхности несколько раз как при ручном управлении, так и автоматически.

¹⁾ Путем прокатки можно получать также очень тонкие листы. Так, например, толщину железных и медных листов можно доводить до 0,01 мм и даже меньше, прокатывая их между двумя более толстыми листами. Эти листы, однако, можно сказать не имеют никакого применения. Электролитическими процессами можно получать даже прозрачные листы, толщина которых не превышает 0,0001 мм.

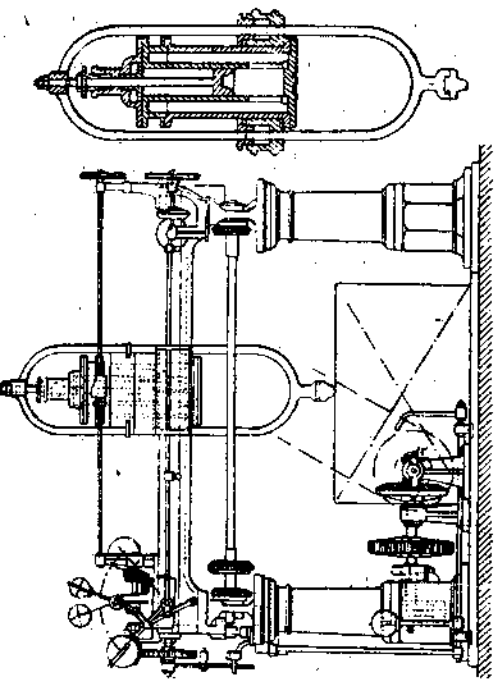


Рис. 527—528.

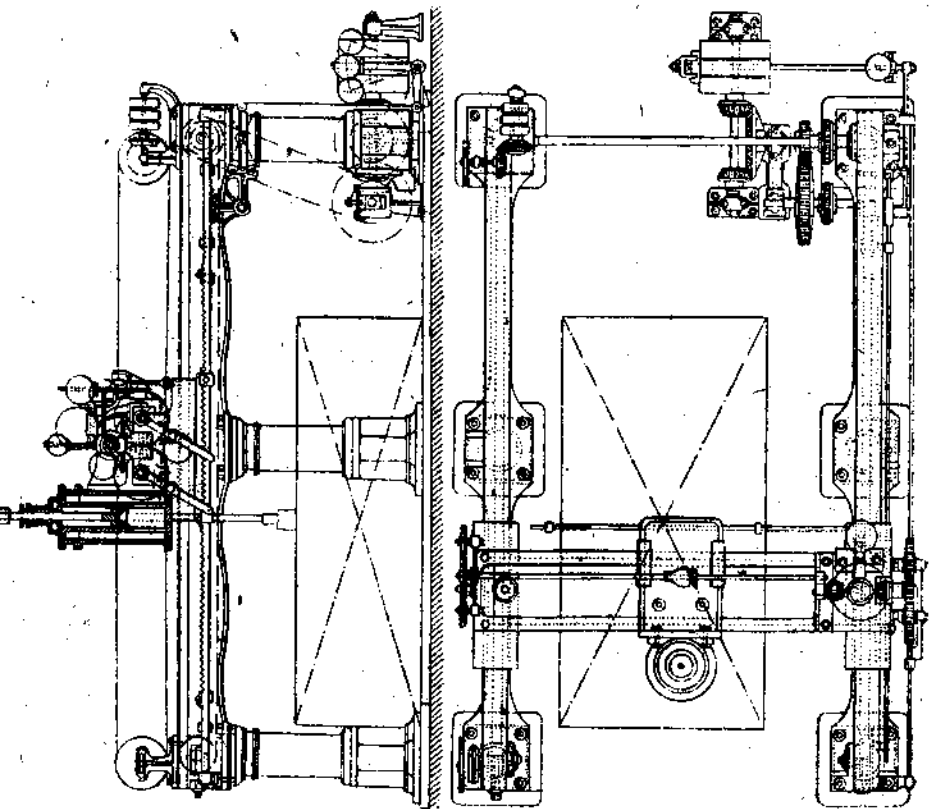


Рис. 525—526.

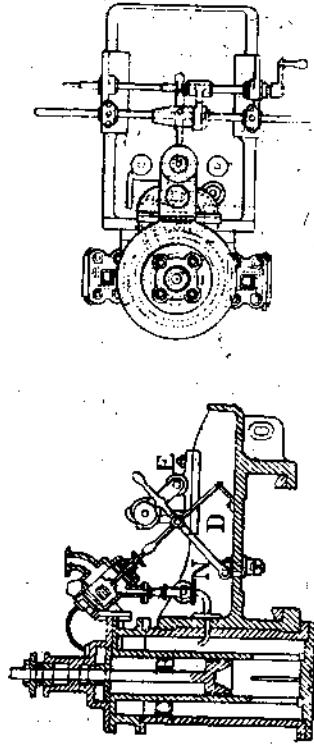


Рис. 529—530.

Молот может давать от 150 до 250 ударов в минуту. Цилиндр имеет диаметр в 100 мм, давление пара колеблется от 4 до 5 кг/см².

Молот этот—типа Фарко (Farcot). Большой цилиндр С окружает малый цилиндр В и образует резервуар для отработавшего пара, поднимающего бабу при давлении в 2 кг/см². Кулак Е приводит в движение золотник посредством рычага N и позволяет изменять отсечку пара в зависимости от силы удара. Вал кулака вращается шкивом, позволяющим изменять скорость его от 150 до 250 оборотов в минуту. Этот привод связан с механизмом, передвигающим салазки D, вследствие чего молот перестает действовать при остановке машины.

прокатка листов в твердом состоянии.

Листопрокатный стан допель-дуо. Прокатка тонких и средних листов возможна только при небольших скоростях во избежание нагревания валков. С другой стороны, так как поверхность охлажденных листов очень велика, то, размеров последних нельзя увеличивать, не увеличивая количества нагревов и выглаживаний. Стоимость производства таких листов возрастает очень быстро.

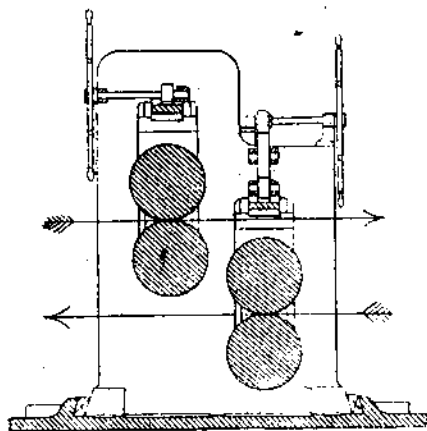


Рис. 531.

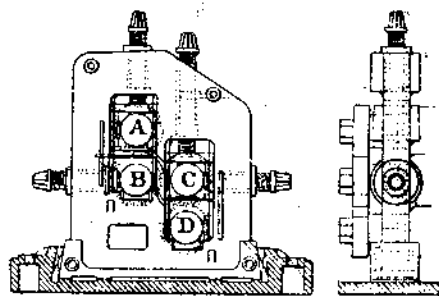


Рис. 532—533.

Для удешевления прокатки листы надо прокатывать при небольшой скорости валков, причем необходимо сохранять строгую параллельность последних.

Вследствие этого, прокатку тонких листов необходимо производить в обоих направлениях. Для такой прокатки требуются или станы трио или реверсивные станы-дуо. Однако, ни того ни другого стана нельзя использовать для выглаживания тонких листов, так как валки первого подвергаются неравномерному расширению, а установка валков второго часто расстраивается, вследствие непрерывных перемен направления вращения.

Для сохранения параллельности валков и для предупреждения их нагревания прокатку в обоих направлениях можно вести между двумя парами валков, вращающимися в обратных направлениях.

На этом принципе основано устройство листопрокатных станов допель-дуо, прокатывающих в обоих направлениях (рис. 531). На чертеже можно ясно видеть расположение валков такого типа станов. Листопрокатный стан допель-дуо вполне удовлетворяет условию параллельности валков и не представляет сложной конструкции, которая могла бы помешать его распространению.

На таком стане прокатку можно производить вдвое быстрее, нежели в обыкновенном прокатном стане-дуо.

Непрерывная или полунепрерывная прокатка листов. Тонкие листы можно точно так же прокатывать непрерывным или полунепрерывным способом в стане типа, изображенного на рис. 532 и 533¹⁾. Стан может иметь какое-угодно количество валков, при чем металл подвергается стольким пропускам, сколько имеется валков минус один.

Прокатка идет непрерывно и попеременно то вертикально, то горизонтально.

Если стан имеет только четыре валка *A, B, C, D*, то лист проходит сперва между валками *A* и *B*, подвергаясь первой прокатке в горизонтальном направлении, затем лист направляется криволинейной направляющей между двумя другими валками *B* и *C*, где подвергается вторичной прокатке в вертикальном направлении. После этого другая

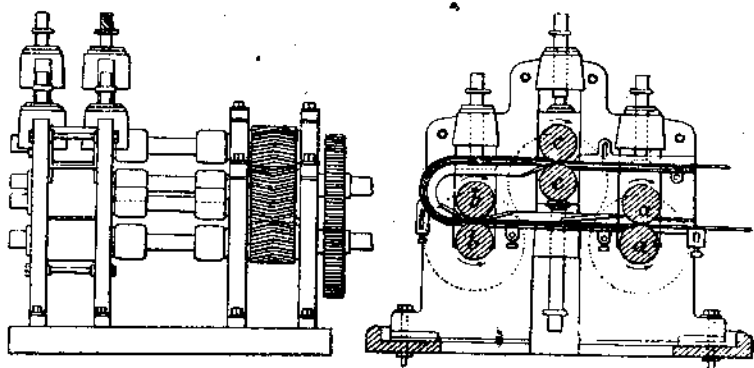


Рис. 534—535.

направляющая вводит лист между валками *C* и *D*, которые прокатывают его в свою очередь. Его можно пропустить снова между первыми валками *A* и *B*, в каком случае получается непрерывная прокатка. Валки регулируют соответственно уменьшению толщины листа.

Таким образом видно, что горизонтальные валки являются валками двойного действия, вследствие чего все они должны вращаться с одинаковой скоростью, что несовместимо с удлинением листа. Лист неизбежно будет коробиться между каждой парой валков, что едва ли желательно при его незначительной толщине.

Гораздо лучше размещать валки на одной высоте, образуя сквозной прямолинейный стан, в котором скорости валков могут быть пропорциональны длине листов, проходящих через стан одновременно. Валки, которые являются чистовыми валками, можно, кроме того, располагать как показано на рис. 532 и 535²⁾. Здесь парные валки расположены на различной высоте. Между первой и второй парами валков находится плита, направляющая лист по выходе его из первой пары валков во вторую пару, а позади последней находится изогнутая направляющая, направляющая лист к верхней паре валков. Лист в виде узкой полосы пропускают через валки несколько раз, в зависимости от характера металла.

¹⁾ Патент Мартелльера, 4 сентября 1863 г.

²⁾ Патент Hervitt 27 сентября 1892 г.

В стане непрерывного действия обжимные валки обжимают заготовку, например, до толщины 5 мм, после чего остальные пять или шесть пар валков непрерывного действия доводят ее до толщины от 2 до 1 мм. Длина листа может достигать 50 метров. Лист затем разрезают на три или четыре части, которые пропускают через чистовой стан.

Этот процесс обладает преимуществом быстроты; при нем уменьшается количество обрезков, а также число нагревов и сопровождающие их потери.

Точно так же делались предложения производить непрерывную прокатку кольцевого цилиндра или муфты на прокатном стане с двумя поддерживающими опорными валками, вроде тех, которые мы приведем дальше, при описании процессов прокатки звеньев топочных труб.

Кольцевой цилиндр прокатывают до требуемой толщины, после чего распиливают по образующей и затем разворачивают на правильной машине. Этот процесс допускает быструю прокатку при одном только нагреве или при небольшом количестве нагревов. К сожалению, им не пользуются, хотя заготовки для такой прокатки легко изготавливаются литьем и потому этого рода прокатка очень выгодна, пригодна при любой толщине листов¹⁾ и не требует крупных затрат на оборудование, так же как и большой движущей силы.

Прокатка листов в жидком тестообразном состоянии.

В 1857 г. Бессемер пытался выделять листы бесконечной длины, путем отливки между валками прокатного стана.

Ему удалось получить таким способом лист длиной около одного метра и толщиной в 1 мм. В эту эпоху предложенный Бессемером процесс не получил практического применения. За последнее время его мысль получила ряд новых осуществлений, которые однако еще не дали приемлемых для промышленности результатов.

Построенный Бессемером стан изображен на рис. 536. Валки *A* и *B* из твердого чугуна, полые, непрерывно охлаждаются водой, протекающей по их осям или валам.

Диаметр валков очень большой, от 900 до 1 200 мм и даже больше. Валки снабжены буртиками, задерживающими металл с боков. Валок *A* можно перемещать в продольном направлении, подушки его поддерживаются гидравлическими поршнями таким образом, что если реакция стана слишком велика, то они отступают. В этом случае получается утолщение листа, которое затем выравнивается при последующем проходе между двумя другими парами валков *CC'* и *DD'*, являющимися чистовыми валками.

Металл из желоба течет в корыто *F* (рис. 536 и 537), обложенное огнеупорным кирпичом. В дне корыта устроены отверстия диаметром в 6 мм, распределяющие металл вдоль валков, в желоб, образуемый самим металлом, затвердевающим от соприкосновения со стенками.

Скорость валков должна соответствовать скорости истечения расплавленного металла.

Металл увлекается валками, образуя лист, который при выходе поддерживается направляющей *H*, по которой он поступает в валки *CC'*.

¹⁾ Этот процесс предложен Бонниардом (Bonnard) в 1865 г.

Выйдя из этих последних валков, лист ложится на направляющую и затем проходит через чистовые валки.

Ножницы *J*, расположенные впереди валков *CC'*, служат для разрезки полосы на листы требующейся длины.

Полагают, что такого рода стан с валками диаметром 1200 мм при длине полотна 450 мм, делающими 4 оборота в минуту, может давать в одну минуту 100 листов размером $300 \times 450 \times 1,25$ мм, общим весом в 135 кг или одну тонну листов в течение 7 или 8 минут. Толщина листа при выходе из первых валков равняется 2,5 мм, а по выходе из вторых валков она уменьшается до 1,25 мм. Количество обрезков и потерь очень не велико.

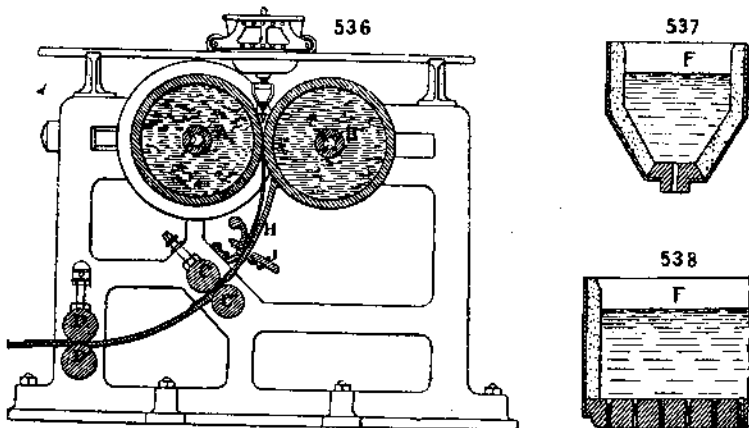


Рис. 536—538.

Толщина листов, которую можно получить при этом процессе, зависит от размеров валков. При диаметрах валков от 3,00 до 3,50 м можно получать листы толщиной от 18 до 25 мм и даже больше. Экономичность этого процесса сама собой очевидна, при нем отпадают расходы по отливке заготовок в изложницах, по нагреву заготовок, значительная часть расходов по прокатке, а также потери от обрезков. Тем не менее металлу нельзя придать того сопротивления разрыву и текучести, которые он приобретает при применении обычных процессов. Вся трудность производства заключается в регулировке истечения металла, так чтобы последний не слишком скоплялся в пространстве над и между валками. Скорость на окружности валков должна или равняться или превышать скорость, протекающей между ними струи металла так, чтобы последний не скоплялся между валками.

Полотну валков надо точно также придавать достаточную ширину, превышающую ширину листа, для компенсирования неравномерности поступления металла путем изменения ширины полосы.

Рисунки 539—542 относятся к прокатному стану, работающему на этом же принципе¹⁾ и позволяющему изменять по желанию толщину листов.

Жидкий металл наливают в желоб *R* с отверстием или щелью на самом дне. Сосуд помещается непосредственно над валками *CC'* параллельно их образуемому, вследствие чего металл стекает по касательной к этим обоим охлаждающим и прокатывающим валкам.

¹⁾ Патент Нортон и Ходгсон 16 июля 1889 г.

Для регулирования расстояния между валками и придания листу равномерной толщины каждый из валков снабжен соответствующими друг другу и соприкасающимися фланцами, вследствие чего расширение валков не влияет на ширину ручья.

В валках устроены также небольшие ручки для стока избытка металла, получающегося вследствие неравномерности вытекания последнего из сосуда.

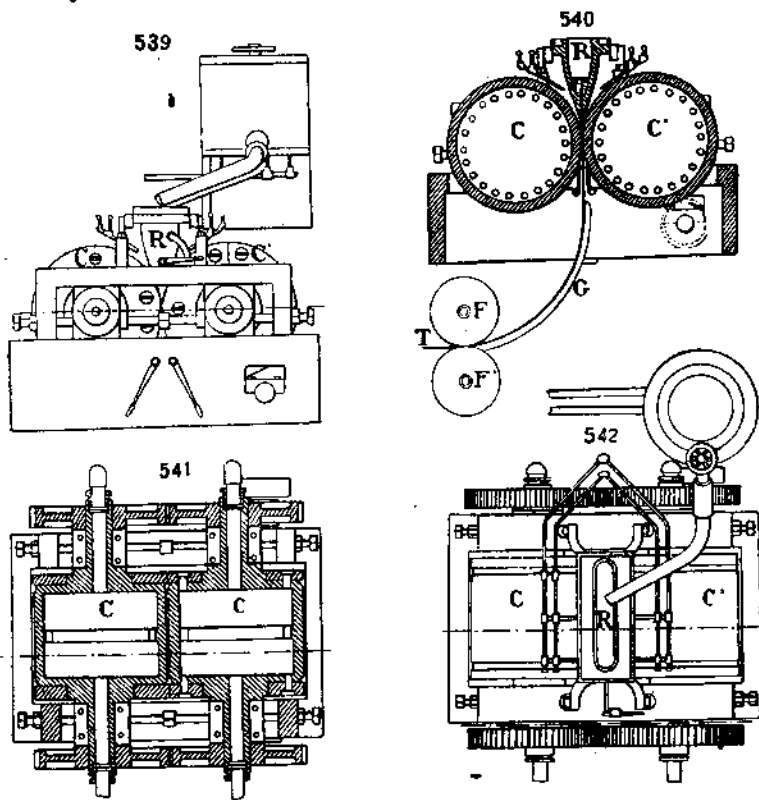


Рис. 539—542.

Толщина листа регулируется фланцами, укрепленными к валкам, которые можно по желанию заменять.

Под валками CC' помещается направляющий лист G , изменяющий вертикальное направление листа в горизонтальное.

Лист T немедленно же проходит между чистовыми валками FF' , прокатывающими и выравнивающими его по толщине.

Валки CC' сделаны полыми и охлаждаются протекающей через них водой, поддерживающей температуру необходимую, для затвердевания протекающей между ними струи металла. Для этого шейки валков сделаны полыми и вода протекает по всей длине валков. Для отклонения воды к внутренней окружности валка, а также для подкрепления последнего при значительной длине полотна, внутри устроена перегородка с отверстиями для прохода воды.

Толщина листа при одном и том же количестве поступающего металла обратно пропорциональна скорости валков. Валки обычно вращаются с линейной скоростью от 1,60 до 3,00 метров в секунду.

Желоб R подогревается газовыми горелками, чтобы не давать металлу слишком быстро охлаждаться.

На практике пользуются двумя тиглями, из которых один заполняют в то время, как из второго происходит истечение металла.

Для производства листов разной ширины можно пользоваться одними и теми же валками, изменяя ширину и толщину струи металла и скорость вращения.

Производство листов отливкой и прессованием тестообразного металла. Этот первобытный процесс производства применялся для небольших свинцовых, оловянных и цинковых листов; он заключался в том, что на камень наливали небольшое количество расплавленного металла и разгоняли его, нажимая вторым камнем. Операция производилась быстро. Этот процесс в сущности одинаков с процессом производства длинных листов из жидкого металла между вращающимися валками.

Развить этот процесс для изготовления листов больших размеров невозможно, так как по мере затвердевания металла потребовались бы громадные давления.

Прокатка свинцовых листов.

Свинцовые листы начали прокатывать одновременно с появлением прокатных станов, при чем производство этой работы с тех пор мало изменилось.

Свинец отливают в плиты шириной от 1 до 2 метров, длиной от 2 до 3 метров при толщине от 40 до 60 мм.

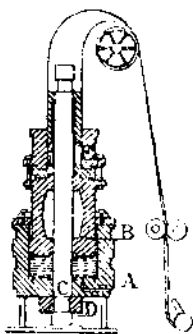
Металл образует большое количество пузырей, раковин или пор при очень неравномерной толщине. Все эти недостатки исчезают при холодной прокатке, которая сжимает металл, увеличивая вместе с тем его текучесть и вязкость.

В первой части настоящей книги мы приводили устройство свинцовопрокатных станов. Плиты разрезают до определенных размеров циркулярными ножницами или механическими пилами. Затем получившиеся более или менее широкие полосы прокатывают. Для изготовления длинных полос можно успешно пользоваться процессом непрерывной прокатки, комбинируя его с процессом прокатки жидкого тестообразного металла.

Производство свинцовых листов процессом выдавки.

Свинцовые листы получают точно так же путем прессования металла в жидком, тестообразном или твердом состоянии, заставляя вытекать через отверстие соответствующего сечения. Это отверстие делают или прямоугольным или кольцевым, и в этом последнем случае сперва получают трубу, которую затем разрезают вдоль и разворачивают в лист.

Рассмотрим машину Уимса (Weems), изображенную на рис. 543. В гидравлическом цилиндре *A* движется поршень *B*, направляемый центральной оправкой *C*, связанной с цилиндром фланцем *D*. На верхней части поршня *B* укреплен сосуд *E*, куда наливают металл. На сосуде *E* установлено кольцо, внутренний диаметр которого соответствует наружному диаметру выделяемой трубы. Когда поршень *B* находится в нижнем конце своего хода, в кольцевое пространство сосуда наливают свинец или другой мягкий металл, который в нем и затвердевает. Вслед затем производят подъем поршня *B*, который сжимает металл



с. 543.

между верхним концом оправки *C* и дном сосуда. При этом металл может вытекать только через отверстие между оправкой и кольцом. После этого трубу разрезают неподвижным ножом и постепенно разворачивают клином. Получившуюся полосу накладывают на направляющий валок и пропускают между двумя валками, выравнивающими ее. Вслед затем готовая полоса скатывается в рулон.

Производство свинцовых листов спиральной разрезкой болванок.

Тонкие свинцовые листы можно также получать путем вырезки их режущим инструментом в виде стружки из свинцового непрерывно

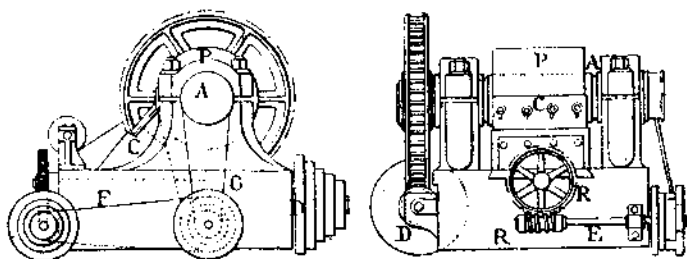


Рис. 544—545.

вращающегося цилиндра. Толщина такой стружки может быть очень незначительной, при чем ее можно по желанию изменять.

Свинец отливают в железной форме вокруг полого вала, через который пропускают струю холодной воды, вызывающей быстрое охлаждение центральной части металла. Распространение охлаждения изнутри отливки к окружности дает таким образом весьма однородный металл, который может при охлаждении подвергаться более или менее сильному сжатию.

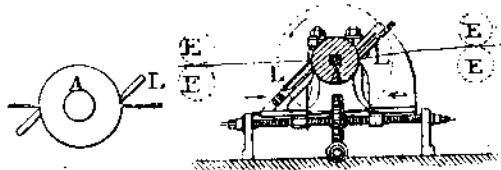
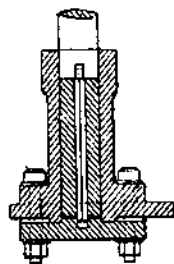
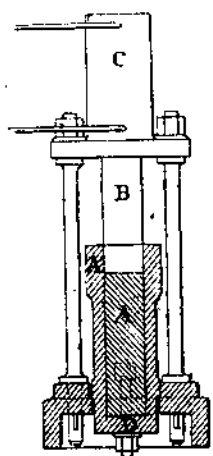


Рис. 546—548.

Разрезная машина (рис. 544—545), предложенная Wimshurst, состоит из вала *A*, установленного на подшипниках и непрерывно вращаемого шестернями, червяком и ступенчатым шкивом *D*. Нож *C*, укрепленный на салазках, имеющих поперечную подачу, режет металл *P* и подается вперед по мере уменьшения диаметра цилиндра. Поперечная подача производится винтом салазок, приводимым во вращение специальным механизмом, состоящим из колеса *R*, червяка *R'* и вала *E*, соединенного с промежуточным валом и валом *A* ремнями *F* и *G*.

Полоса наматывается на цилиндр.

Этот процесс очень экономичен и применяется преимущественно для выделки свинцовой и оловянной бумаги.

Для производства свинцовых листов путем разрезки болванки металл надо отливать в форме, в которой его можно подвергнуть сильному давлению с того момента, когда начинается его затвердевание. Таким образом металл получается более однородным, текучим и плотным.

На рис. 546 и 547 изображено устройство цилиндрической формы *A*, в которой металл сжимается плунжером *B* гидравлического пресса *C*.

Для вынимания болванки отнимают дно *D* формы, после чего плунжер выталкивает болванку.

Вслед затем цилиндр *A* устанавливают на машину (рис. 548), придающую ему вращательное движение, в то время как острые ножи *L* срезают с его поверхности один или несколько непрерывных листов. Ножи установлены таким образом, что по мере вращения цилиндра они подвигаются к центру. Подача производится ремнем, ступенчатым шкивом, червяком и шестереночной передачей.

Листы пропускают между двумя валками *EE*, выглаживающими их поверхность, после чего они наматываются на два барабана ¹⁾.

Болванки можно также отливать призматическими и состругивать листы специальным рубанком.

Производство медных листов.

Очищенный расплавленный металл наливают в железные формы. Как только металл совершенно затвердевает, отливку подают на обжимной стан и пропускают несколько раз.

После этого начерно прокатанные листы нагревают в печи и про-
травливают в кислотной ванне, волны на тонких листах выравнивают ударами деревянной колотушки по плоской линейке и, наконец, лист обрезают до стандартных размеров ножницами.

Медные плиты, предназначенные для прокатки тонких листов, очищают щетками в ваннах, а затем проходят скребками для удаления образовавшихся на них волосовин.

После этого листы прокатывают в холодную в пакетах, накладывая их друг на друга, сперва две штуки, затем соединяют вместе два таких пакета из двух листов каждый, затем соединяют два пакета из четырех листов каждый и так далее, пока не получат листов требуемой толщины.

Очень однородные медные плиты можно получить электролитическим способом. Катодом в этом случае служит полая оправка, длиной примерно в 2 метра и диаметром от 800 мм до 1,0 метра. Оправку помещают в ванну и приводят в медленное вращение. Плотность тока колеблется между 150 и 300 амперами на квадратный метр. Для достижения однородности металла на отлагаемый цилиндр непрерывно направляют струи свежего электролита. Толщина металла получается около 25 мм, после чего цилиндр разрезают по образующей, снимают с оправки, разгибают и прокатывают на стане.

Такого рода цилиндрические кольца можно было бы успешно прокатывать процессом непрерывной прокатки.

Прокатка цинковых, латунных и алюминиевых листов.

Изменения физических свойств цинка, латуни и алюминия при различных температурах сильно затрудняют прокатку этих металлов ²⁾.

¹⁾ Патент Jones 30 июня 1879 года.

²⁾ Первые попытки прокатки цинка делались в 1805 году (Charles Sylvestre, Choreles Hobson). Большие партии прокатанного цинка начали выпускать Mosselman (1830 г.) и Société de la Vielle-Montagne (1837 г.).

Цинковые болванки отливают в чугунных изложницах. Вес их соответствует весу одного или двух листов, в зависимости от толщины последних. После прокатки начерно лист разрезают на два и выравнивают кромки. Обрезают примерно от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{5}$ листа.

Плиты обычно бывают длиной 800 мм, при ширине 300 мм и максимальной толщине в 30 мм. Как только металл охлаждается до температуры в 150 мм, которую определяют опытным путем, капая водой на отливку, ее немедленно же обжимают в направлении ширины изготавливаемого листа. При этом необходимо смазывать валки во избежание прилипания цинка и оцинковывания им валка, а также для уменьшения коэффициента трения, чтобы иметь возможность уменьшить обжим металла при прокатке.

Плиты пропускают сперва по одиночке, затем по две таким образом, чтобы ширина листов превышала потребную примерно от 150 до 200 мм. Плиты вводят между валками наиболее широким концом вперед таким образом, чтобы ширина обжатой плиты равнялась приблизительно длине отливки.

Диаметр обжимных валков колеблется между 500 и 600 мм, а длина полотна от 1000 до 1250 мм, делают они от 25 до 30 мм оборотов в минуту. Для этой цели часто пользуются стальными чистовыми валками.

Скорость валков должна быть небольшой, чтобы избежать нагревания цинка до температуры свыше 150°, соответствующей температуре максимальной текучести этого металла.

Плиты обрезают и разрезают на части, размеры которых пропорциональны размерам и весу листов. Длину можно несколько увеличивать и принимать равной ширине листа после прокатки его начисто.

Плиты собирают в пакеты весом от 100 до 125 килограмм, отжигают в специальных печах и затем прокатывают между чистовыми валками.

Пакет разделяют на две или на три части, которые прокатывают поодиночке, после чего собирают опять, чтобы продолжать прокатку.

Особые рабочие возвращают листы отдельными группами так, чтобы непрерывно изменять относительное положение листов, которые смазываются салом во избежание слипания.

Изменением положения листов достигается также более равномерное распределение тепла, развивающегося при прокатке, предупреждается образование волн, возвышения и слишком неравномерной длины.

Волнистость происходит, главным образом, вследствие неравномерности температуры пакета по его ширине. Устранить волнистость очень трудно. Чаще всего она образуется при небольшой толщине листов.

Прокатка пакета весом 100 кг в листе средней толщины занимает времени около 15 минут.

Прокатку производят в обыкновенном стане-дуо. Валки имеют диаметр 100 мм и делают 30 или 40 оборотов в минуту, но не больше. Они должны быть хорошо пригнаны и совершенно прямолинейными с ровными зашлифованными поверхностями.

Если валки нагреваются слишком сильно, их охлаждают водой, так чтобы температура прокатываемого металла не превышала 150°.

После этого листы обрезаются в стандартные размеры гильотинными ножницами, стол которых имеет переставляемые направляющие, позволяющие производить обрезы быстро и ровно.

При прокатке цинка необходимо принимать во внимание изменение текучести, в зависимости от его физического состояния, его кристаллической структуры и температуры.

Твердость, которую приобретает металл при прокатке заготовки в листы, исчезает при отжиге при низкой температуре, при чем зерна сохраняют свои небольшие размеры, получившиеся при прокатке.

Если, наоборот, нагревать листы до температуры близкой к температуре плавления металла, то лист получается очень ломким, независимо от того, охлаждался ли он быстро или медленно.

До нагрева листа до этой температуры при изгибании и разгибании его в противоположные стороны не слышно никаких звуков. Однако, при нагреве до такой температуры слышится треск, происходящий по всей вероятности от разрывов образовавшихся кристаллов.

Что касается производства латунных листов, то в зависимости от содержания цинка придерживаются того же процесса прокатки при низкой температуре, нагревая металл как только образуется сильный наклеп и смазывая валки льняным маслом во избежание трещин. Латунь, содержащая от 0,5 до 1,0 процента свинца, прокатывается легче ¹⁾.

Прокатка алюминия требует специальных предосторожностей. Его можно прокатывать и в холодном и горячем состоянии, не прибегая к отжигам независимо от количества пропусков.

Алюминий надо отжигать как только он теряет свою гибкость. Плиты значительной толщины прокатывают при температуре около 300°.

Алюминий при воздействии валков скорее теряет свою текучесть, нежели медь и латунь. Металл не надо наливать в закрытые изложницы слишком горячим. Перед прокаткой плиты осматривают и удаляют с них неровности и недостатки. Температура отжига должна соответствовать температуре, при которой начинает обугливаться заостренная палочка из твердого дерева.

Отжиг необходимо производить в муфеле или закрытой печи во избежание непосредственного соприкосновения с пламенем. По мере приближения к концу прокатки температура отжига должна быть ниже. Текучесть и ковкость алюминия можно также увеличивать, нагревая и затем быстро охлаждая металл в холодной проточной воде. Этот способ особенно применим к ферро-алюминию, который плохо поддается прокатке.

Температура валков должна быть от 100 до 150°. Если то требуется их охлаждают холодной водой.

Иногда валки посыпают известковой пудрой, и во всяком случае их никогда не следует смазывать.

Прокатка алюминиевых сплавов, содержащих свыше 15% цинка, производится при температуре в 300°, а отжиг — при температуре в 400°. Если содержание цинка превышает 20%, то при прокатке получают трещины, несмотря даже на очень незначительные уменьшения толщины.

Надо заметить, что прокатка тонких листов иногда придает металлу большее удлинение в поперечном, нежели в продольном направлении прокатки. Что же касается сопротивления, то происходит как-раз обратное явление.

¹⁾ Максимальная текучесть сплава соответствует содержанию 35% цинка. В этом случае $A\%_0 = 55\%_0$, $R_r = 28 \text{ кг/мм}^2$ после отжига между 725 и 750°. Эти характеристики рекомендуются для тонких листов, предназначенных для штампования.

Добавим еще, что горячая прокатка алюминиевого сплава, состоящего из Al 72⁰/₀, Zn 23⁰/₀ и Cu 3⁰/₀ требует еще больших предосторожностей. В этом случае требуется особенно равномерная температура; если температура слишком высока, сплав рассыпается под валками, а при меньшей температуре для прокатки его требуются большие усилия.

Литые алюминиевые плиты обычно имеют размеры 700 × 350 × 40 мм.

При первом пропуске в горячую вытяжка металла должна быть от 10 до 20⁰/₀, чтобы уничтожить кристаллическую структуру. Металл отжигают после каждого пропуска до достижения толщины в 3 мм, после чего можно отжигать реже.

Отжиг производят в муфеле, так как металл не должен соприкасаться с пламенем.

Путем достаточного нагрева и охлаждения в воде алюминию можно придать высокую степень ковкости.

Валки рекомендуют поддерживать при температуре от 100 до 150°, посыпая их известью или поливая водой и отнюдь не смазывая.

Прокатка котельных листов из черных металлов.

Эти листы выделывают поодиночке из пакетов или болванок, которые сперва подвергают проковке, сваривающей пакет или обжимающей болванку. В некоторых случаях пакет или болванку прокатывают в ручьях, а затем подвергают дальнейшей прокатке на листопркатном стане.

В этом случае первые пропуски выравнивают размеры заготовки, тогда как последующие вызывают ее удлинение. В некоторых случаях для выравнивания и вытягивания заготовки можно успешно пользоваться прессом. Если отливка предназначается для нескольких листов, то ее разрезают на куски или же лучше сперва прокатывают в один пропуск, а затем уже разрезают ножницами. Таким образом получается меньше обрезков и работа производится быстрее.

В настоящее время выделывают котельное и иное железо толщиной свыше 30 мм¹⁾, шириной от 2 до 4 метров, длиной от 10 до 20 метров и весом от 4000 до 5000 и более килограмм.

Для прокатывания таких листов требуются станы большой мощности. Число пропусков зависит от размеров листов.

Листы, прокатываемые из сварных пакетов, не отличаются такой однородностью, как листы из литого железа, прокатанные из болванок.

Часто, для того чтобы скрыть отчасти недостатки листов, их составляют из двух листов, которые накладывают друг на друга и сваривают, прокатывая при белом калении. Такие листы обладают недостатком всех сваренных изделий. Этот недостаток можно значительно уменьшить, покрывая свариваемые поверхности флюсом, который выжимается валками.

Прокатка котельных листов из стали и литого железа.

Листы из литого железа или стали обычно выделываются из плоской отливки, большие поверхности которой делаются выпуклыми во избежание поверхностных удлинений в начале прокатки и для

¹⁾ Для некоторых крупных судовых котлов требуются листы толщиной 45 мм, шириной 3,0 м и длиной 6,0 м. Современные заводы обычно обладают оборудованием, допускающим прокатку листов шириной до 3,0 м и больше.

предупреждения разрывов и трещин при вытяжках. Вес отливки равняется весу листа плюс вес обрезков, который составляет от 5 до 10 процентов.

Размеры отливок согласовывают с размерами листов таким образом, чтобы они не требовали сильной вытяжки, но коэффициент вытяжки принимают все же высоким, а именно 10 при большой толщине листов и от 15 до 20 при прокатке тонких листов.

Ниже мы приводим толщину плоских литых болванок, обжатых на блюминге, в зависимости от толщины изготавливаемых листов.

Толщина листов мм	6	8	15	20	30	36
Толщина болванок мм	100	150	250	300	400	450

Длина болванки должна равняться ширине листа после обрезки кромок, так как в начале прокатки необходимо пропускать лист в обоих направлениях или же еще лучше попеременно по обеим диагоналям. Обрезки от головки отливки обычно равняются 25%, а от нижней ее части 5% от ее полного веса.

Эти заготовки прокатывают при температурах между 1300° и 1000° или 900°. Для прокатки в два пропусков требуются мощные прокатные станы, при малосильных же станах требуется значительное количество отжигов¹⁾.

Прокатку всеми способами стараются производить при одном нагреве. Для этого необходимо, чтобы болванка была прогрета во всей своей массе и чтобы прокатный стан позволял производить сильные обжимы. Сильный обжим обладает тем громадным преимуществом, в особенности в начале операции, что он сильно нагревает металл, вследствие значительности деформации, которой подвергается последний.

Старший вальцовщик всегда стремится в начале прокатки развить возможно большее давление, чтобы пропрессовать болванку до сердцевины и выжать содержащиеся в ней шлаки.

Если нагрев недостаточен, болванку нагревают вторично после первого или после четырех, пяти пропусков.

Хорошему сварщику обычно всегда удается, независимо от объема болванки, доводить ее до такой температуры, при которой прокатка возможна без повторных нагревов.

Тем не менее не следует упускать из вида, что чем больше количество пропусков, тем в большинстве случаев выше качество листов.

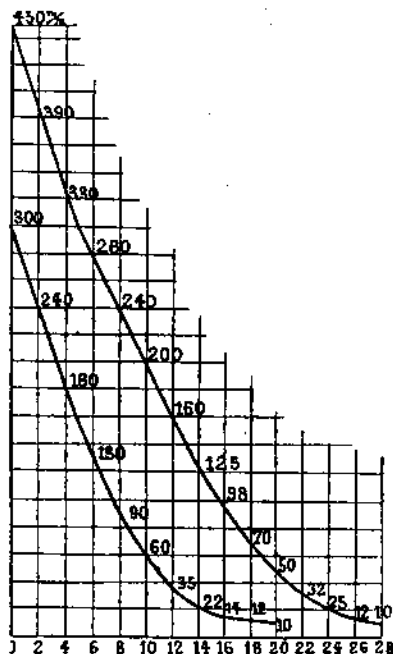


Рис. 549.

¹⁾ Этим облегчаются нагрев и прокатка.

²⁾ Отливку толщиной 100 мм очень часто удается при одном нагреве прокатывать в лист средней толщины, т.е. от 5 до 10 мм, при чем после последнего пропуска металла еще находится при температуре красного каления.

Так, например, при прокатке отливки толщиной в 450 мм и шириной в 800 мм весом от 5 000 до 6 000 кг ее сперва пропускают пять раз при обжиге в 30 мм на каждый пропуск. Затем поворачивают отливку и прокатывают в направлении ширины, чтобы получить требующуюся длину (обычно от 2 200 до 2 400 мм), для чего требуются пять или шесть пропусков при обжиге от 25' до 30 мм.

Таким образом отливку доводят до толщины в 15 мм или менее (см. диаграмму, рис. 549). Котельные листы обычных размеров толщиной от 8 до 10 мм прокатывают из отливок весом около 1 000 кг и толщиной 250 мм. Прокатка производится аналогичным способом в двенадцать или пятнадцать пропусков.

Во избежание вдавливания окалины и для получения возможно более чистых поверхностей, лист во время прокатки необходимо беспрестанно обметать.

Листопрокатные валки вращаются обычно со сравнительно небольшими скоростями от 30 до 40 оборотов в минуту или с линейной скоростью окружности от 1,5 до 2,0 метров.

Прокатка котельных листов из сварочного железа.

Листы обычных размеров прокатываются из пакетов, собранных из уложенных крест-на-крест брусков. На поверхностях этих листов всегда можно рассмотреть сварные швы. Этому недостатка избегают, покрывая пакет сверху и снизу покрывками или по всей длине, или на протяжении части его длины.

Для таких покрывок пользуются катаными листами или же только обжатыми толщиной от 20 до 30 мм, шириной от 180 до 300 мм и длиной от 1 200 до 1 400 мм.

Для производства листов высокого качества, в пакетах увеличивают процентное содержание начисто прокатанных брусков, а для того чтобы получить лучшую сварку внутренних стыков, пользуются брусками трапецевидного сечения, вследствие чего ребра их подвергаются давлению для сваривания их при пропуске через сварные ручки. Пакеты точно так же составляют из мелких обрезков, которые стягивают между покрывками.

Толстые листы больших размеров весом свыше 1 000 кг требуют пакетов, составленных из одних только начисто прокатанных брусков. Ширина брусков должна равняться ширине пакета при толщине его от 30 до 50 мм. Длина пакетов должна быть или немного меньше или немного больше ширины изготавливаемого листа; ширина их доходит, а иногда превышает 1 метр.

Для изготовления больших толстых листов, точно так же пользуются пакетами, составленными из волнистых брусков, которые прекрасно свариваются.

Вес пакетов для листов до 200 кг равняется весу изготавливаемого листа плюс от 10 до 20 процентов на потери. Для листов большего веса вес пакета надо увеличивать на 15, 20 и даже 25 процентов.

Опасение, чтобы лист не получился меньше намеченных размеров, ведет к увеличению веса пакета, при чем необходимо считаться с неровностями краев листов, которые тем значительнее, чем больше отношение длины листа к его ширине.

Высота пакета должна быть возможно больше, так как при этом получают лучшую сварку и большую вытяжку, придающие металлу большую однородность и красивую поверхность. Эта высота может

колебаться от 290 до 400 мм и больше в зависимости от того, сваривается ли пакет в ручьях или между гладкими валками. Последний способ сварки становится неизбежным при весе пакета в 1 000 кг и выше.

Другие размеры пакетов зависят от веса листов, а также от принятого способа сварки и первой вытяжки.

Если пакет проковывают под молотом, то сечение его получается прямоугольным с мало разняющимися друг от друга сторонами листов, при чем длина должна быть достаточна, чтобы с пакетом можно было удобно обращаться. В зависимости от размеров свариваемой массы металла пользуются молотами от 5 до 10 тонн.

Если пакет прокатывается в ручьях, то длина его должна быть возможно меньше, чтобы для вытяжки его до длины немного большей или даже немного меньшей ширины листа потребовалось достаточное количество пропусков. Такая длина пакета требуется для того, чтобы последний можно было пропускать через обжимной листопрокатный стан в обоих направлениях. Металл нагревают до высокой температуры и сильно обжимают в мощных прокатных станах. Если внутри пакета имеются пустоты или скопления окалины, то они исчезают при таком обжиме. В этих местах иногда, однако, получается неполная сварка, но если вытяжка металла достаточна, то эти изъяны простираются на очень короткое расстояние и не имеют существенного значения.

В зависимости от размеров пакета и мощности станов листы прокатываются при одном, двух или трех нагревах. Первый нагрев служит для сварки под молотом и обжима в прокатном стане. Второй нагрев еще можно принимать за сварной нагрев, так как железо доводится до белого каления; этого нагрева достаточно для сильной, а иногда и окончательной вытяжки листа. Если лист охлаждается настолько быстро, что закончить прокатку не удается, то его снова нагревают в печи. В четвертом нагреве обычно не встречается надобности для прокатки. В этом случае, если то требуется, металл нагревают только до красного каления для выправки листа колотушками.

Кромки листов обрезают ножницами, мощность которых зависит от длины обрезаемой кромки.

Ножницы для обрезки толстых листов обычно приводятся в действие отдельным двигателем и устраиваются с большим рабочим столом. Мощные ножницы в состоянии обрезать в холодную лист толщиной 40 мм, и шириной 3 500 мм.

Толщина листов всегда более или менее неравномерна от середины к краям. Этой неравномерности толщины нельзя избежать при пользовании обыкновенным прокатным станом. Колебания толщины допускаются в известных пределах, которые зависят от толщины листов.

Для партии листов толщиной свыше 10 мм обычно принимают допуск самое большое в 3% плюс или минус от теоретического веса. Для отдельного листа шириной до 2 метров принимают допуск до 5%, а для листов шириной свыше 2 метров—допуск до 8%. Допуск по ширине листа не должен превышать 5 мм, а по длине—10 мм

Правка котельных листов.

Листы должны прокатываться возможно равномерной толщины, и на обеих поверхностях листа не должно быть ни раковин, ни волосян, ни других дефектов.

После обрезки листов до требующихся размеров их отжигают и выравнивают и выправляют деревянными колотушками на чугунной плите.

По одному только внешнему виду поверхностей и кромок листа можно судить, подвергался ли данный лист отжигу или нет.

Если лист изогнут корытом к середине, необходимо удлинить его края; если изогнуты края, необходимо вытянуть середину листа. Вальцовщик пользуется гладилкой, помещая ее в том месте, где находит это более подходящим, и вытягивает лист везде, где это требуется. Такая работа иногда бывает очень утомительной. Если выпучина местная, то гладилка высаживает металл. Правка листов производится гораздо скорее и лучше на специальных правильных роликовых машинах, о которых мы уже говорили в первом томе настоящего труда.

Для правки на таких машинах котельных листов валки располагают таким образом, чтобы придавать листу небольшую кривизну (кривизна эта должна быть тем меньше, чем толще лист).

Урегулировав соответственно положение верхних валков, листы удается выправлять почти совершенно при двух или трех переменных пропусках.

После выправки листов выравнивание их вручную не представляет каких-либо затруднений.

Машина устраняет все возвышения и углубления, она определяет те места, откуда начинается перегиб, который чаще всего находится у концов листа, таким образом, что рабочий сразу видит, где ему надо ставить свою гладилку и выправлять. Без этой машины рабочий может выправлять лист целыми часами и все же не выправит его совершенно.

Правильная машина работает очень хорошо, если лист скороблен в середине. Она вытягивает края листа и сжимает середину листа.

Прокатка кровельного железа.

Тонкие листы прокатываются всегда пакетами. В пакет соединяют несколько листов, чтобы он получил определенную толщину. При прокатке пакета устраняются все неровности в толщине листов, происходящие от прогиба валков, а также предупреждается быстрое охлаждение, неблагоприятно влияющее на быстроту работы. При прокатке пакетов, так же как и при ковке, средние листы вытягиваются сильнее наружных; температура последних понижается быстрее. Поэтому, прежде чем приступить к повторному нагреву пакета, листы надо охладить и переложить так, чтобы валки воздействовали поочередно по возможности на все листы.

Число листов, из которых составляют пакет, зависит от их толщины. Обычно пакет составляют для прокатки начисто из следующего количества листов.

Толщина листов мм	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Число листов в пакете	16	12	10	8	6	4

При прокатке начерно, число листов в пакете изменяется в зависимости от характера металла. Так, например, прокатку железных листов начинают с крупных листов, получаемых от заводов, или же прокатывают их на специальных заготовочных станах.

Заготовки для небольших листов делают от 160 до 180 мм шириной, от 10 до 20 мм толщиной и около 4—6 метров длиной.

Заготовки разрезают на куски, длина которых несколько превышает ширину требующегося листа, имея в виду обрезку кромок после прокатки.

Прокатка начерно и начисто производится в четыре или пять пропусков. Первый раз нагревают одновременно две заготовки и прокатывают их в полосы от 600 до 800 мм длиной. При прокатке после второго нагрева длина их увеличивается до 1300—1500 мм. Потом оба листа разделяют, складывают пополам и снова прокатывают между чистовыми вальками до предыдущей длины. Сложенный лист пропускают складкой вперед, чтобы избежать обрывов.

Затем листы разделяют, складывают пополам, обрезают, нагревают в четвертый раз и прокатывают в пакетах, доводя их при трех нагревах до толщины в 0,6 мм, а при пяти нагревах—до толщины в 0,2 мм.

Листы затем отжигают, охлаждают и снова прокатывают входную от четырех до шести раз.

Для производства тонких листов точно так же пользуются полосами, которые вырезают из более толстых заготовочных листов. Ширина этих полос колеблется между 200 и 400 мм, в зависимости от того, прокатывают ли их в одном направлении или в обоих; им придают длину или почти равную или несколько меньшую окончательной ширины листа.

При прокатке широких заготовок кромки надо располагать уступами для облегчения их вступления в вальки. С листов по выходе их из прокатного стана удаляют окалину, погружая их в проточную воду. Мягкая сталь и литое железо все более и более вытесняют сварочное железо как материал для прокатки тонких листов и в особенности листов, предназначенных для производства штампованных изделий.

В настоящее время большая часть жести выделяется из литого железа; из литого же железа выделяется также большое количество листов для скобяных и мелких котельных изделий¹⁾.

При литом железе получают более ровные края листов; металл этот более высокого качества и в то же время обходится дешевле. Кромки обрезают быстродействующими рычажными ножницами.

Производство кровельного железа по Уральскому способу.

Железо специального качества сперва прокатывают в листы от 600 до 800 мм в стороне, вытягивая их в обоих направлениях. Листы отжигают, укладывают в пакеты пяти или шести различных толщин, пересыпая порошком из древесного угля и затем прокатывают до средних размеров от 1000 до 1500 мм.

Листы тщательно сортируют, укладывают в пакеты и отжигают в течение шести часов в закрытой печи. Затем проковывают—под однотонным молотом со слегка закругленным бойком размером 150×400 мм. После этого листы вновь отжигают и опять проковывают начисто под молотом с бойком размером 400×500 мм. Листы получают толщиной от 0,4 до 0,8 мм. Их обрезают до размера 1400×700 мм весом от 4 до 6 килограмм (от 10 до 15 русских фунтов).

Эти листы, отжигаемые в ящиках, имеют черноватую чрезвычайно гладкую и блестящую поверхность от покрывающей их окалины, кото-

¹⁾ Мягкую сталь или литое железо впервые применил для прокатки листов Сименс в 1875 г. на заводах в Ландоре.

рую чрезвычайно трудно удалить, но которая предохраняет их от ржавчины ¹⁾.

Готовые листы прокатывают начисто при низкой температуре, а для придания красивого внешнего вида и предотвращения окисления их нагревают до красного каления в печи с дымным пламенем и затем охлаждают паром. После этого листы пропускают несколько раз через прокатный стан, придающий им блестящую поверхность без черных пластинок окалина, которые при этом способе всегда остаются на железе после горячей прокатки.

Равномерная толщина и красивая внешность являются обязательными требованиями к кровельным железным листам. Прокатывать предпочитают в стане-дуо, который работает более равномерно.

Валки, которые в этом производстве бывают только чистовыми, во избежание образования неровностей должны быть совершенно гладкими, правильными и очень твердыми. Эти валки должны быть точными и устанавливаться безукоризненно параллельно. Скорость валков не должна быть слишком большой, чтобы не вызвать их нагревания; от нагревания валки неравномерно расширяются и дают волнистые листы. Считают, что скорость валков при диаметрах от 400 до 500 мм не должна превышать 20—25 оборотов в минуту. При более высоких скоростях валки надо поливать горячей водой, чтобы они не слишком быстро охлаждались ²⁾.

При низких температурах прокатывают железные листы только небольшой толщины.

Тем не менее на Венской выставке 1874 года завод Jones et Langhins экспонировал прокатанные в холодную довольно-толстые листы с очень равномерной толщиной.

Холодная прокатка повышает сопротивление металла разрыву вдвое против его обычного значения, но зато текучесть его может исчезнуть совершенно. Отсюда видно, что эти листы имеют специальное назначение и не выдерживают каких-либо деформаций в холодном состоянии.

Листопрокатные станы.

Приводим примерное оборудование листопрокатного цеха.

Один листопрокатный стан-трио Лаутса с шириной полотна валков в 2 200 мм для прокатки листов толщиной до 25 мм.

Один листопрокатной стан-дуо с шириной полотна валков в 2 000 мм для прокатки листов от 2 до 3 мм толщиной. Четыре таких стана-дуо с валками диаметром 650 мм пропускают вместе в течение 24 часов 60 тонн тонких листов. Для обслуживания этих станом требуются газовые печи непрерывного действия с суточной производительностью в 200 тонн.

Точно так же требуются печи и для отжига листов.

Обыкновенный листопрокатной стан может состоять из двух клетей-дуо с гладкими валками с механическим подъемником для листов больших размеров.

На рис. 550 и 551 изображен такого рода стан, установленный на заводе в Seraing. Валки его мало отличаются друг от друга по своим размерам, но чистовые валки изготовлены из более твердого

1) Этот процесс применяется в России на некоторых уральских заводах с 1850 года.
 2) При толщине листов 1,5 мм валки делают 60 оборотов в минуту
 " " " 1,0 " " " 50 " " "
 " " " 0,75 " " " 40 " " "
 " " " менее 0,75 " " " 30 " " "

металла и закалены. Часто довольствуются одной парой валков, которые являются и обжимными и чистовыми. В этом случае валки нагреваются гораздо сильнее, а потому не следует, если они закалены, охлаждать их поливая водой, а приходится останавливать стан.

В прокатных станах этого типа верхний валок уравнивают для того, чтобы он при выходе изделия из валков не падал свободно на нижний валок с высоты равной его подъему. Для этого валок

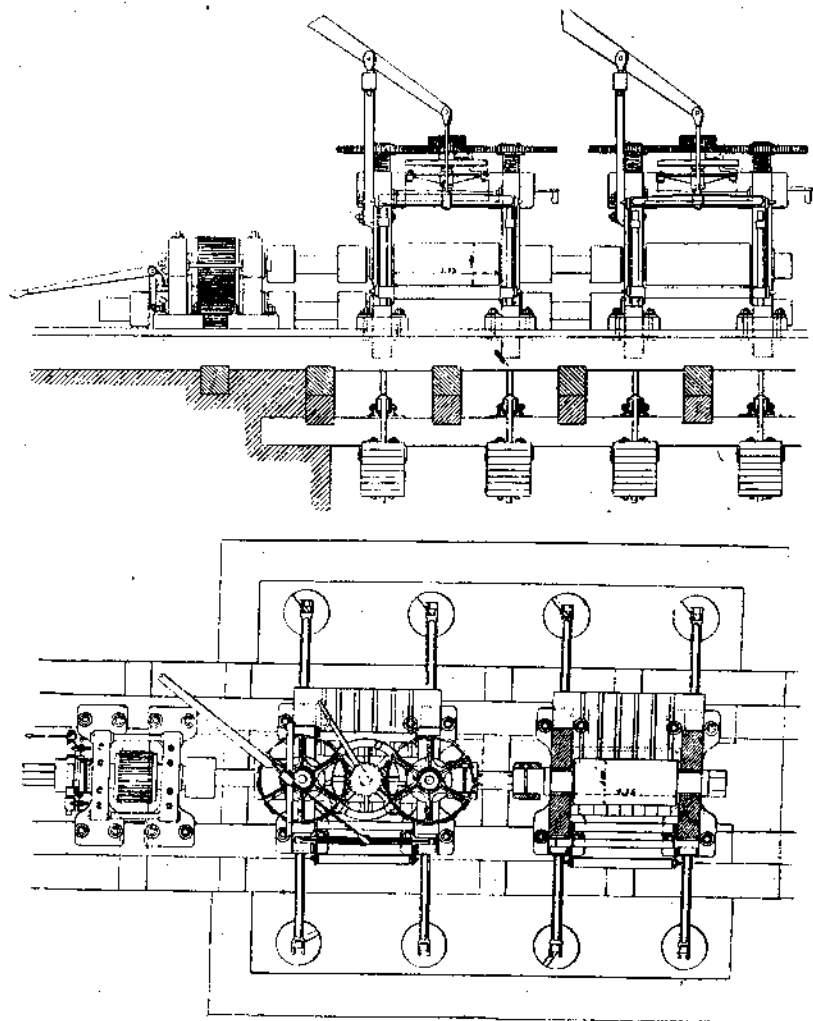


Рис. 550—551.

лежит на подушках, соединенных с траверсами и штангами, приводимыми в действие рычагами с уравнивающими грузами.

При каждом пропуске верхний валок плотно прижимает к листу до тех пор, пока он не получит желательную толщину. Точная по толщине прокатка очень затруднительна. Иногда можно констатировать неравномерности толщины, достигающие от 1 до 2 мм и даже больше.

Листопрокатный стан иногда устраивают с одной парой обжимных валков и одной парой чистовых: точно так же пользуются станами-трио.

Для обжима широких пакетов, так же как и крупных отливок, пользуются прокатным станом с двумя парами валков или дифференциальным станом, который вполне удовлетворяет своему назначению. Он хорошо расправляет продольные кромки листов и производит боковые давления, вызывающие сварку составных частей пакета.

Этого рода станы особенно пригодны для прокатки листов небольшой толщины, широких плит (иногда их прокатывают до размеров 60 мм × 500 мм × 20 мм), которые поддаются прокатке на реверсивных станах и на станах прерывного действия. В последнем случае стан должен иметь три пары валков одну горизонтальную и две пары вертикальных по одной с каждой стороны.

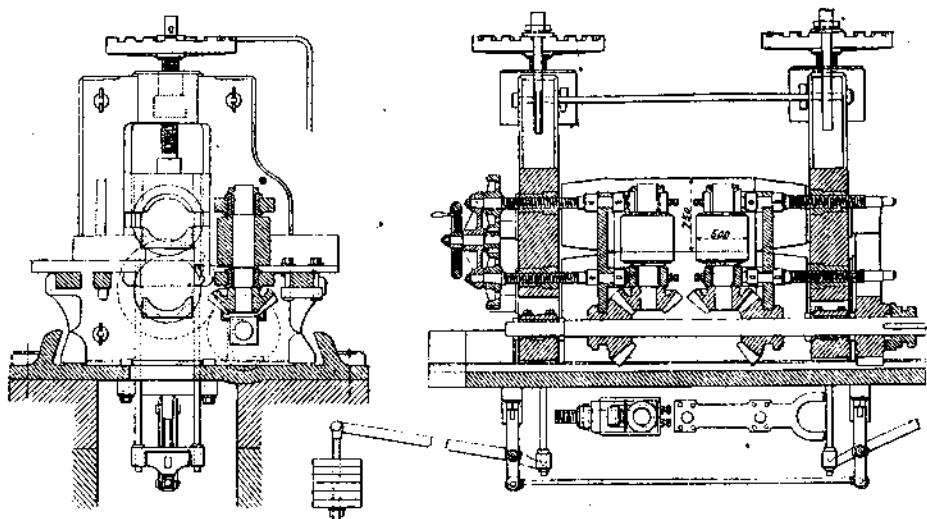


Рис. 552—553.

На рис. 552 и 553 изображен старинный листопрокатный стан с двумя парами валков. Диаметр горизонтальных валков 750 мм при длине полотна 2 500 мм. Длина полотна вертикальных валков 500 мм.

Скорость горизонтальных валков колеблется между 30 и 60 оборотами в минуту, в зависимости от размеров пакетов и листов. Скорость вертикальных валков одинакова со скоростями горизонтальных валков.

Универсальный листопрокатный стан системы Билей и Адамс.

Для прокатки широких плит, универсальный стан, изображенный на рис. 554—556¹⁾, имеет приспособления, допускающие легкую установку вертикальных валков *B* при помощи ручных маховиков, установленных на винтах *E* (рис. 556). Движение этих винтов передается каждому нижнему соответствующему винту *E*, посредством шестерен *F*, посаженных на гайки винтов *E'*. Для прокатки крупных предметов между станинами *C* на обеих сторонах стана как вверх, так и у основания устроены направляющие.

На рис. 557—558 изображено устройство стана-трио. Приводные винты двух пар вертикальных валков *B* поворачиваются одновременно каждым из ручных маховиков и рядом шестерен, соединяющих между

¹⁾ Патент 29 Июля 1889 г.

собой четыре винта, воспринимающие боковые давления. Последние таким образом распределяются равномерно, вследствие чего избегается изгиб валов, несущих валки *ВВ*.

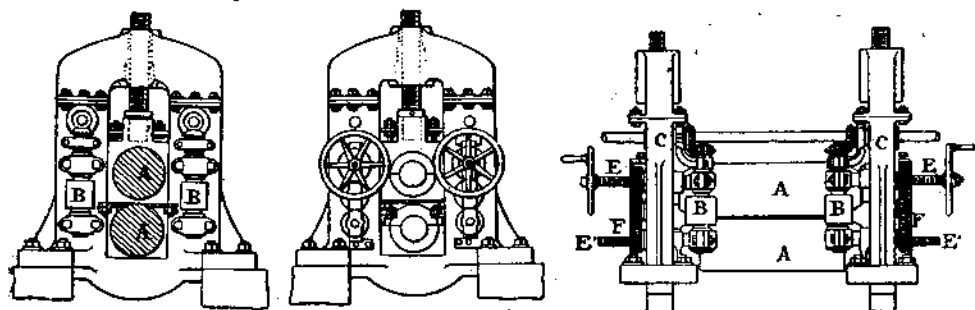


Рис. 554—556.

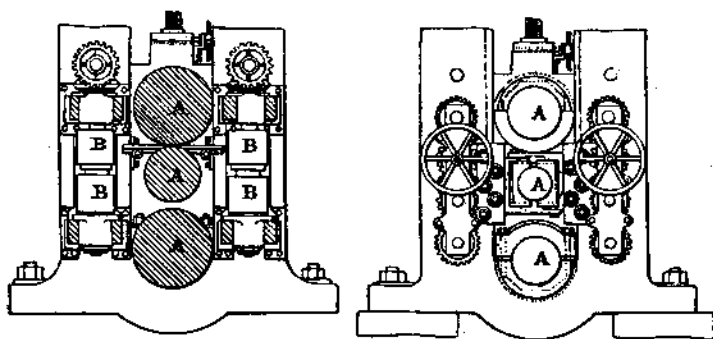


Рис. 557—558.

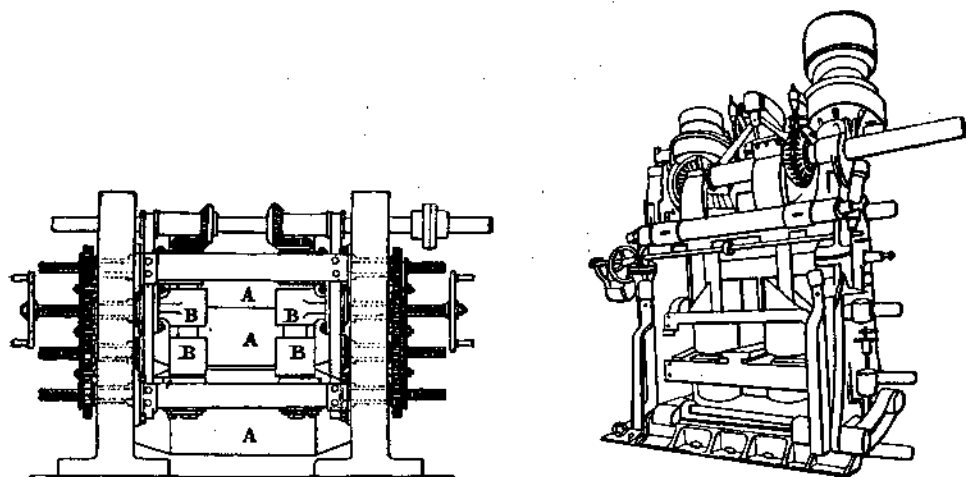


Рис. 559—560.

На рис. 559—560 изображено устройство стана-трио с диаметром валков в 450 мм с универсальной клетью.

Диаметр валков для прокатки крупных листов колеблется от 500 мм до 800 мм, длина полотна от 1500 мм до 3300 мм, а высота подъема от 300 мм до 500 мм.

Скорость стана колеблется от 30 до 60 оборотов в минуту.

Скорость должна быть больше при прокатке длинных и узких листов, нежели при прокатке широких листов.

Листопрокатные станы новейшей конструкции чаще всего реверсируются переменной направления вращения электромотора, развивающего несколько тысяч лошадиных сил.

В журнале Engineer, том CXIV, за 1912 год приводится описание вертикальной реверсивной паровой машины в 12 000 л. с., приводящей в действие листопрокатный стан 740 мм на заводе Durham Steel and Iron Company South в Вест Хартлепуле. Машина имеет 3 цилиндра диаметром 1 200 мм с ходом поршня в 320 мм и может делать 80 оборотов в минуту; давление пара 11 атмосфер, диаметр распределительных клапанов 355 мм.

Поршни отлиты из стали для уменьшения веса их, поршневые скалки диаметром 230 мм сделаны из никкелевой стали, шатуны — из мартэновской стали длиной 3300 мм и диаметром 200 мм.

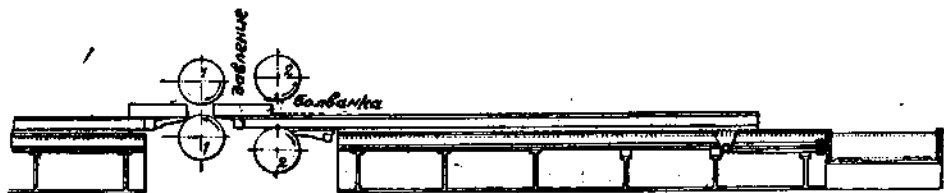


Рис. 561.

Вал отлит из мартэновской стали. Подшипники диаметром 510 мм и длиной 590 мм отлиты из чугуна. Нижние вкладыши имеют круглую форму, вследствие чего разборка их возможна, не поднимая вала.

Эта машина снабжена приспособлением Crowe-Davy, действующим на реверсивный привод и на демпфер каждого цилиндра посредством одного рычага. Впускной вентиль управляется гидравлическим давлением, а при случайном прекращении этого давления он автоматически закрывается уравновешивающим грузом. Это предохранительное приспособление точно так же закрывает вентиль, когда скорость машины переходит допустимую и таким образом предупреждает разнос. Для управления машиной требуется один машинист, который легко приводит в действие все ее рычаги.

Листопрокатный стан Лаутса с диаметром наружных валков в 960 мм и длиной полотна 3 200 мм и средним валком диаметром 600 мм требует двигателя в 1 000 лош. сил, делающего 240 оборотов в минуту. Подъемные столы, снабженные роликами, требуют мотора в 100 лош. сил.

Листопрокатный стан допель-дуо завода Forges de l'Norme.

Чтобы устранить подъем листа и реверсирование стана, стан, изображенный на рис. 562 — 564 ¹⁾, имеет две пары валков, вращающихся в противоположных направлениях. Лист прокатывается сперва между парой валков № 1, а затем между парой валков № 2.

Верхние валки уравновешивают друг друга посредством соединяющих их рычагов.

¹⁾ Патент 29 марта 1876 г.

Валки каждой пары соединены таким образом, что если один из них поднимается, то другой опускается.

Урегулировав расстояния между валками, нижний валок упирают на широкий клин. Так как валки связаны друг с другом, то они уже не могут сместиться.

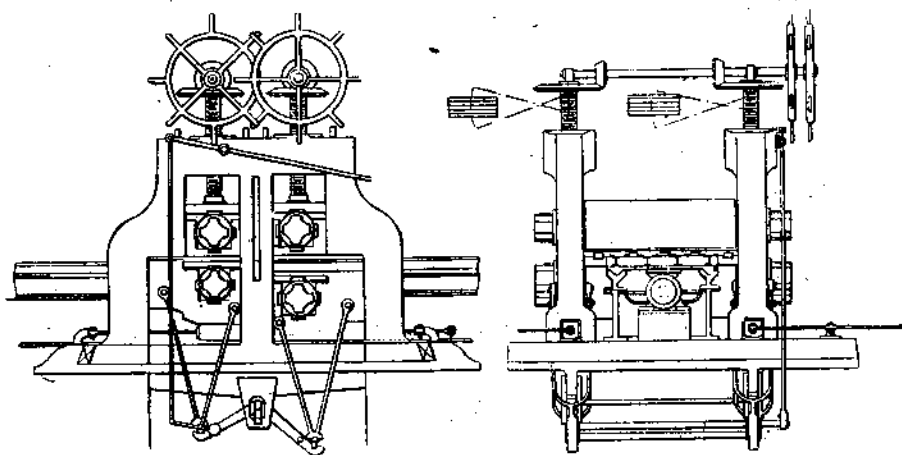


Рис. 562—563.

На обоих концах стана устроены столы, которые поочередно переносят лист из одной пары валков в другую. Для пропуска стола валки первой пары расходятся. Столы приводятся в действие паровыми поршнями.

Листопрокатный стан-трио системы Вельмана.

Листопрокатные станы системы Самуила Вельмана, старшего инженера Otis Steel Company, установлены на заводах этого общества в Кливленде, Спрингфильде, Спарк Кроссе и Шенберге, близ Питтсбурга. Устройство этих станов изображено на рис. 565—568.

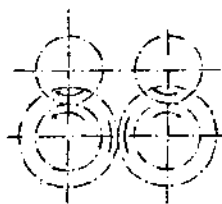


Рис. 564.

На рис. 565 изображен вертикальный разрез по валкам и подъемным столам, на рис. 566—вид в плане и горизонтальное сечение. На рис. 567 изображен в тройном масштабе вертикальный разрез клетки, по которому можно судить о способе подъема и опускания среднего валка.

Валки *A*, *B* и *C* образуют трио Лаутса, при чем приводятся только верхний и нижний валки, а средний валок вращается трением. Столы *DD'* расположены по обе стороны валков. На своих наружных концах столы поддерживаются горизонтальными цапфами, позволяющими их внутренним концам, прилегающим к валкам, подниматься и опускаться насколько то требуется. Эти передвижения столов *DD'* производятся гидравлическим цилиндром *E* с поршнем *E'* (рис. 565). Последний штангами *aa'*, коленчатыми рычагами *bb'* и вертикальными штангами *cc'* связан со свободными внутренними концами столов *DD'*. Можно видеть, что при движении поршня *E* влево оба стола одновременно поднимаются; а вместе с ними отливка или плита поднимается до верхнего уровня среднего валка. Столы *DD'* имеют ряд роликов, которые одновременно вращаются вперед или назад,

в зависимости от подъема или опускания стола и в зависимости от направления перемещения плиты. Это переменное вращение роликков производится паровой реверсивной машиной *F* (рис. 566) с соответствующими передачами. Передачи эти довольно сложные, вследствие того, что передача движения не должна нарушаться независимо от положения столов. Передача устроена следующим образом: реверсивная

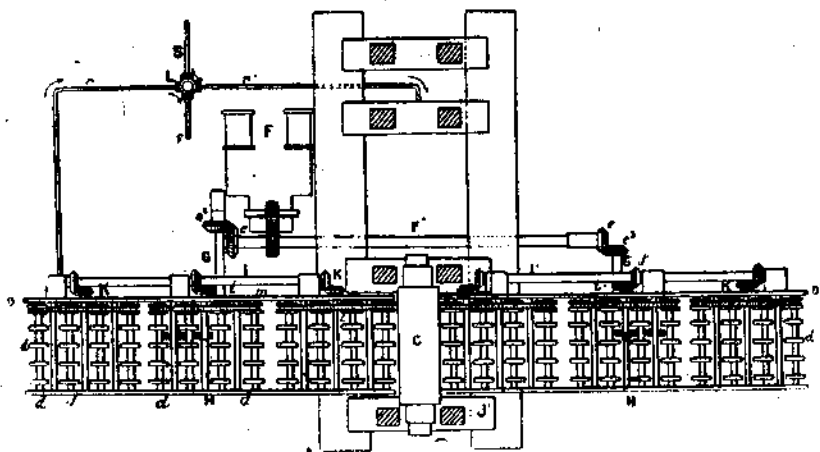
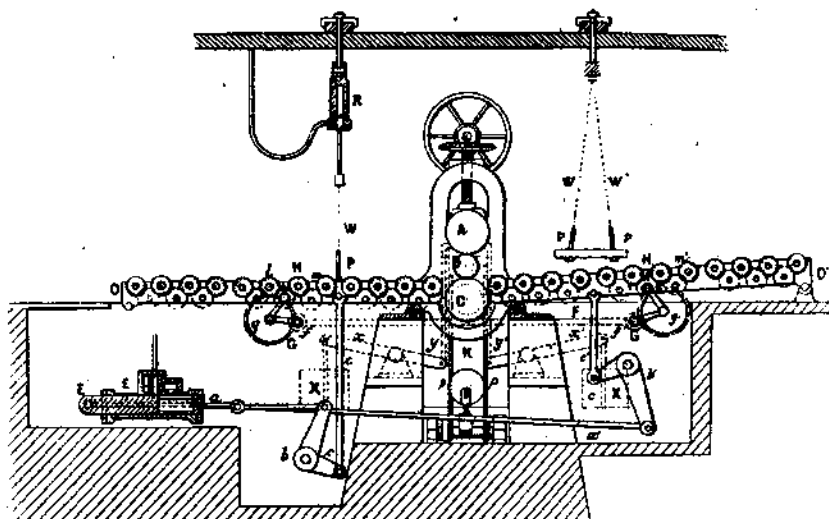


Рис. 565—566.

паровая машина вращает вал *F'*. Этот вал имеет на обоих своих концах конические шестерни *ee'*, сцепляющиеся с шестернями *e²e³*, укрепленными на концах валов *GG'* (рис. 566). Валы *GG'* (рис. 565) посредством конических шестерен *ff'*, а также шестерен *gg'* и *hh'* передают движение валам *HH'*, укрепленным к столам.

Последние валы, в свою очередь, шестернями *ii'* (рис. 566) и *JJ'* вращают нижние валы *JJ'*. Эти валы снабжены соответствующим количеством конических шестерен, сцепляющихся с шестернями *KK'* валов *JJ'*. Наконец, шестерни *ll'*, укрепленные на валах *JJ'* (рис. 566), вращают шестерни *m*, укрепленные на оси каждого ролика (рис. 565—567).

Как видно, благодаря передаче fgh , в которой шестерня f неподвижна, а шестерня h движется вместе со столом, ролики dd' можно приводить во вращение в обоих направлениях как во время подъема, так и во время опускания столов DD' .

Кроме этого движения столов и валков, стан имеет третье вспомогательное движение. Действительно, когда столы DD' опущены, необходимо приподнять средний валок B , чтобы освободить проход для прокатываемой плиты, а когда столы DD' подняты, необходимо опустить средний валок. Это движение придается валку B гидравлическим цилиндром K с поршнем K' (рис. 568), соединенными с подушками валка B посредством скалки, коленчатых рычагов oo' и тяг $л$ и pp' . При движении поршня K' вперед валок B поднимается, а когда поршень принимает свое нормальное положение, валок B опускается снова.

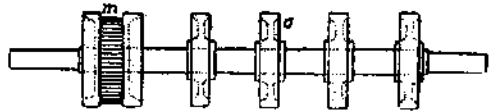


Рис. 567.

Пар или вода, приводящие в движение поршни цилиндров F и K , проходят через четырехходовый кран L (рис. 566), от которого отходит труба $г$ к цилиндру E и труба $г'$ к цилиндру K . Труба S соединяет кран с котлом или резервуаром, а труба s служит в качестве выпускной. Таким образом резон видно, что выпуск пара или воды в цилиндр E совпадает с выпуском их из цилиндра K и наоборот. В результате столы DD' поднимаются, когда средний валок B опускается, и обратно.

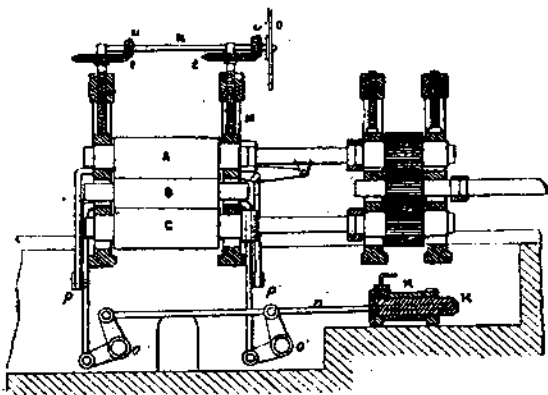


Рис. 568.

Для зажима валков A , B и C устроены два винта MM' (рис. 568), вращающихся в гайках, устроенных в верхней части клетки. Нижние концы винтов упираются в подушки верхнего валка. Винты соединены с валом N , приводимым во вращение маховиком O посредством шестерен tt' и uu' . Одна из шестерен u надета неподвижно на вал N , тогда как другая u' может вращаться на нем помощью механизма, не

изображенного на рисунке. Таким образом, поворачивая рукоятку, можно поднимать винт M' независимо от винта M .

Такое устройство позволяет компенсировать изнашивание направляющих станин. Иногда зажим валков производится паровой двухцилиндровой машиной, установленной поверх головки станины.

Для уравнивания верхнего валка A и прижимания его к винтам MM' ниже уровня пола устроены противовесы XX' , действующие на нижние поверхности подушек валков посредством рычагов xx' и вертикальных штанг uu' .

Механизмы, предназначенные для манипулирования и переворачивания плит на столах, можно видеть на рис. 565. Они состоят из рычагов P , расположенных в соответствующем количестве по обе стороны прокатываемого изделия. Эти рычаги, приводимые в действие вручную,

подвешены цепями или штангами WW' к поршню вертикального цилиндра R (рис. 565) с левой стороны. Цилиндр, в свою очередь укреплен на цапфе поверх стола.

Ролики dd' столов DD' (рис. 567) образованы из нескольких колесиков одинакового диаметра, установленных на валу на небольших расстояниях друг от друга. Такого рода ролики легче и экономичнее массивных роликов.

Станы Вельмонта пользуются в Соединенных Штатах большим успехом. Если аппарат должен одновременно поднимать и поворачивать лист, то концы цепей прикрепляют так, чтобы поддерживать лист и позволять поворот его в горизонтальной плоскости. Такая система изображена на правой стороне рисунка 565.

На заводе в Кливленде, где стан Вельмонта был установлен раньше других, он соединен с быстроходной одноцилиндровой паровой машиной завода Портер-Аллен. Цилиндр этой машины имеет диаметр 1 000 мм, ход поршня равняется 1 200 мм. Машина делает 100 оборотов в минуту при давлении пара в 5,5 атмосфер и развивает от 1 100 до 1 200 индикаторных лошадиных сил. Валки имеют диаметры в 775 и 575 мм и длину полотна 2 800 мм. Валки закалены на глубину свыше 25 мм. Верхний и нижний валки делают 67 оборотов в минуту. Вал машины приводит их в действие небольшой шестерней, сцепляющейся с шестернями большего диаметра на осях валков.

Листы поливаются большим числом водяных струек, направляемых под давлением, которые удаляют окалину и придают им блестящий вид.

Такая обработка металла одновременно выправляет листы.

Отливки нагреваются в трех печах и не подвергаются ни прокатке на блумингах ни проковке, а прокатка производится при одном нагреве в одной только клетки. Тем не менее некоторые листы вследствие их незначительной толщины и больших размеров приходится нагревать два раза. Стан, установленный в Кливленде, прокатывает в течение 10 часов 125 тонн листов.

Стан, установленный в Спрингфильде, лишь немногим отличается от предыдущего.

Оба стола с роликами имеют в длину 3,0 метра. Изделие остается на них от начала до самого конца прокатки. Они позволяют изготовлять очень тяжелые листы при небольшом количестве рабочих. По окончании прокатки конец одного из столов наклоняют к холодильнику. Последний представляет собой ряд чугунных коробок, заполненных водой, которая охлаждает их. Коробки свободно закрыты крышками. Листы лежат на этих крышках и, охлаждаясь, делают совершенно прямыми и плоскими. Длина холодильника свыше 4 метров. Листы снимают в сторону гидравлическими приспособлениями. Отсюда листы забирают гидравлическим краном и укладывают на землю, где производится разметка для обрезки или же их подают прямо к ножницам.

Ножницы эти чрезвычайно интересны. Веса́т они свыше 70 тонн и настолько мощны, что могут резать лист толщиной 29 мм по длине до 2 500 мм.

Для предупреждения быстрого изнашивания среднего валка в станах-трио, а также для развития более сильных давлений чем те, которые возникают когда этот валок вращается лишь в силу сцепления с листом, последний устанавливают таким образом, чтобы он попеременно касался то верхнего то нижнего валка. Вследствие этого трение, развивающееся между листом и одним из крайних валков, а также между обоими соприкасающимися валками, способствует увеличению изделия.

Средний валок можно устанавливать неподвижно, в каком случае перемещают вертикально два других валка, которые один приводятся от двигателя 1).

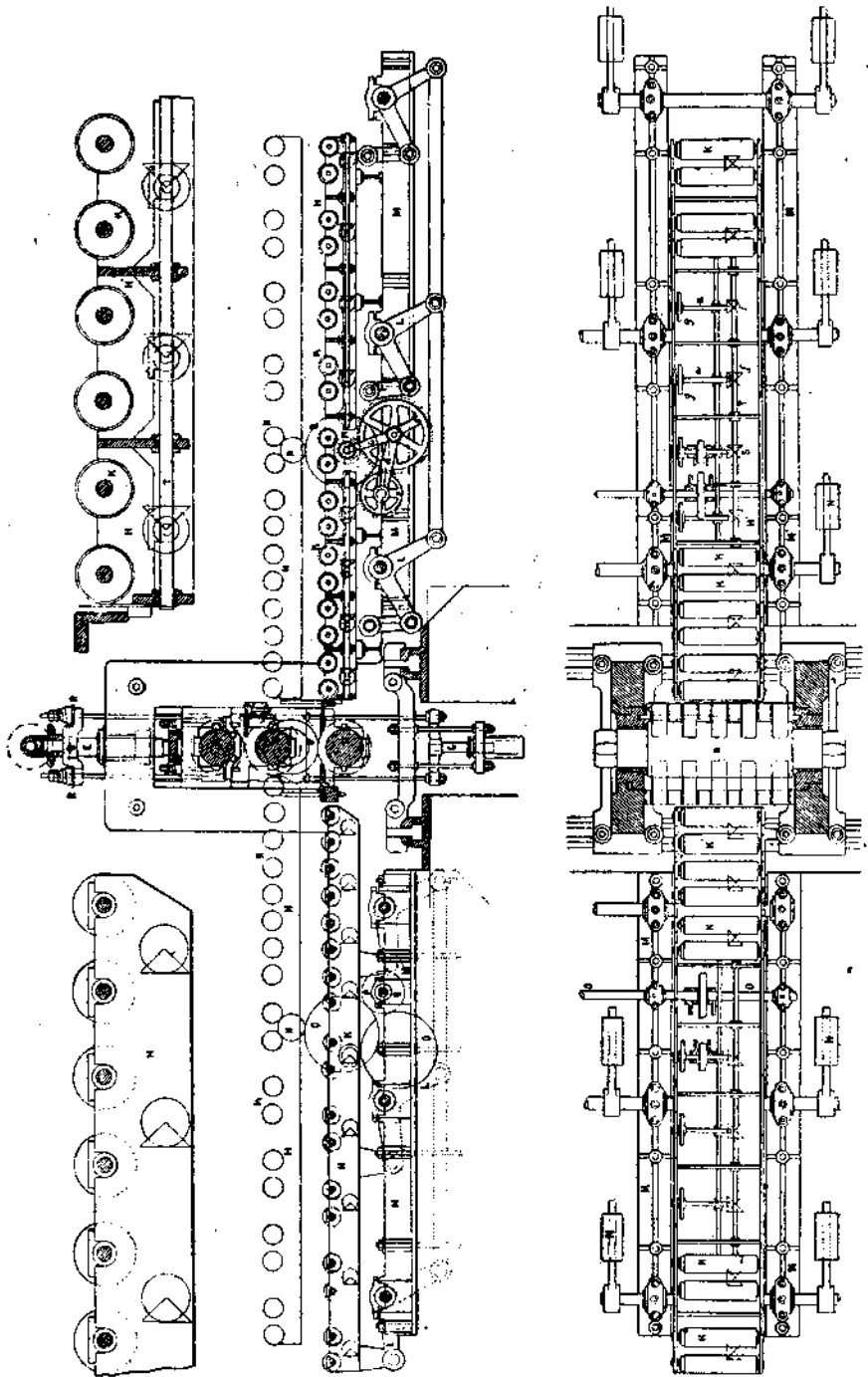


Рис. 569—570.

1) Патент Thomas 17 марта 1892 г.

Общество Сталелитейных заводов в Лонгви (*Société des Acieries de Longwy*) приняло устройство стана, изображенное на рис. 569 и 571.

Верхний валок не уравновешен. Он удерживается нажимными винтами *E*, регулирующими расстояние между валками. Для этого на фланец каждого винта положена балка *D*. Эта балка соединяется с соответствующими подушками двумя штангами. Пружины *R* помещаются между гайками штанг и поперечной балкой и предназначаются для того, чтобы не допустить слишком сильного зажима или игры между подушками и винтами. Такая игра вызвала бы удар при каждом пропуске изделия.

Средний валок *B*, который при каждом пропуске проходит все расстояние между верхними или нижними валками, уравновешивается двумя гидравлическими поршнями *G*, помещающимися каждый под соответствующими стойками станы.

Нижний валок *C* установлен неподвижно и упирается на станы. Столы с приводимыми роликами придают изделию поступательное движение для ввода

его между валками или для отвода после пропуска.

Столы поддерживаются рычагами *L*, укрепленными к горизонтальным валам. Один из этих валов имеет на конце рычаг, связанный с паровым или гидравлическим аппаратом, производящим подъем и опускание

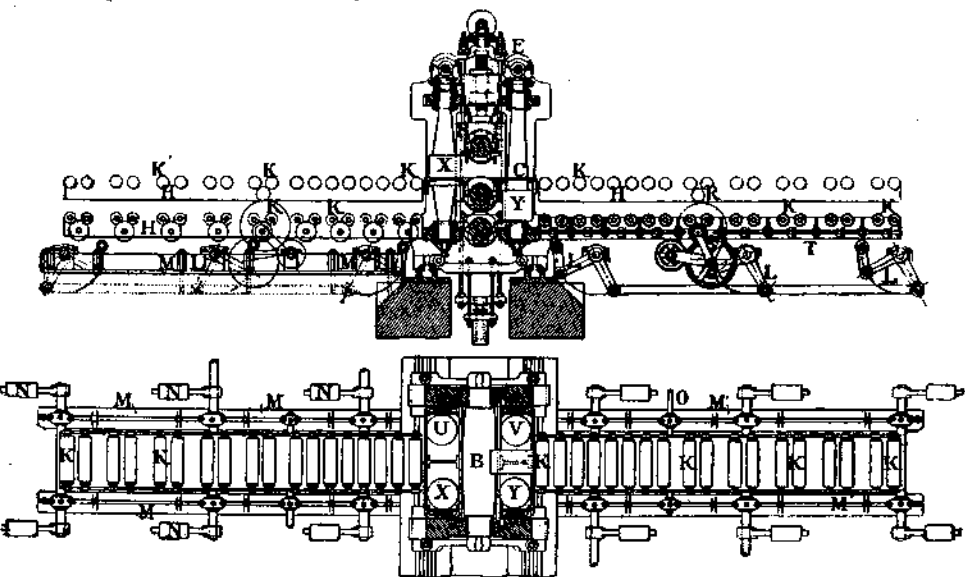


Рис. 572—573.

столов, уравновешенных грузами *N*, расположенными сбоку. Вращательное движение валков в том или другом направлении производится небольшим реверсивным мотором, вал которого *O'* лежит в подшипниках, устроенных в продольных станинах *M M'*.

Этот передаточный вал имеет шестерню *P*, сцепленную с промежуточной шестерней *Q*. Оси этих двух шестерен соединены друг с другом штангами *d*, поддерживающими расстояние между центрами. Шестерня *Q* сцеплена с шестерней *R*, вал которой укреплен к столу и перемещается вместе с последним. Шестерни *Q* и *R* точно так же соединены двумя штангами *С*, поддерживающими расстояние между их центрами.

При всех положениях, которые только может принимать стол, как, например, при наклонном или вертикальном подъеме, ролики продолжают вращаться вследствие устройства конической шестерни *S*

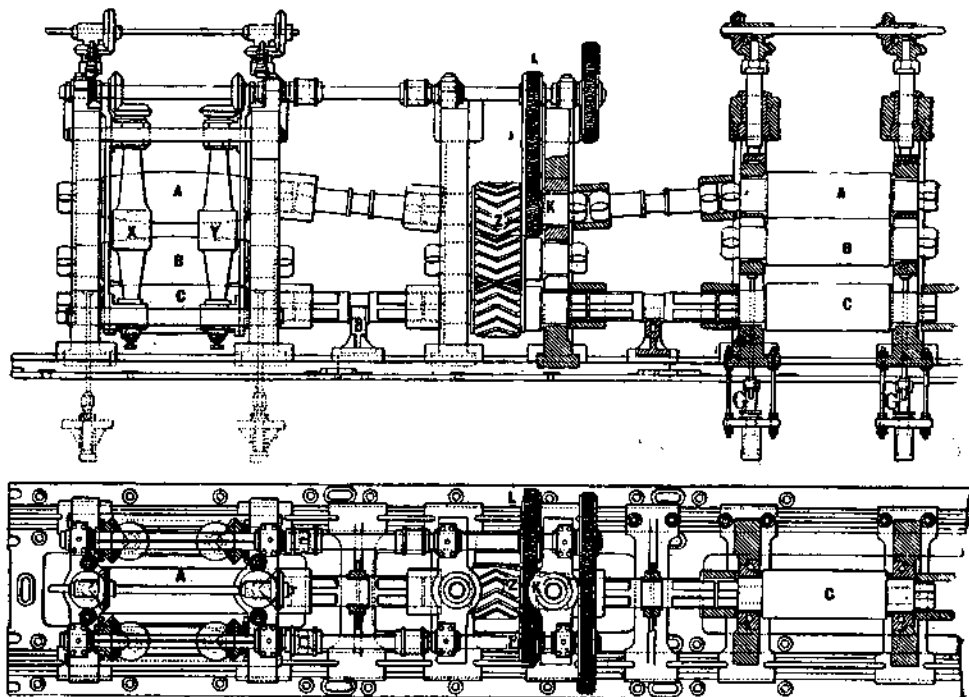


Рис. 574—575.

(рис. 570), передающей вращение валу *T*. Последний, в свою очередь, передает его коническими шестернями *f* валом *л*, помещающимся под роликами. Эти валы имеют небольшие цилиндрические шестерни *g*, приводящие во вращение ролики.

Чтобы при выходе изделия во время прокатки его между верхним и средним валками избежать упора листа в переднюю сторону подъемного стола, на подушках среднего валка укреплены столы таким образом, что они следуют за вертикальными движениями этого валка. На этих столах располагают по мере надобности направляющие, принимающие изделия.

Эти же приспособления точно так же имеются и в стане, изображенном на рис. 572 и 573, предназначенном для прокатки толстых листов по всем четырем поверхностям или для прокатки широких плит, которые должны иметь равномерную ширину.

По обе стороны горизонтальных валков расположены два вертикальных валка *X* и *Y*, которые приводятся во вращение от шестереночной клетки (рис. 574 и 575). Эти валки позволяют прокатывать изделие и пластом, а также на ребро при входе его или при выходе из стана, в зависимости от того между какими валками производится пропуск.

Для этого они приводятся в действие промежуточной шестерней *J*, сцепляющейся с одной стороны с шестерней *K* на одном валу с шестерней *Z*, а с другой стороны — с шестернями *LL*, укрепленными на каждом из горизонтальных трансмиссионных валов, помещающихся над стойками. Эти два вала сцеплены между собой шестернями снаружи стоек.

Благодаря такому устройству конические шестерни, приводящие в действие вертикальные валки, придают им вращательное движение, соответствующее направлению вращения горизонтальных валков. Вертикальные валки помещают спереди или сзади стана. На рис. 574 и 575 изображен двухклетный стан с удачно скомбинированными новейшими приспособлениями.

Стан Лаутса для прокатки толстых листов, установленный на сталелитейных заводах Карнеджи (*EU*), имеет верхний и нижний валки диаметром 900 мм и средний валок диаметром 600 мм, приводимый во вращение трением. Длина полотна валков 2800 мм.

Первые валки приводятся в действие трехфазным электромотором в 4000 лощ. сил, напряжением 6600 вольт и делающим 83 оборота в минуту. Шестереночная передача уменьшает число оборотов в отношении 17/11 (53 оборота).

Этот мотор обычного типа с двумя подшипниками и с обмотками на роторе. Маховик установлен на валу ротора между двумя подшипниками. Весит он 55 тонн, а диаметр его равняется 5,80 метра.

Зажим валков производится электромотором в 100 лощ. сил, приводящим во вращение червяк.

Для замены валков установлен электрический кран с мотором в 50 лощ. сил.

Прокатанные листы поступают на правильную машину, где выправляются, и затем проходят через ножницы. Ежемесячная производительность стана достигает 19000 тонн листов размером $2500 \times 2000 \times 40$ мм, которые прокатываются из болванок весом 1900 кг и толщиной 115 мм.

Затраты энергии достигают 50 *kWh* → на тонну. Коэффициент полезного действия стана равняется 75%.

Для прокатки листов можно точно так же воспользоваться станом-дуо. Стан в данном случае приводится в действие паровым двигателем с шестереночной передачей, промежуточным сцеплением и тормозом для перемены направления вращения. Двигатель должен быть очнь сильным. Так, например, установка может состоять из горизонтальной двухцилиндровой машины с диаметром цилиндров 850 мм и ходом поршней 1400 мм, делающей максимум 77 оборотов в минуту. Диаметры валков стана-дуо — 1000 мм при длине полотна 3000 мм, число оборотов в минуту 17.

В зависимости от производимого станом давления, развиваемая двигателем мощность сильно колеблется.

Так, при прокатке отливки весом 3800 кг в лист размером $12,40 \text{ м} \times 1,80 \text{ м} \times 14 \text{ мм}$ индикаторные диаграммы, снятые при пятом пропуске, показывают мощность в 294 лощ. силы.

По мере уменьшения толщины листа потребная мощность возрастает. При 9-м пропуске мощность удваивается, при 13-м она достигает 640 лощ. сил, а при 23-м доходит до 682 лощ. сил.

Начиная с этого момента, так как изменение толщины листа происходит медленно, мощность понижается до 292 лощ. сил. при 33-м пропуске. Двигатель и стан-дуо затрачивают при холостой работе 240 лощ. сил.

В следующей таблице мы приводим данные о потребной мощности машины при прокатке листа с размерами $4,0 \text{ м} \times 2,35 \text{ м} \times 20 \text{ мм}$ из болванки весом 2 200 килограмм.

Порядковый № пропуска	2	6	10	15	23	26	29
Мощность лош. сил	296	284	272	522	327	564	268

Электрический привод для прокатки листов от 16 до 24 мм устроен следующим образом. Маховик весом в 100 тонн диаметром 9,0 м, установлен между двумя станами и приводится во вращение асинхронным электромотором трехфазного тока, рассчитанным на развитие мощности в 1 000 лош. сил, делающим 200 оборотов в минуту. Вследствие того что, как видно на диаграмме (рис. 576), мощность, потребная для приведения в действие данного стана, колеблется между 100 kW и 1 500 kW ; удовлетворились мотором в 1 000 лош. сил.

Мотор не имеет вовсе регулятора скольжения. В обмотку ротора включено только постоянное сопротивление, вследствие чего скольжение между полной нагрузкой и холостым ходом равняется 15%.

Угловая скорость электромотора уравнивается упругой трансмиссией таким образом, что он придает стану равномерную скорость в 35 оборотов в минуту. Эта скорость при прокатке листов должна колебаться как можно меньше, чем и объясняется, что трехфазный мотор не имеет регулятора скольжения.

Все вспомогательные приспособления стана приводятся в действие также электрической энергией.

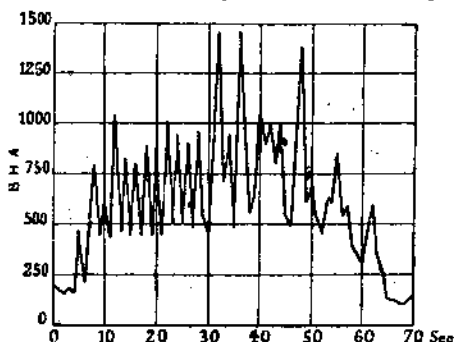


Рис. 576.

Прокатка изогнутых листов.

Лист изгибается, если толщина краев его неодинакова, вследствие непараллельности установки валков, вызывающей удлинение наиболее тонкого края листа. Таким образом, лист, который должен выйти плоским и прямым, принимает более или менее сильную кривизну, образуя кольцевой сегмент.

Этим процессом пользуются при изготовлении листов с изогнутым профилем, представляющим эвольвенту конической поверхности с обычно незначительным наклоном образующих.

Другой способ производства такого рода листов заключается в изменении скорости прокатки путем применения конических валков и равномерного давления по всей их длине.

Первый процесс обладает тем недостатком, что придает листу меньшую толщину на стороне с большим радиусом закругления, тогда как при втором способе получается более равномерная толщина.

Первый процесс применяется для придания круглым листам меньшей толщины на окружности, нежели в середине. Такая неравномерность листа иногда требуется при штамповании, чтобы получить изделие со стенками одинаковой толщины.

Если прямоугольный лист должен быть на одной половине своей длины толще, нежели на другой, то в конце прокатки на ту часть его, которая должна иметь меньшую толщину, накладывают последовательно несколько листов, толщина которых постепенно возрастает.

Операция производится в четыре или пять пропусков. Например, нагретый медный лист прокатывают в один или два пропуска до толщины от 32 до 35 мм, затем на половину листа накладывают постепенно листы равной толщины в 4, 7, 9 или 10 мм и доводят ее толщину до 15 мм. Такие листы применяются при изготовлении трубчатых досок для паровозов.

Для выгиба круглых листов диаметром в 3 мм и больше, верхний валок устанавливают под углом и пропускают лист много раз, изменяя его относительное положение. Таким образом толщина круга равномерно уменьшается по направлению от центра к окружности.

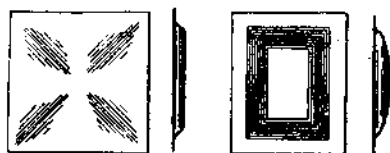


Рис. 577—578.

Производство штампованных листов.

Штампованные листы (рис. 577 и 578) применяются для изготовления стенок товарных вагонов, для устройства перил мостов, для стенок в некоторых сооружениях и т. п. Лист сперва вырезают вхолостую и нагревают в печи до красного каления. Лист штампуют в соответствующих матрицах под молотом или, лучше под прессом, давление которого поддерживают, пока металл не охладится до темнокрасного каления.

Гофрирование металлических листов.

Гофрированные или волнистые листы (рис. 579) чаще всего бывают незначительной толщины. В последнее время они идут

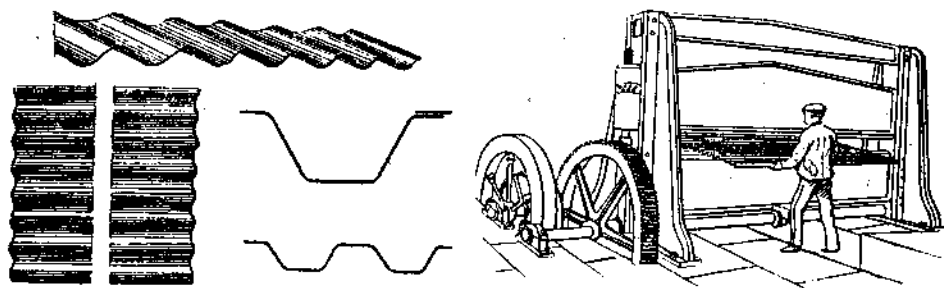


Рис. 579—580.

в довольно значительном количестве на постройку крыш, стенок, а также обшивку полотна мостов. Железные листы для предохранения от ржавчины гальванизируют, тонкие же листы обычно делают цинковыми. Гофрированными железными листами и такими же листами из мягкой стали пользуются для изготовления топок паровых котлов. Их особенно рекомендуют в последнее время, вследствие их жесткости и вследствие того, что они позволяют стенкам котлов свободно расширяться.

Тонкие листы гофрируют в холодную под прессом между матрицами или в прокатном стане. Толстые листы гофрируют в горячую, пропуская через стан.

Тонкие листы большой ширины требуют довольно сильного механического пресса, вроде изображенного на рис. 580.

Лист помещают на нижний штамп, укрепленный к столу машины, после чего опускают подвижную балку с закрепленным к ней верхним штампом, образуя волну.

Вслед затем первую волну листа помещают в соответствующее дополнительное углубление нижнего штампа, служащее направляющей, и удерживают лист вспомогательной балкой, пока верхний штамп выгибает вторую волну. Операция производится таким образом постепенно и не вызывает в металле ненормальных изгибающих или растягивающих усилий, могущих вызвать разрывы. Тем не менее гофрировать можно только очень текучие металлы.

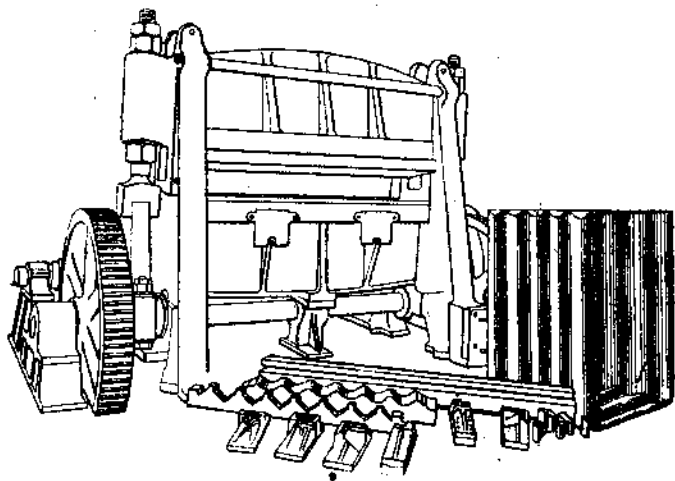


Рис. 581.

Крупные машины строятся с полезной длиной от 4 до 5 метров и дают 25 ходов в минуту.

Гофрировальные машины системы Rhodes (рис. 581) строятся двух размеров. Технические характеристики их следующие:

Полезная длина <i>мм</i>	1 500	2 400
Наибольшая толщина листов <i>мм</i>	3	4
Диаметр шкивов <i>мм</i>	500	600
Ширина <i>мм</i>	130	180
• Число оборотов в минуту	400	520
Вес <i>кг</i>	8 000	13 000

На рис. 581 изображена рудничная вагонетка, сделанная целиком из гофрированного железа, и пресс, на котором она была изготовлена.

Так как равномерность волн часто оставляет желать лучшего, то листы пропускают через чистовой стан (рис. 582), которым можно также воспользоваться для непосредственной гофрировки листов.

Операция прокатки между валками с продольными ручьями занимает значительно меньше времени, нежели под прессом прерывистого действия. Такого рода валки можно рассматривать как пресс непрерывного действия.

Волны образуются постепенно по мере прохождения листа между валками.

Верхний валок имеет вертикальное перемещение, вследствие чего можно изменять размер волн.

Ручьям придают форму, соответствующую требующейся форме волны листа, прямолинейную или синусоидальную.

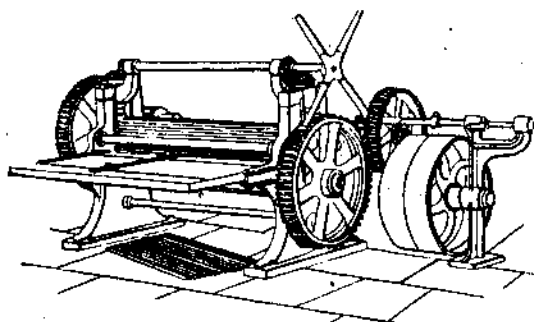


Рис. 582.

Для неизменности относительного положения валков последние сцепляют шестернями, которые обладают еще тем преимуществом, что допускают некоторую игру между валками, способствующую увлечению листа в начале операции, когда деформация незначительна. Валки должны быть довольно большого диаметра, так как в противном случае листы перекашиваются и средняя часть их получает более значительную скорость, нежели

края, вследствие чего получаются разрывы. Для избежания последних, валкам необходимо придавать кривизну, соответствующую прогибанию оси так, чтобы они сильно прижимали только края листа.

Подольный гиб гофрированных листов.

Листам с волнами небольшого размера, применяющимся для арочных крыш, иногда приходится придавать плавный изгиб в плоскости волн.

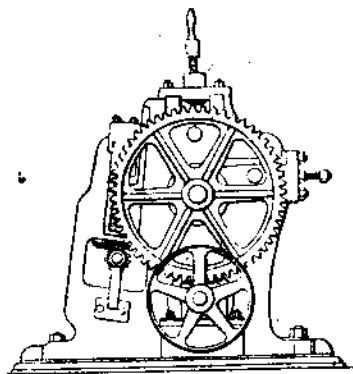
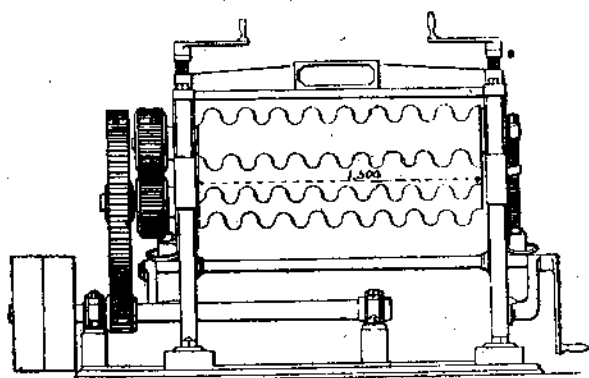


Рис. 583—584.

В этом случае пользуются вальцовкой с тремя валками (рис. 583 и 584), одинаковой с вальцовкой для загиба плоских листов, но только валки ее устраивают с ручьями, а не гладкими. Лист захватывается между двумя валками, а давление, необходимое для изгиба, производит третий валок. Этой же машиной можно пользоваться для выравнивания волн, полученных под прессом. Листы необходимо вводить перпендикулярно оси валков, во избежание скашивания. При гофрировке партии листов одинаковой толщины надо отмечать положение валков при последнем пропуске.

Гофрировка крупными волнами.

Для гофрирования крупными волнами листы сперва пропускают начерно через прокатный стан, изображенный на рис. 585 и 586. Если толщина листа превышает 2 мм, операция производится вторично. Валки устраиваются с продольными ручьями.

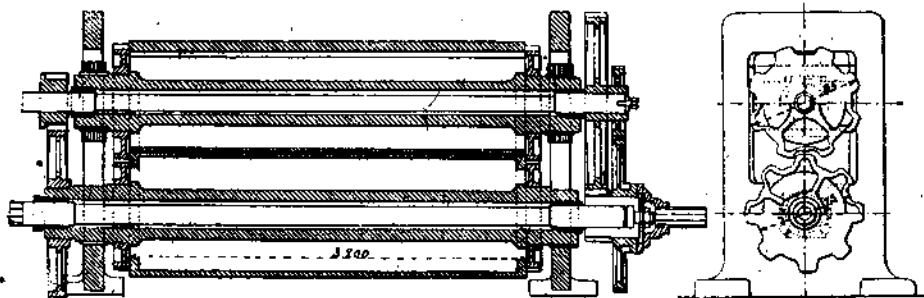


Рис. 585—586.

Листы прокатывают начисто в чистовом стане вторично или в холодную. Этот стан (рис. 587—588) имеет два вала типа, изображенного на рисунке, сцепленные друг с другом шестернями.

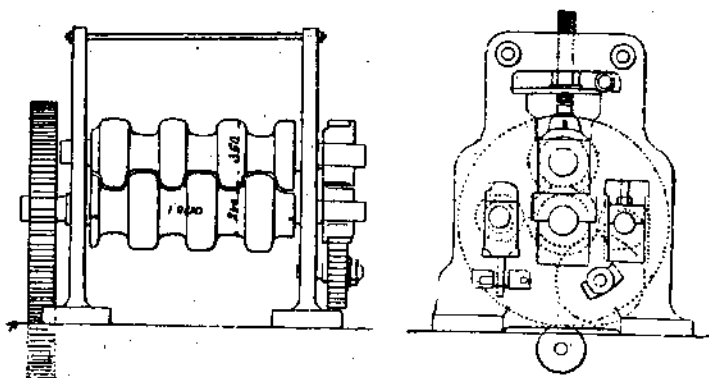


Рис. 587—588.

С каждой стороны впереди и позади валков установлены два ролика, поддерживающие лист и изгибающие его в случае надобности. Листы для обшивки полотна мостов делают длиной от 1500 до 250 мм, шириной от 500 до 1200 мм и толщиной от 4 до 6 мм.

Дисковые вальцовки для гофрирования листов.

Для гофрирования листов очень высокими волнами надо пользоваться машиной с вращающимися дисками, типа, изображенного на рис. 589—592. Нижний валок А не имеет вертикального перемещения. На валки надеты диски С, которые можно по желанию сблизить или удалить друг от друга винтами разного шага, если последние приводятся во вращение с одинаковой скоростью.

Верхний валок *B* точно так же имеет диски *C*, которые можно перемещать вдоль валка приводными винтами. Валок имеет вертикальное перемещение и производит давление необходимое, для образования волн. Последние образуются постепенно при нескольких пропусках листа. При вращении валков в обоих направлениях винты получают вращательное движение в одном и том же направлении,

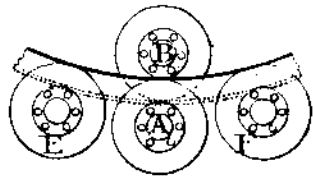
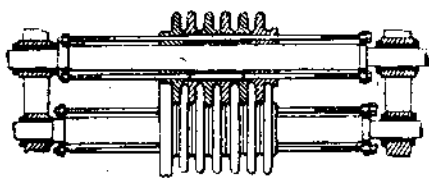


Рис. 589—590.

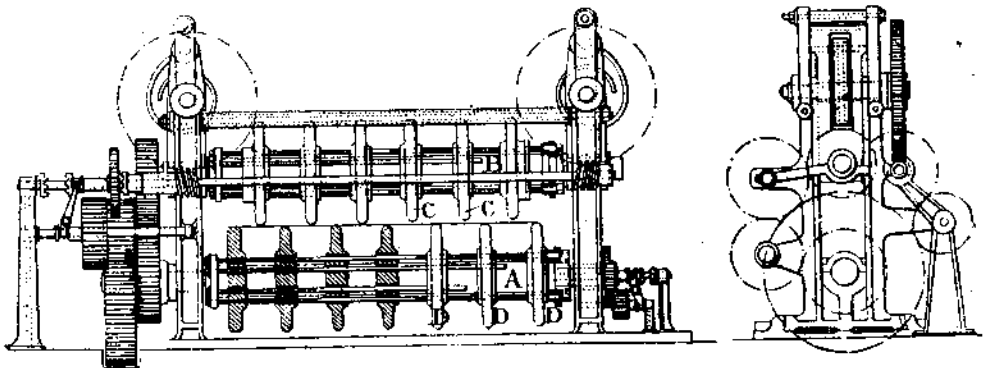


Рис. 591—592.

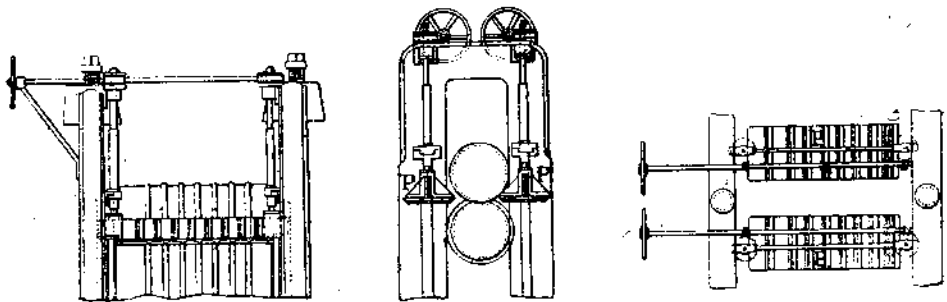


Рис. 593—595.

сближающее их. Для плавного продольного изгиба листов машину снабжают (рис. 590) валками *EF* точно так же с дисками, расположенными по обе стороны ведущих валков ¹⁾.

Гофрированные листы можно также выделять из литых болванок, криц, из заготовок в виде плит с ребрами или без них, в зависимости от сечения, придаваемого при прокатке. Длина таких заготовок должна равняться ширине готового листа. Заготовки прокатывают на стане (рис. 593—595) ²⁾ с валками, имеющими ручки.

¹⁾ Патент Бахмейера и К^о 8 марта 1882 года.

²⁾ Стан Эллиса. Патент 19 июля 1887 г.

По обе стороны валков расположено по плите *P*, направляющей лист и не допускающей каких-либо поперечных сдвигов. Эти плиты имеют углубления, соответствующие волнам листа.

Волны образуют постепенно последовательными пропусками. Верхний валок имеет вертикальное перемещение и производит давление.



Производство ребристых листов.

Заготовки для медных, железных или стальных листов¹⁾, плоских с одной стороны и покрытых ребрами на другой, отливают с соответствующими выступами, после чего обжимают и вытягивают между валками, из которых один делается гладким, а другой с фасонными ручьями. Ребристые листы применяются при постройке котлов, мостов, резервуаров, полов, перегородок и т. п. Ребра можно делать с обеих сторон листа. Для прокатки необходимо делать припуск металла с противоположной стороны ребер для заполнения ручьев во время операции и достижения вытяжки без слишком больших сдвигов металла, вызывающих разрывы.

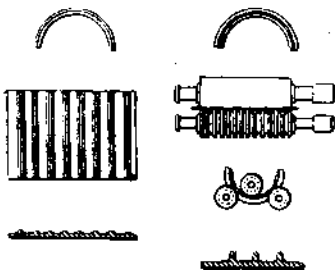


Рис. 596.

Производство вафельных листов.

Эти листы обычно имеют одну гладкую поверхность, тогда как другая покрыта перекрещивающимися ребрами небольшой высоты. Ребра эти образуют тотчас же по выходе листа из подготовительных валков, когда лист еще находится в состоянии красного каления, прокаткой

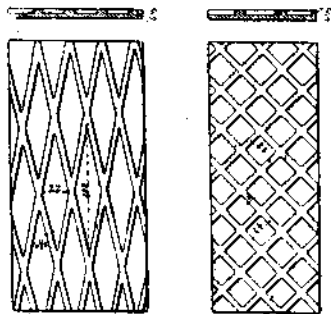


Рис. 597 — 598.

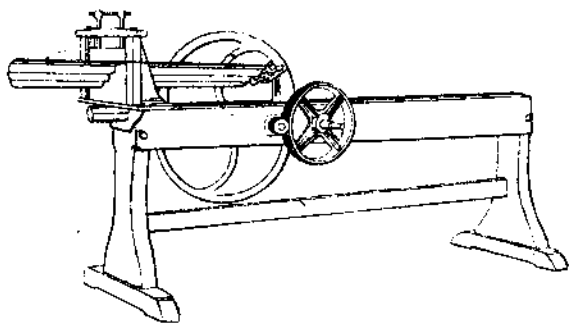


Рис. 599.

между двумя чистовыми валками: нижним — гладким и верхним — имеющим углубление и выступы, соответствующие требующемуся рельефу листа (рис. 597 и 598).

¹⁾ Патент Bazin 12 июля 1867 г.

Так как рельеф необходимо получить при одном пропуске, то требуется сильное давление. Пересекающиеся ручьи валков нарезаются совершенно так же, как и винты, на токарном станке.

Производство гофрированных листов протяжкой через волочильную доску.

Для гофрировки сравнительно узких лент продольными волнами любой формы пользуются волочильным станом (рис. 599). Волочильную доску делают из двух частей, между которыми можно изменять расстояние. Эти доски делаются сменными и устанавливаются в рамке.

Лист закрепляют к салазкам с зубчатой рейкой, которые отводят, поворачивая ручной маховик.

Протяжка применима только для гофрирования тонких листов. При значительной толщине листов такая работа обошлась бы много дороже прокатки.

Заметим, что узкие полосы можно еще гофрировать процессом складки, загибая каждую складку поодиночке под соответствующим углом на различных оправках загибочных машин.

Изготовление сеток разрезкой и растяжкой листов.

Изготовление сеток путем разрезки и растяжки листов является американским изобретением. Для этого пользуются листами из очень мягкой стали специальной выделки, толщиной от 0,5 до 0,6 мм. Лист

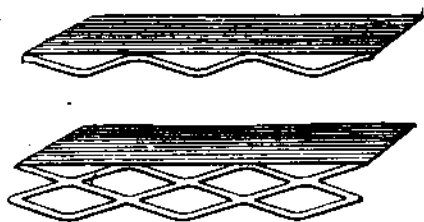


Рис. 600 — 601.

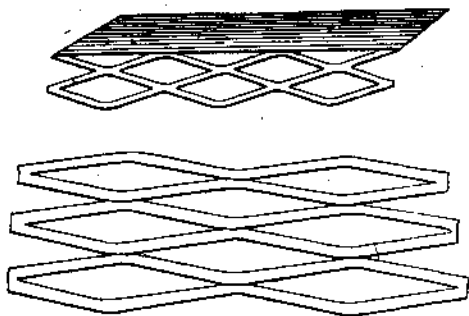


Рис. 602 — 603.

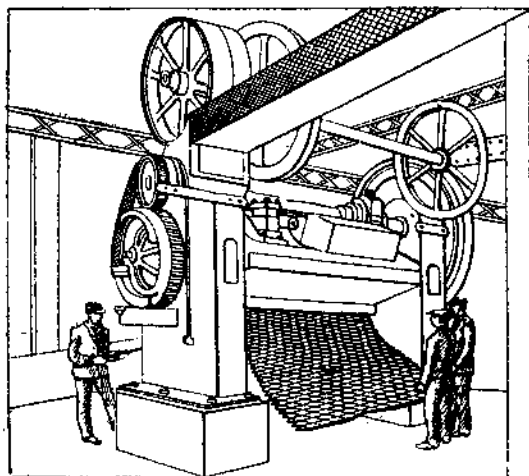


Рис. 604.

прорезают в параллельных направлениях и затем растягивают, образуя ромбические петли.

На рис. 600 — 603 изображены последовательные стадии производства посредством машины Гольдинга в Чикаго (рис. 604).

Ножи этой машины прорезают лист с равными промежутками, после чего ленты оттягивают пуансоном, образуя ромбические петли одновременно по всей ширине листа. Ширина сетки получается равной ширине листа, тогда как длина ее

превышает длину листа от четырнадцати до шестнадцати раз, в зависимости от величины петель.

Таким образом получается целый ряд сортов сеток, в зависимости от толщины листа, ширины заготовки и величины петель.

Эти изделия получили широкое распространение в особенности в качестве арматуры для железобетонных сооружений.

Машина в состоянии перерабатывать 1000 квадратных метров листов в день и позволяет выделывать сетки весом до 15 кг в квадратном метре.

Другой способ производства заключается в разрезке плоского бруска *a* (рис. 605) в двух плоскостях. Прорезы пересекаются друг с другом, прорезы в горизонтальных поверхностях бруска *a* делаются вертикальными, а на боковых поверхностях *b* — горизонтальными.

После разрезки брусок растягивают в обоих направлениях в горизонтальном и вертикальном, и получают сетку с тремя измерениями (рис. 606), состоящую из нескольких плоских слоев как, например, *bb*, связанных между собой наклонными лентами, как, например, *c* и *d*.

Такого рода сетки применяются также при бетонных работах.

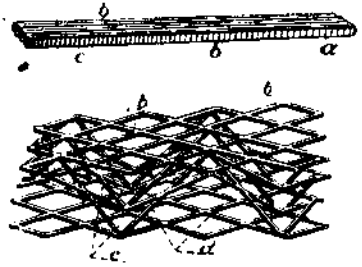


Рис. 605 — 606.

ГЛАВА VI.

Производство сельскохозяйственных инструментов, ножевых и скобяных изделий.

Сельскохозяйственными инструментами обычно называют разного рода режущие и колющие орудия для земляных и полевых работ, а также для обработки дерева, камня и кожи.

Производства эти издавна заключались в изготовлении топоров, мотыг, лопат, вил, пахотных орудий и т. п.

Эти изделия обычно выделялись кустарями в небольших мастерских, которые устраивались в таких центрах, где можно было легко получать железные материалы хорошего качества.

В настоящее время все эти изделия выделяют механически ковкой или прокаткой, т. е. процессами массового производства, которые дают возможность удовлетворять непрерывно возрастающему спросу. Производство земледельческих орудий и инструментов получило особенное развитие в Америке, вследствие применения прокатных процессов, сделавших Соединенные Штаты мировым поставщиком. Развитие этой отрасли промышленности вызвало возникновение громадного количества специальных заводов, перерабатывающих весьма значительные количества металла.

Также обстоит дело и с производством ножевых, скобяных, гвоздильных и иных специальных изделий, в которые превращают громадное количество металла. В связи с производством этих изделий разработано очень много интересных процессов, на которых мы, к сожалению, не можем слишком детально останавливаться.

Производство кованых лопат и заступов.

Обычный процесс изготовления лопат заключается в том, что берут железную или стальную заготовку в виде бруска или же сварную двухслойную стале-железную заготовку и сплющивают ее на одном конце (рис. 607 и 608). Из этой сплюсненной части заготовки впоследствии образуют трубку, в которую вставляется рукоятка. Брусок вытягивают в длину и ширину (рис. 609), оставляя усиливающее утолщение или гребень по середине со стороны рукоятки. Операцию производят под быстродействующим механическим молотом, чтобы сократить количество нагретов.

Таким образом получают кованые заготовки, изображенные на рис. 610—612, выпускаемые иногда заводами в виде полуфабрикатов. Заготовки обрезают кругом ножницами или шлифовальным кругом.

Окончательные формы получают (рис. 613—616) или дальнейшей ковкой или более быстрым способом — штампованием. Трубку свертывают на оправке молотком, после чего в ней пробивают отверстие бородком.

Стальные лопаты слегка закаливают. У лопат с наварным стальным концом закаливают только режущую кромку.

Обычный способ изготовления лопат с сварной стальной режущей кромкой заключается в следующем:

- 1) Заготовку вытягивают на середине ее длины проковкой под механическим молотом.
- 2) Обоим концам заготовки придают форму, изображенную на рис. 617.

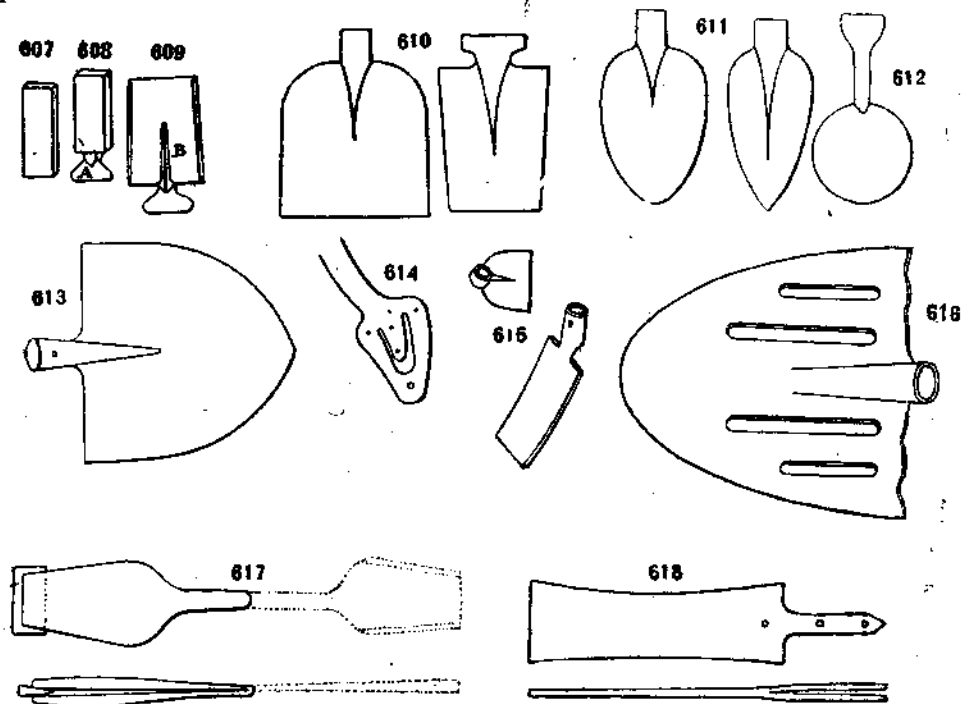


Рис. 607 — 618.

3) Обе половины складывают одну на другую (рис. 617), помещая между ними стальной клин, ширина которого несколько превышает ширину заготовки.

4) Сложенную таким образом заготовку сваривают до начала трубки.

5) Пробивают отверстия в языке, предназначенном для образования трубки.

6) Разрезают, разводят и закругляют оба пера, образуя из них трубку (рис. 618).

Окончательная обработка заключается в том, что лопату обрезают, зашлифовывают и отгибают кромки для упора ноги.

Если лопата должна иметь углубленные части (рис. 616), то ее выштамповывают.

Производство лопат прокаткой.

Кованые лопаты и заступы обходятся слишком дорого, производство занимает много времени и вместе с тем таким способом очень трудно получить однообразные изделия без каких-либо изъянов.

Лопаты гораздо легче выделывать путем прокатки железных, стальных или стале-железных полос, прокатанных на обыкновенном стане или выкованных под молотом до соответствующих размеров.

Бруски нагревают и затем пропускают между двумя валками (рис. 619 и 620)¹⁾; на одном из них устроено углубление, соответствующее форме лопаты, вследствие чего заготовки принимают форму, изображенную на рис. 621.

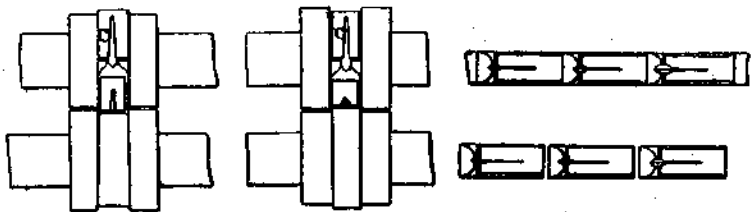


Рис. 619 — 621.

Таким образом получают заготовку для нескольких лопат, при чем железо выглаживается валком такого профиля, который оставляет достаточное количество металла в тех местах заготовки, которые должны обладать большей толщиной. После этого остается только разрезать заготовки и закончить выделку лопаты ручным или машинным способом.

Углубление, соответствующее форме лопаты, вырезают не в валке, а в особых кольцах, которые можно по желанию заменять. На поверхности кольца устраивают не одно, а ряд таких углублений, охватывающих всю его окружность.

Другой процесс заключается в прокатке брусков из литой стали в длинные полосы²⁾. Один из валков имеет ручей, образующий гребень по оси лопаты (рис. 622).

Полосу разрезают на куски, которые нагревают и пропускают несколько раз через стан с одним эксцентричным валком, сглаживающим гребень на некотором протяжении его длины. Вслед затем заготовку обрезают, как показано на рис. 623, в матрице или другим инструментом соответствующей формы.

Лопату затем выдавливают в горячую штампами под прессом, или в матрице под молотом.

После этого остается только загнуть обе лапки заготовки, как то показано на рис. 624, чтобы образовать трубку, чем кончается кузнечная работа. Небольшие неровности удаляют шлифовальным кругом, который придает лопате окончательную форму.

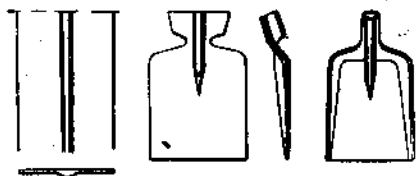


Рис. 622 — 624.

Стан-трио для прокатки лопат.

Стан-трио, применяемый для прокатки лопат (рис. 625 — 629), имеет только один приводный валок и снабжается приспособлением, заставляющим заготовку принимать строго определенное положение.

¹⁾ Прокатный стан Лимузена (Limousin), патент 7 ноября 1864 г.

²⁾ Патент Джаксон и К^о 11 марта 1865 г.

При прокатке лопат с гребнями, для достижения необходимой переменной толщины, заготовка пропускается по нескольку раз между валками для того, чтобы не произошло разрывов между гребнем и более тонкими частями лопаты.

Чтобы не раздавить гребня при первом пропуске, необходимо чтобы поверхность металла равномерно соприкасалась с валком по

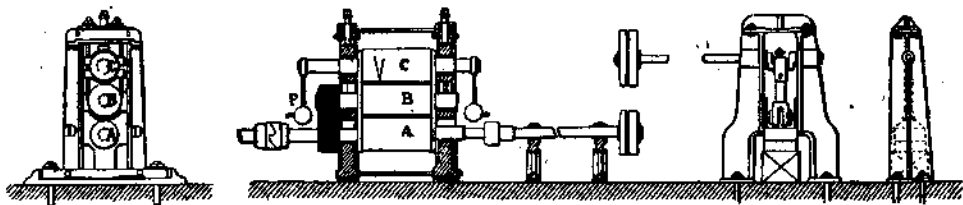


Рис. 625 — 628.

всей его окружности. Для этого валок *A*, вращающийся со скоростью в 50 оборотов в минуту, делается приводным и сцепляется шестернями с валком *B*. Валок *C* вращается трением, имеет вертикальное перемещение и уравновешен грузами.

Расстояние между нижним и средним валками равняется приблизительно 3 мм, а между валками *B* и *C* около 1,5 мм.

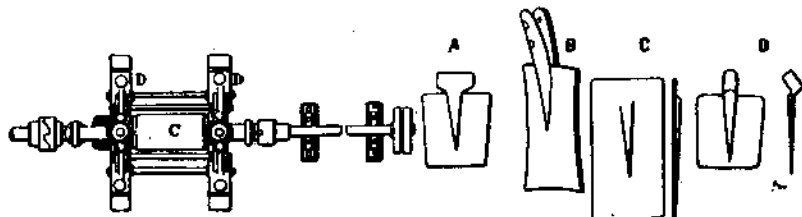


Рис. 629.

Рис. 630.

По окружностям валков имеются углубления, образующие гребни лопат.

Для производства лопат пользуются листами толщиной в 6,5 мм. Лист разрезают на куски одинаковой длины, ширины и веса, соответствующие размерам и весу готовой лопаты. После нагрева заготовки ее пропускают между валками *A* и *B*. Вальцовщик, стоящий позади прокатного стана, подхватывает заготовку и пропускает ее обратно между валками *B* и *C*. Тотчас после этих пропусков противовес приводит валок *C* в его прежнее относительное положение, и стан готов для прокатки следующей заготовки.

После первого пропуска толщина заготовки равняется 3 мм, а в средней части 6 мм. После второго пропуска толщина становится равной 1,5 и 5 мм и заготовка принимает форму, изображенную на рис. 630-А. Затем заготовку переносят на штамповальный пресс (рис. 630-А и 630-В) или образуют лапки для укрепления рукоятки. На рис. 630-Д изображена готовая лопата, трубка которой завертывается на оправке.

Производство лопат с цельнотянутой трубкой.

Производство лопат с цельнотянутыми трубками заключается в образовании ее тела, шейки, гребня и трубки из плоской стальной заготовки (рис. 631-А), которой придают форму, изображенную на

рис. 631-В, в матрицах под прессом или под молотом, а затем форму, изображенную на рис. 631-С.

После этого хвост заготовки раскалывают (рис. 631-Д) на некотором протяжении и отгибают разрезанные части (рис. 631-Е). Заготовку затем

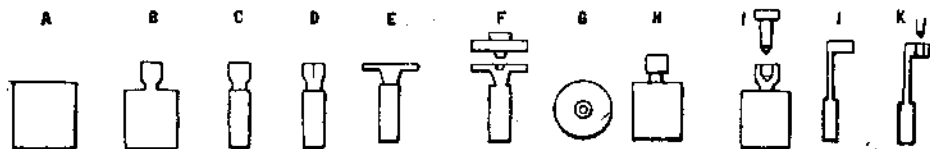


Рис. 631.

переносят в матрицу и верхнюю ее часть превращают в кружок (рис. 631-Ф и Г), диаметр и толщина которого пропорциональны размерам трубки и в центре которого получается углубление, соответствующее дну этой последней.

Если требуется получить закрытую трубку, то на заготовке образуют в виде заплечика цилиндрическую головку (рис. 631-Н). Головку нагревают и укрепляют на соответствующей наковальне молота или пресса. После этого в головке проделывают углубление (рис. 631-И) пуансоном и превращают ее в трубку последующими операциями.

Если трубка должна быть открытой, то головку заготовки отгибают и штампуют в виде цилиндрического утолщения (рис. 631-Ј). Подготовленную таким образом головку пробивают пуансоном насквозь (рис. 631-К).

Производство заготовок лопат с полый головкой.

Плоскому куску стали (рис. 632-А) придают в матрице форму, изображенную на рис. 632-В с цилиндрической головкой. После этого головку

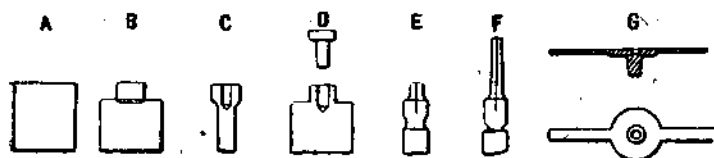


Рис. 632.

пробивают пуансоном (рис. 632-С и Д) таким образом, чтобы часть ее, представляющая поле лопаты, имела коническое углубление, обра-

зующее полый гребень. Выглаживание тела лопаты должно производиться так, чтобы положение верхней части поля относительно трубки оставалось неизменным.

Производство заготовок лопат с двумя перьями.

Заготовка изготавливается, как то показано на рисунках 632-Д до 633-В, с головкой, оканчивающейся плоской частью (рис. 632-Д), которую

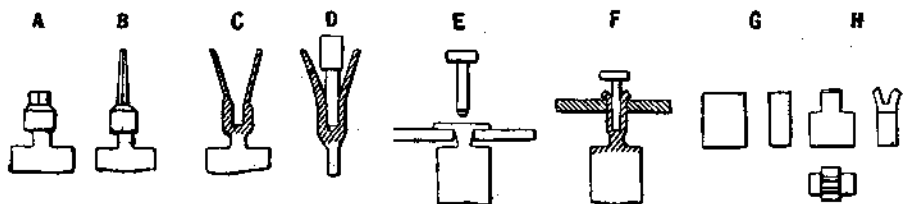


Рис. 633.

раскалывают, вытягивают (рис. 632-Е) и разгибают. После этого образуют кружок (рис. 632-Ф), как о том говорилось выше.

Если лопата снабжается трубкой (рис. 632-Г), цилиндрическую головку устраивают также с плоской частью (рис. 633-А), которую раскалывают пополам. Обе половинки вытягивают (рис. 633-В), а затем разгибают, после чего продолжают изготовление заготовок (рис. 633-С).

Производство заготовок лопат с полым гребнем.

Заготовка изготавливается как говорилось выше, после чего вытягивают и разгибают перья и, наконец, вытягивают пуансоном трубку (рис. 633-Д).

Окончательная обработка трубок лопат.

Вытяжку цельнотянутой трубки, полученную указанными выше способами, производят, в зависимости от случая, следующим образом.

Заготовку (рис. 632-Д до 633-С) штампуют в горячую (рис. 633-Е и Ф), придавая кружку цилиндрическую форму путем протяжки через матрицу. Несколько повторных пропусков через ряд кольцевых матриц придают трубке требуемые размеры и толщину стенок.

Коническая или овальная форма придается трубке пуансоном соответствующей формы. После этого трубку заканчивают на оправке или в матрице.

После окончательного изготовления трубки путем ли вытяжки пуансоном или штампования в матрицах, лопату выглаживают, обрезают и отделяют изложенными выше процессами.

Лопаты с полыми гребнями выделывают из плоских стальных брусьев (рис. 633-Г), которым постепенно придают форму, изображенную на рис. 633-Н и 634, а затем прокатывают до окончательных размеров (рис. 635). После прокатки осторожно раскрывают

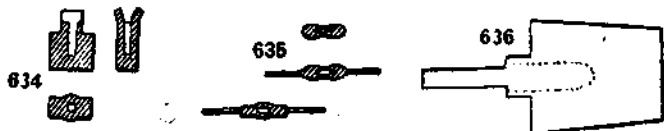


Рис. 634 — 636.

щель, вводя в нее легкими ударами оправку с плоским закругленным концом (рис. 636), и помещают лопату под паровой молот в матрицах (рис. 637 и 638) и энергично обжимают части лопаты, прилегающие к гребню. В трубку предвари-

тельно вставляют оправку, размеры которой соответствовали бы деревянной рукоятке лопаты.

Наконец, заготовку выравнивают или под механическим молотом или в прокатном стане, удаляя заусеницы, обрезают и отделяют как показано на рис. 639—641. Этот процесс много лучше процессов производства лопат путем проковки или прокатки, или же путем склепки или сварки двух наложенных друг на друга листов. Этими же процессами можно выделывать заготовки других сходных инструментов с закрытой или даже открытой трубкой.

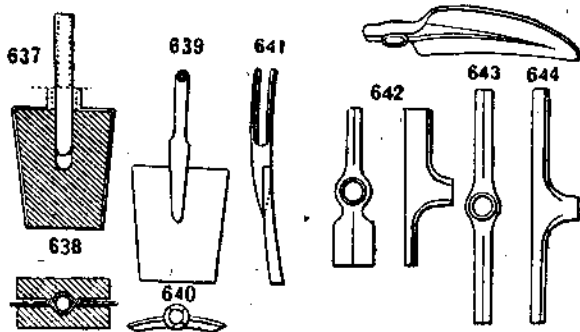


Рис. 637 — 644.

Заготовки кирко-мотыг (рис. 642) чаще всего изготовляют путем прокатки брусков с профилированным сечением между валками с углублениями или ручьями, вроде изображенных на рис. 645. Валки таких станов устраивают со сменяемыми кольцами для различных размеров изделий.

Заготовки вырезают определенной длины по обе стороны от утолщения, нагревают, а затем штампуют под молотом или под прессом.

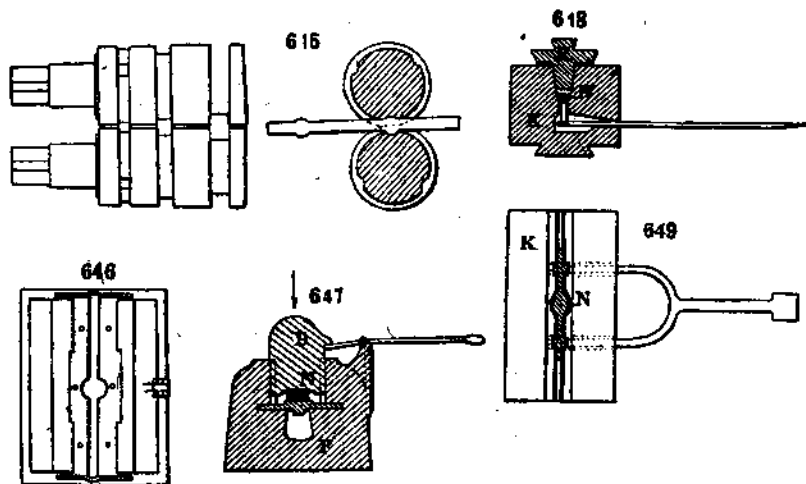


Рис. 645 — 649.

Заусеницу, получающуюся при штамповании, отрезают вхолдную в обрезной матрице (рис. 646 и 647), состоящей из собственно матрицы *F* и пуансона *N*. Последний укреплен в соответствующем направляемом штампе *D*, по которому действует молот. После этого остается только отделать и настальить концы, которые затем закаливают.

Иногда для использования обрезков их сваривают в матрицах в пакеты (рис. 648 и 649), которым придают под молотом форму заготовки *N*.

Производство вил.

Вилы при заводском производстве изготовляются путемковки в матрицах или прокаткой. Вилы выделывают из одного куска, без сварки, независимо от числа зубцов.

В первом случае заготовку в виде стального бруска (рис. 650) нагревают и штампуют в матрицах под молотом, придавая ей форму, изображенную на рис. 650 внизу. Матрицы изображены на рис. 651.

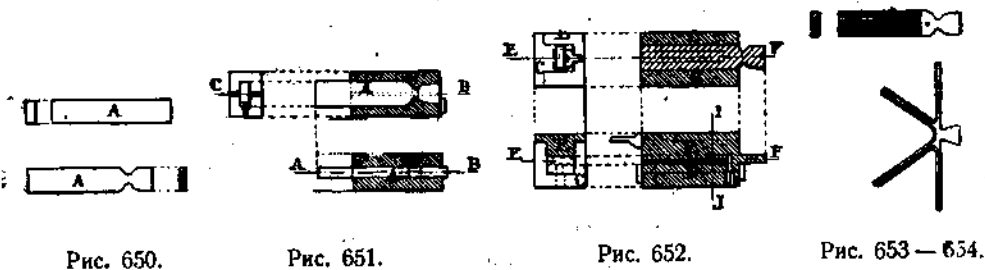


Рис. 650.

Рис. 651.

Рис. 652.

Рис. 653 — 654.

Заготовку помещают без повторного нагрева в матрицы, изображенные на рис. 652, в которых она принимает форму, изображенную

на рис. 653, с отверстием на стороне трубки и тремя продольными бороздками на каждой стороне, образующими четыре зубца.

Брусок затем разрезают зубилом или специальными ножницами, отрезающими каждый зубец и отводящими его в сторону, как показано на рис. 654. После этого зубцы вытягивают и загибают на соответствующих расстояниях друг от друга.

Кузнечную работу заканчивают тем, что свертывают трубку на оправке.

Зубцы и другие части вил отделяют начисто шлифовальным кругом, затем изгибают, если требуется получить вилы с изогнутыми зубцами.

Другой способ производства вил заключается в том, что разрезают стальной плоский брусок, толщина и ширина которого зависят от типа вил. На рис. 655 изображены последовательные стадии производства вил с четырьмя зубцами. Часть *P* и *Q* заготовки разрезают на две части, образующие зубцы, которые вытягивают под молотом. Выступ *X* раскалывают и образуют на оправке трубку¹⁾.

Производство вил прокаткой.

При производстве вил прокаткой пользуются заготовками в виде полосы, ширина которой соответствует количеству зубцов. На рис. 657 изображена полоса с продольными углублениями или бороздками в том

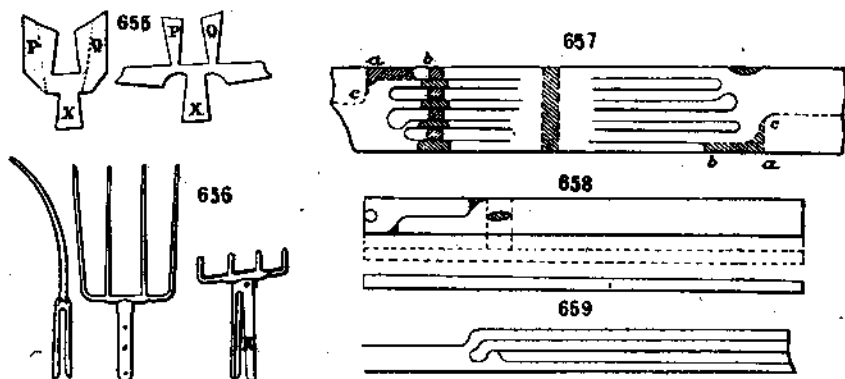


Рис. 655 — 659.

виде, в каком она выходит из специальных валков. Получающийся при этом обрезок *abc* заштрихован на рисунке.

Правая и левая трубки вырезаются бок о бок. Выправка трубки относительно оси вил производится в матрицах.

Для изготовления вил применяют также другой способ: сначала полосу прокатывают, как показано на рис. 658, и затем каждую заготовку разрезают и штампуют сразу одним ударом. Зубцы затем прорезают и разводят ножницами с несколькими ножами.

Разгиб зубцов вил и ковка их в матрицах (рис. 660) производятся под фрикционным прессом, при чем зубцы поддерживают снизу неподвижным пуансоном; подвижные же части *dd'* ударяют по основаниям боковых зубцов.

Окончательная отделка зубцов производится между двумя фасонными роликами (рис. 661 и 662).

¹⁾ Патент Thoulieux 8 августа 1892 г.

На рис. 663 — 668 изображены сечения зубца, до и после обкатки роликами. После отделки загибают крайние зубцы ¹⁾.

Прокатный стан системы Шпигеля (рис. 669)²⁾ позволяет прокатывать вилы сразу с разведенными зубцами. Валки его имеют стальные кольца с ручьями, придающими зубцам последовательно различные формы и сечения. На рис. 670 изображен частичный разрез валков, снабженных направляющими дисками.

Первый пропуск придает заготовке форму, изображенную на рис. 671 и 672.

Пропуски через второй и третий калибровочные ручьи дают форму, изображенную на рис. 673.

Четвертый пропуск производится через чистовой ручей,

в котором зубцы заостряются (рис. 674 и 675). Для этого верхние кольца входят между нижними, как то видно на рис. 676, при чем удаляется излишний металл и образуются концы зубцов.

В ручье № 1 (рис. 678) отдельные зубцы и трубки прокатываются, направляясь роликами (рис. 679 и 680) для предотвращения изменения формы вилок.

Ручей второй и третий устроены таким образом, что ребра или острые грани прокатываются и закругляются во втором ручье, а плоская сторона в третьем ручье.

На рис. 676 и 677 изображена заготовка вилок с восемью зубцами после прокатки в первом ручье.

Преимущество такого устройства заключается в том, что на вилах не остается ни одного острого угла или заусеницы, которые приходилось бы удалять отдельной операцией. Вследствие этого вилы остаются только изогнуть и развести зубцы.

Другой процесс изготовления вилок, применяющийся заводом Derby and Adnet, заключается в прокатке стальной полосы соответственно рис. 681 между валками с углублениями, соответствующими черновой заготовке изделия, разрезы которой по линиям *AB* и *CD* приведены на рисунке 682.

После этого остается только разделить друг от друга вилы *H* и вилы *E*, что не представляет затруднений, так как связывающий их металл очень тонок. Вслед за тем заготовки пропускают в холодную между чистовыми валками, удаляющими заусеницы. Таким образом избегаются всякие плены или заусеницы между зубцами и доводятся до минимального количества обрезки. Кроме того, холодная прокатка наклепывает сталь и увеличивает ее твердость.

В некоторых случаях можно точно так же (рис. 683) воспользоваться плоскими заготовками, в которых прямыми или циркулярными ножами постепенно увеличивающейся ширины вырезают в горячую зубцы, образующие нечто вроде пирамиды прямоугольного сечения и достаточно подготовляющие изделие для окончательной холодной прокатки.

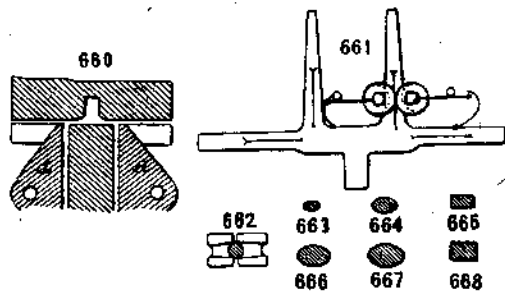


Рис. 660 — 668.

¹⁾ Патент Леблона (Leblond) 4 марта 1892 г.

²⁾ Патент 28 апреля 1890 г.

Посредством ножниц обрезают хвост, из которого образуют трубку. Последние способы успешно применяются при прокатке вил с большим количеством зубцов, а также вил специальных типов изображенных на рис. 684.

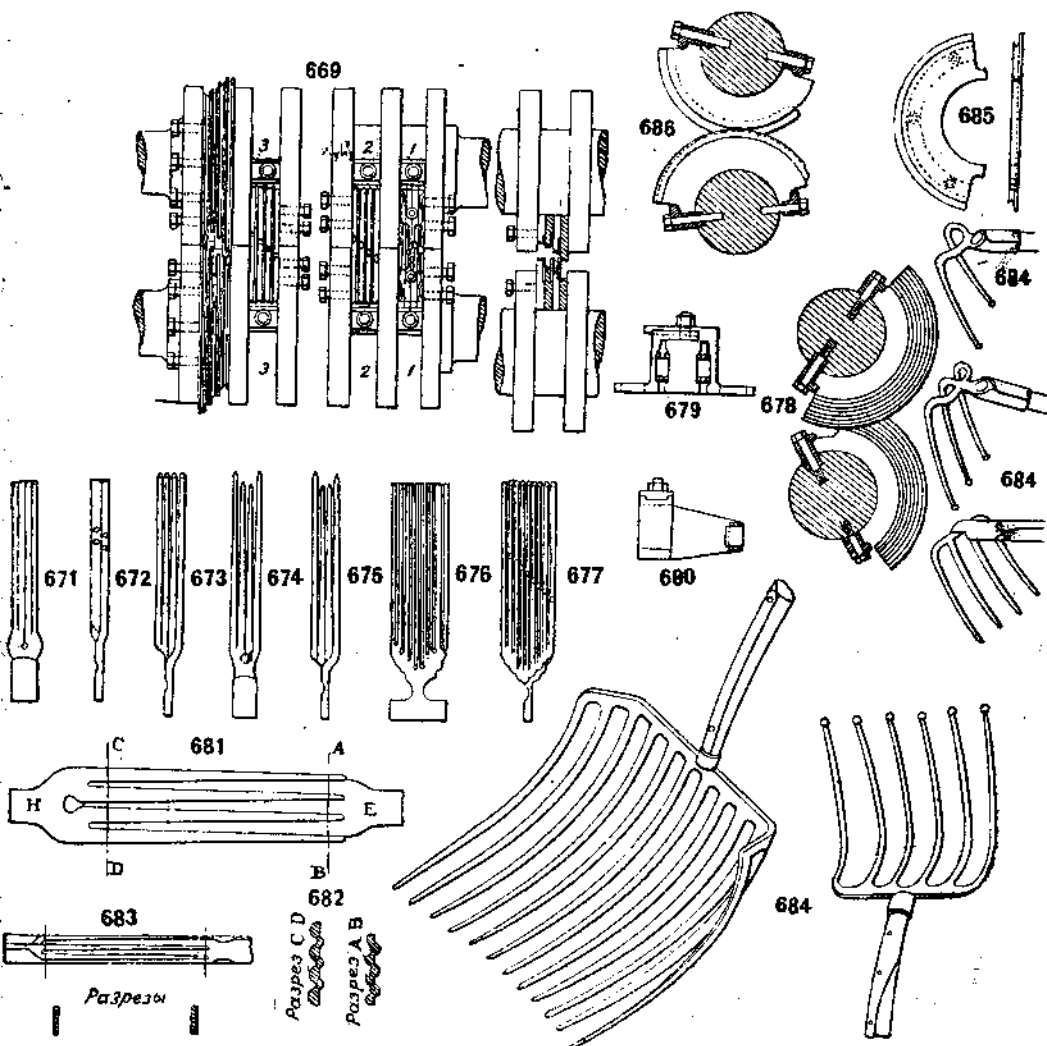


Рис. 669 — 686.

Производство пахотных орудий.

Земледельческие орудия, служащие для пахоты, обладают настолько простой формой, что кузнецы выковывают их, пользуясь только молотком и наковальней, изменяя по мере надобности толщину в различных местах изделия. Многие заготовки, как, например, заготовки для лемехов плугов и отвалов различных типов (рис. 687), выпускаются заводами в виде полуфабрикатов. Такие изделия выделывают из хорошего железа со стальной рабочей частью. В настоящее время их все чаще и чаще выделывают целиком из твердой литой бессемеровской стали, прекрасно поддающейся вытяжке.

Лемехи и отвалы вырезают под прессом или циркулярными ножницами из стальных прокатанных полос равномерной или неравномерной толщины. Так как отвалы имеют симметричную форму, то по мере изнашивания их можно поворачивать другой стороной, вследствие чего им предпочитают придавать однообразную толщину. Отвалы сперва выковывают молотом, а окончательную форму (рис. 688) придают в матрицах довольно разнообразного устройства. Одно такое

устройство изображено на рис. 693.

Применение гидравлического пресса длягиба в матрицах¹⁾ позволило придавать этим изделиям незначительную толщину, от 4 до 7 мм. При такой толщине для штампования требуется только умеренное длительное давление, конечно, если не приходится изменять толщины металла. Тем не менее работа под штамповальным молотом значительно проще и дешевле, если только масштаб производства не очень велик.

Производство и закалка кованых кос.

Режущие инструменты, как, например, ножи соломорезок, серпы, косы и т. п., сперва вытягивают и сильно проковывают, чтобы хоро-

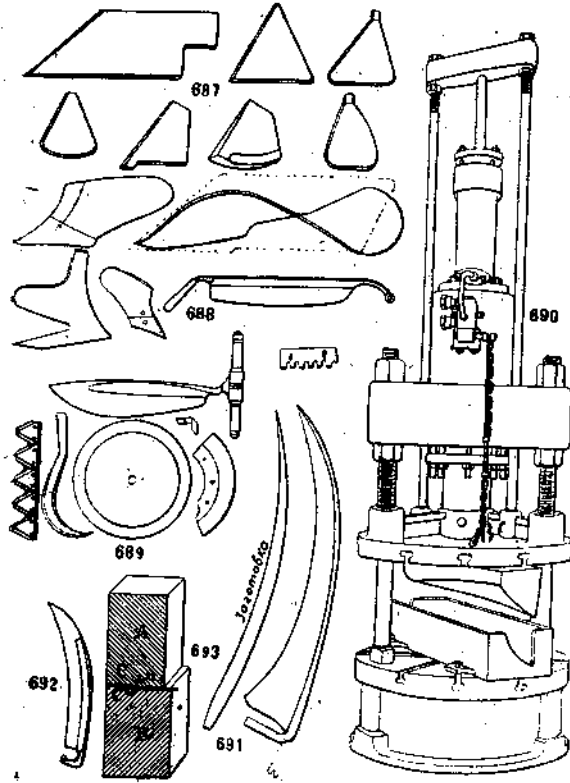


Рис. 687 — 693.

шенько наклепать сталь. Работу ведут таким образом, чтобы заготовка принимала окончательную форму постепенно, без слишком резких изменений формы.

Так, например, косу вытягивают из тонкого стального бруска специальной стали высшего качества, способной выдерживать повторные нагревы и прокатки. Заготовка имеет прямоугольное сечение. При вытяжке заготовке постепенно придают изогнутую форму (рис. 691). Вслед за тем изделие сильно вытягивают в ширину молотком с закругленным бойком на закругленной же наковальне. Присоединенная к наковальне направляющая позволяет удерживать заготовку в таком положении, чтобы можно было образовать равную спинку косы. Косу выравнивают на выпуклой наковальне, после чего загибают пятку, затачивают шлифовальным кругом и затем закалывают. Закалка кос представляет сложную операцию. Косы нагревают до первых следов красного каления в печи и затем погружают в ванну из жировых веществ или в теплый водный раствор мыла или соды. Можно также

¹⁾ Пресс Tweddel.

пользоваться ваннами из глицерина и нашатырного спирта с добавлением воды. Состав ванны зависит от качества металла. Такая операция вызывает род быстрой поверхностной цементации, придающей металлу значительную упругость. Совершенно то же можно сказать и относительно двойной закалки. Так как глицерино-нашатырную ванну можно нагревать до температуры от 150 до 200°, то она подобно маслу дает широкий простор в выборе наиболее подходящего падения температуры. Это свойство является крупным преимуществом масляных ванн, позволяющих вести закалку при температурах от 0 до 300° (температура кипения масла).

Добавляя к ванне сернистого марганца или сернистого калия, получается более твердая закалка. Наоборот, если для более твердой стали требуется более мягкая закалка, то к ванне прибавляют хлористого марганца или хлористого калия. Объем ванны должен быть возможно больше, или же жидкость должна непрерывно циркулировать, так чтобы все закаливаемые косы одинаково соприкасались с охлаждающей средой.

Косы подвергают отжигу до сине-фиолетового каления, помещая их партиями по 20—30 штук в ящики из листового железа, заполненные песком. Вынув из ящиков, косы помещают в камеры, где они медленно и равномерно охлаждаются. Наконец, косы проверяют и выправляют, если то надо, и покрывают лаком, предохраняющим металл от окисления.

Косы с завернутой спинкой выделывают из стальных листов. Одну сторону листа загибают вокруг железного прута, образуя таким образом спинку, придающую сопротивление полю косы, или же к кромке листа приклепывают профилированный железный пруток полукруглого сечения. Завернутую спинку, не изменяя кривизны косы, получить довольно трудно. Для облегчения операции пользуются двумя штампами *A* и *B* (рис. 693) ¹⁾. Верхний штамп укрепляют к головке механического молота, а штамп *B* укрепляют на стуле.

Штамп *A* действует не только по спинке косы, но также и по некоторой части поля (27 мм). Такая ширина проковки поля вполне достаточна, чтобы не изменить кривизны косы.

Так как избыток металла в какой-либо точке спинки может вызвать на поле складку или волосовину, то необходимо, чтобы между краем *C* верхнего штампа и краем *C'* нижнего штампа всегда имелся зазор в 1 мм, для выхода избытка стали, образующего легкую заусеницу. Последняя легко удаляется шлифовальным кругом.

Производство кос прокаткой ²⁾.

Процесс заключается в прокатке полосы, придавая ей переменное сечение, зависящее от типа выделываемых кос.

Брусok разрезают на заготовки соответствующей длины (рис. 694) на эксцентричном прокатном стане с углублениями на валках. Каждой заготовке последовательно придают формы, изображенные на рис. 695 и 696. Вырезы, образующие пятку, делают высечкой на прессах. Вслед за тем парную заготовку разрезают по диагонали (рис. 697) на две отдельные заготовки.

Заготовку изгибают на специальном станке и придают кривизну, (рис. 698-А), позволяющую получить окончательную кривизну как показано на рис. 698-В, прокаткой между специальными валками.

¹⁾ Патент Dorian-Holtzer Jackson and C^o 20 августа 1888 г.

²⁾ Патент Espinasse 13 июля 1878 г.

Такую заготовку затем обрезают, прокатывают в холодную, чтобы придать ей большую твердость и, наконец, заканчивают обработку закалкой с последующим отжигом.

Этот процесс значительно сокращает работу и применим также к производству других аналогичных инструментов.

При производстве составных кос, т.-е. состоящих из двух частей, а именно из поля и спинки с пяткой, как на рис. 699, из одного куска, поле прокатывают и вырезают как показано на рис. 700¹⁾, после чего к нему пригоняют и припаивают спинку.

Пятку и спинку выделывают, как показано на рис. 701, совершенно так же, как и у кованой косы. Спинку вытягивают из квадратного бруска, которому придают сечение в 8 или 9 мм у пятки и от 6 до 7 мм к концу, выглаживают пятку косы, обрезают спинку и затем:

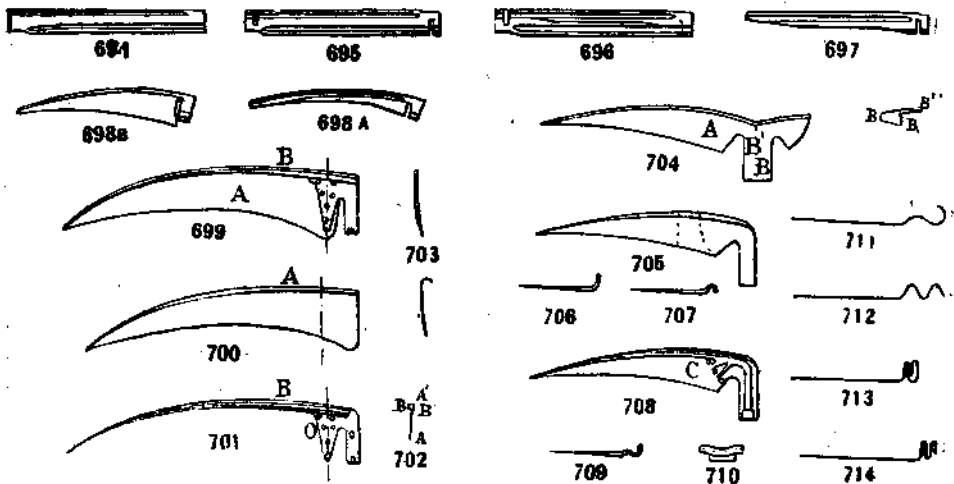


Рис. 694 — 714.

косу переносят на штамп и проковывают под молотом, начиная с конца. Затем производят два или три нагрева, в зависимости от длины, пользуясь каждый раз штампом с более широким ручьем и подвигаясь к концу таким образом, что выштампованная спинка все время утолщается от конца к пятке.

Обрезают заусеницу, идущую с внутренней стороны спинки, и срезают наружную заусеницу, пользуясь специальным молотком или на прокатном стане, одновременно производя небольшую бороздку *B* в самой спинке (рис. 702).

После вырезки поля косы и зачистки наружных краев наждачным кругом, загибают бортик от 2 до 3 мм.

Для сборки косы, после того как лезвие согнуто в надлежащую форму, вводят маленький отогнутый бортик в бороздку спинки, сжимают последнюю в штампе, приклепывают и припаивают пятку.

При закалке нет надобности предохранять спайки глиной, так как когда косу вынимают из печи и погружают в ванну, спинка ее не прогревается до красного каления, так как она много толще поля.

¹⁾ Патент Бауерфельда 8 февраля 1889 г.

Косы с приклепанными пятками и припаянной спинкой обладают тем недостатком, что они или расклепываются или расплавляются, а потому эти части лучше сваривать.

Производство вырезных кос.

Другой способ изготовления кос заключается в том, что их вырезают и выштамповывают из куска листа соответствующей формы (рис. 704) ¹⁾ вместе со спинкой и пяткой. Поле выделывают из части *A* заготовки, а часть *B* последней вместе с частью *A* служит для образования пятки. Для этого часть *B* сгибают по пунктирной линии *B'* и приклепывают к части *A* поля (рис. 705). Таким образом получаются достаточно прочные пятка и ручка.

Спинку образуют сгибая лезвие по пунктирной линии и затем складывая вторично полосу, вследствие чего коса принимает форму, изображенную на рис. 705.

Поле сгибают в том или другом направлении, как то можно видеть на рис. 706 или 707.

Чтобы еще больше усилить косу, ее снабжают бороздкой *C*, идущей параллельно спинке, начинающейся в пятке и теряющейся в конце косы (рис. 708—710). Эту бороздку получают под прессом, который одновременно приводит пятку и ко́нец в надлежащее положение относительно лезвия.

Наконец, косу закаливают, отжигают, выправляют и оттачивают. Этот процесс много проще и экономичнее вытяжки, так как косы выштамповываются одним ударом.

Коса очень легкая, и поле ее имеет очень равномерную толщину. Вместо того, чтобы устраивать бороздку вдоль спинки, последнюю иногда образуют, складывая лист (рис. 711—714) столько раз, сколько то надо для получения требующейся жесткости, которая зависит от длины косы ²⁾.

Производство топоров.

Топор, вроде изображенного на рис. 715, получается из заготовки *A* с двумя лапками *A'* *A'* для приварки тела инструмента.

Заготовку *A* сгибают на оправке под молотом и затем сваривают, образуя трубку *D* топора (рис. 716). Если то необходимо, для лучшей приварки тела топора, к лапкам *A'* приваривают железо *B* для увеличения толщины. Вторая заготовка *C*, образующая тело топора, осталивается приваркой к ней куска стали *D*.

После приварки тела *C* к трубке *D* инструменту придают требующую форму проковкой при одном или нескольких нагревах, в зависимости от того работают ли ручным молотом или механическим.

В настоящее время эти инструменты чаще всего выделывают из литой стали, отливая заготовки, которые затем достаточно выравнять и вытянуть в окончательную форму, зашлифовать шлифовальным кругом и закалить в масле или в воде. При закалке сперва погружают обух инструмента, так как при погружении первым лезвие топора могут получиться трещины.

Если топор перекашивается, то его выправляют после отжига при сине-лиловом калении.

На рис. 717—719 изображено несколько подобных заготовок и изделий.

¹⁾ Патент Револье (Revollier) 9 февраля 1892 г.

²⁾ Производство кос, весьма значительное еще не так давно, непрерывно падает вследствие распространения жатвенных машин и сенокосилок.

Другой процесс заключается в том, что такого рода инструменты выделяются из одного куска, чем, конечно, увеличивается их прочность.

Рукоятки делают полыми, чтобы инструменты получились хорошо уравновешенными, а потому и более сильными. Заготовки прокатывают, как то показано на рис. 720, на винтовом прокатном стане типа Маннесмана.

После этого заготовки разрезают на сплошных частях по линиям XX. Полые части заготовок предназначаются для образования рукояток. Из сплошных частей образуют тело топора, размеры которого, так же как

и размеры рукояток, можно делать какими-угодно.

Конец рукоятки загибают молотом или штампом. Сечение рукоятки обычно делают цилиндрическим или овальным. Тело топора выковывают обычными процессами в матрицах после приварки стального клина, образующего лезвие, если топор такого именно типа.

Таким образом выделяют также молотки (рис. 721), кирки (рис. 722) и другие инструменты (рис. 723 и 724).

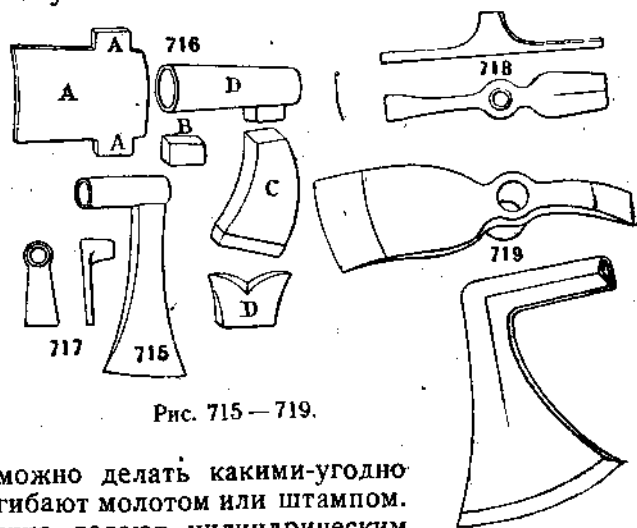


Рис. 715 — 719.

Производство кирок.

Кирка (рис. 725) имеет трубчатую рукоятку, вырезанную из листа или вытянутую из куска по форме А.

Трубка сварная и заделывается на одном конце пробкой В.

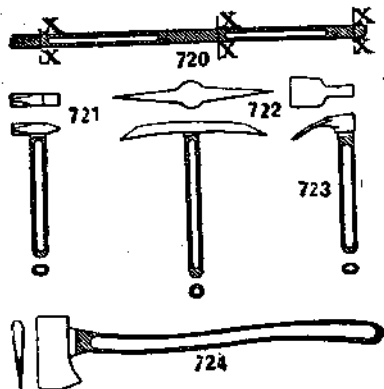


Рис. 720 — 724.

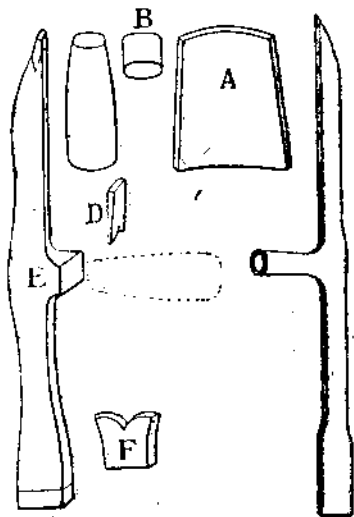


Рис. 725.

Тело E инструмента вытягивают из бруска соответствующих размеров, оставляя выступ для приварки рукоятки. Концы бруска насталивают приваркой в язык стальных клиньев.

После этого кирку выравнивают, а остающиеся на ее поверхности неровности срезают шлифовальным кругом.

Большинство режущих плотничьих и столярных инструментов в настоящее время выделяется из литой стали. Их отковывают под быстродействующими механическими молотами из заготовок в виде отдельных брусков или отрезают от катаных полос.

Ножевое производство.

Ножевое производство заключается в изготовлении всякого рода режущих инструментов, как-то: обыкновенных и садовых ножей, ножиц, холодного оружия и т. п.

Ножевое производство возникло в самой глубокой древности. Современная ножевая промышленность отказалась от ручной работы и перешла исключительно к механическим процессам производства.

Ковка ножевых изделий обычно очень несложна и заключается в вытяжке под молотом железной или стальной полосы. Последующая холодная проковка придает лезвию окончательную форму и уплотняет металл, который должен быть хорошо вытянутым и однородным. Если к железному инструменту приваривают стальное лезвие, то сварку производят перед вытяжкой.

Ножевые изделия обычно подвергают более или менее твердой закалке или тотчас же после ковки, или после отделки лезвий в точильной.

Для изготовления режущих инструментов применяют заготовки из литой или тигельной стали, которые выковывают в бруски, затем нагревают и обрабатывают, придавая им требующиеся размеры. В зависимости от характера инструментов, заготовки вытягивают под быстродействующим молотом, дающим плотный и твердый металл, или в прокатном стане, дающем более однородные и не столь твердые изделия.

Заготовки для целого ряда ножевых изделий получают штамповальными или прокатными процессами между валками с соответствующими углублениями. Последние все же приходится подвергать дальнейшей проковке под молотом для придания металлу требующихся от него качеств.

Выделка лезвий довольно затруднительна и требует рабочих, умеющих обрабатывать сталь при наименьшем количестве нагревов и отжигов.

Механические производственные методы применяются главным образом при изготовлении холодного оружия как для обработки самих лезвий, так и для производства ножен.

Ковка штыков.

Ковка штыков потребовала разработки различных машин большой производительности.

Приведем в виде примера ковку граненого штыка. Заготовкой служит круглый стальной брусок диаметром 15 мм и длиной 180 мм, из которого вытягивают штык длиной 520 мм крестообразного сечения и конической формы вместе с его углублениями и выступающими ребрами. Круглая заготовка А (рис. 726) постепенно принимает формы А₁, А₂, А₃, А₄.

Применяющаяся ковочная машина изображена на рис. 727—729¹⁾.

¹⁾ Патент Равасса (Ravasse) 10 ноября 1887 г.

Машина имеет восемь ударников в горизонтальной плоскости, действующих радиально. Четыре ударника *М* образуют бороздки штыка, а четыре других *М* образуют его ребра. Эти ударники связаны с диском *С*, получающим колебательное движение от шатуна *Д*. Последний установлен на конце приводного вала *О*. При каждом повороте вала *О* диск *С* делает два хода: один в прямом и один в обратном направлении, вследствие чего каждый ударник делает два удара.

Каждый из ударников *ММ'* установлен на ползунке, связанном с наружной окружностью диска *С* головкой *Е*.

Так как проковываемому изделию придают коническую форму, то ударники должны постепенно сближаться по мере перемещения

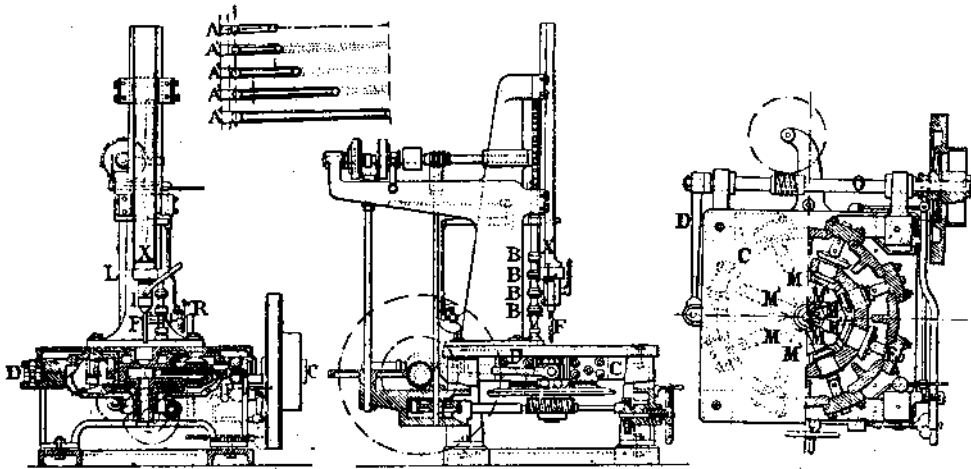


Рис. 726 — 729.

между ними заготовки. Для этого каждый ударник составлен из муфты с резьбой, входящей в гаечную муфту, на которой сидит коническая шестерня. Вращение последней вызывает радиальное перемещение ударника. Поковка *F* закрепляется вертикально в тисках, расположенных в нижней части салазок *X*, имеющих вертикальное движение и подставляющих различные части заготовки воздействию инструментов.

Салазки имеют на своей нижней части под тисками кольцо *L*, служащее упором и ограничивающее по желанию ход салазок при установке колец *B* на вертикальном шпинделе *N*. Механизм построен таким образом, что позволяет производить несколько последовательных пропусков заготовки. Пропуски эти производятся при постепенно возрастающих ходах салазок. Для последних пропусков машину урегулируют таким образом, чтобы инструменты хорошо выглаживали изделие.

Число пропусков можно изменять по желанию посредством специального храпового механизма *R*.

Прокатка холодного оружия.

Прокатка заготовок холодного оружия и ножей большого размера производится между валками с соответствующими ручьями. Клинок (рис. 734) имеет дол *A* трапецевидного сечения, хвост и сплошной (без дола) конец.

Дол клинка образуется еще на заготовке в виде бороздки *A'* (рис. 730 и 731). Так как длина дола связана с длиной сплошных частей заготовки, то, чтобы образовать клинок, брусок отрезают как показано на рис. 731, т. е. оставляя один сплошной конец *C* для образования острия, а другой конец *C* для образования хвоста.

Брусок можно прокатывать в две заготовки, расположенные рядом, как показано на рис. 735. Таким образом облегчается прокатка, так как получается симметричная полоса (см. разрезы рис. 733 и 736).

Заготовки обрезают по форме и заканчивают проковкой в матрицах и вытяжкой под молотом.

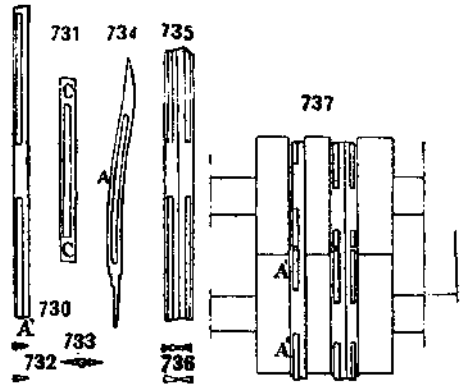


Рис. 730—737.

Производство цельнотянутых ножен¹⁾.

Для производства ножен для сабель прямых или изогнутых и другого холодного оружия, с параллельными или наклонными стенками без продольного шва, пользуются цилиндрическими трубками или гильзами (рис. 738). Трубки или гильзы выделывают или с обоими

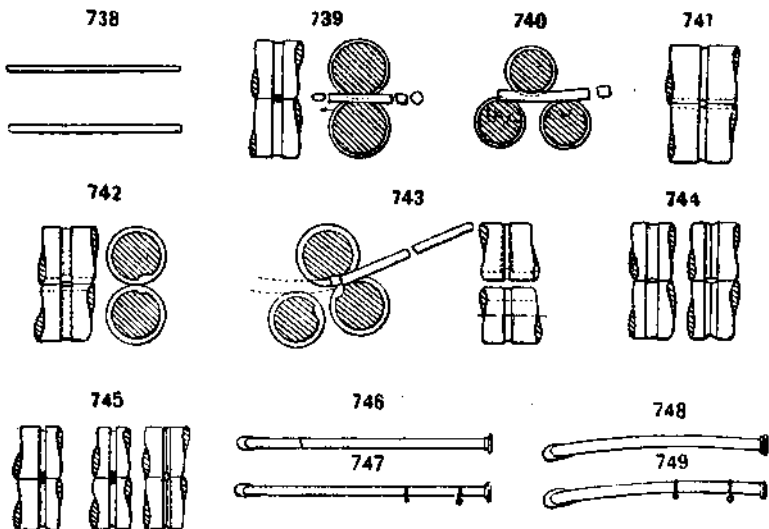


Рис. 738—749.

открытыми концами, или с одним открытым концом и со стенками соответствующей толщины. Для получения прямых ножен с параллельными стенками трубчатую заготовку пропускают между двумя валками (рис. 739), ручки которых соответствуют сечению готовых ножен. Сечение это обычно делается овальным.

¹⁾ Патент Lorenz. 27 марта 1889 г.

При пропуске между валками, стенки трубы сжимаются в ручьях, вследствие чего ее круглое сечение превращается в овальное.

Изменение сечения можно производить при одном пропуске, но если изменение это слишком значительно, то трубку пропускают через несколько ручьев постепенно уменьшающегося сечения.

Загиб ножен производится на обычной загибочной машине с тремя вальцами, имеющими ручки, поддерживающие металл с боков (рис. 740).

Производство прямых конических ножен или ножен с переменным сечением начинают с прокатки цилиндрической трубы в коническую, пропуская ее через ручей (рис. 741), сечение которого постепенно уменьшается по мере поворота валков.

Вслед затем коническую трубу пропускают между валками, сечение ручья которых соответствует профилю ножен (рис. 742). Ручьи также имеют изменяющееся сечение, вследствие чего коническая труба выходит из стана в виде прямых ножен с уменьшающимся сечением. Эти ножны можно затем изогнуть на обыкновенной вальцовой загибочной машине (рис. 743).

Ручьям валков придают сечения, соответствующие сечениям ножен, как то показано на рис. 744 и 745.

Во время этих операций концы трубы могут оставаться открытыми. Вслед затем закрывают один из концов трубы (меньшего сечения, если труба коническая), впаивая фасонную пластину, которой придают соответствующую форму (рис. 746 — 749). Наконец, к ножнам приваривают дополнительные части.

Производство рашпилей и напильников.

Напильники делают из литой или цементованной стали. В прежнее время пользовались цементованной сталью, прокованной под молотом. По изготовлении заготовки ее отжигали в течение от семи до восьми часов, чтобы размягчить металл и тем облегчить насечку, после полировки шлифовальным кругом. В прежнее время напильники делались с рукоятками, вытянутыми из того же куска. В настоящее время большинство этих инструментов выделяется из литой тигельной стали, содержащей от 0,9 до 1,2 процента углерода, от 0,10 до 0,25 процента кремния и от 0,3 до 0,8 процента марганца, вытягиваемой в полосу. Марганец способствует закалке. Для очень твердых напильников пользуются хромистой сталью, тогда как обычные напильники выделяют из бессемеровской стали или из стали Сименса.

Производство заготовки обыкновенного напильника заключается в том, что сперва вытягивают отрезанный брусок, придавая ему требующуюся форму, а затем образуют хвост, вытягивая конец заготовки на наковальне.

Заготовку перед насечкой отжигают и зашлифовывают наждачным кругом и затем кладут на наковальню, подкладывая под нее свинцовую плоскую или с углублениями прокладку, чтобы не повредить готовой насечки. Оба конца напильника закрепляют скобой, укрепленной к наковальне. Последнюю рабочий стягивает ногой.

Насечку производят зубилом с очень коротким лезвием, соответствующим глубине насечек; ширина зубила равняется ширине напильника. Зубило должно высаживать металл соответственным образом и притом с одной стороны насечки больше, нежели с другой.

По зубилу бьют ручным молотком с короткой и изогнутой рукояткой. Вес молотка зависит от глубины насечки. Вся трудность работы заключается в том, что зубило надо держать всегда под одним

и тем же углом, точно ставить его на заготовку и соразмерять удар. Рабочие, насекающие напильники, работают поразительно быстро и точно. Напильники насекают сперва в одном направлении, после чего по нему проходят раз — другой готовым напильником, чтобы снять заусеницы. Затем слегка смазывают заготовку маслом и насекают в другом направлении. В настоящее время для насечки напильников в мастерских пользуются специальными машинами, хотя ручная насечка еще не вышла из употребления.

Насеченные напильники покрывают для цементации замазкой, состоящей из древесного угля, масла и стружек от конских копыт, как для того, чтобы предохранить насечки от непосредственного соприкосновения с пламенем, так и для придания стали большей твердости. Закалка производится при красном калении, погружая напильник вертикально в ванну, обычно состоящую из воды, нашатыря и морской соли. Если напильник до полного охлаждения деформируется, то рабочий выправляет его свинцовым молотком или же поливая водой по выпуклости. Хвост отпускают в расплавленном свинце и закалывают в воде. Вслед затем напильник очищают щеткой, промывают и смазывают для предупреждения окисления.

Первые попытки построить машину для насечки напильников делались уже несколько сот лет тому назад, но удачные машины появились только очень недавно.

Постройку первой машины приписывают Леонардо-да-Винчи (1452 — 1519 гг.). Эта машина изображена на рис. 750:

Заготовка напильника укреплялась на плите. Последняя приводилась в прямолинейное движение винтом, на одном конце которого была надета валковая шестерня. Валковая шестерня приводилась в движение падающим грузом. Зубило в виде молотка падало под действием собственного веса и поднималось кулачковым колесом. Молоток прикреплялся к рычагу, качавшемуся на оси между двумя стойками, но подъемного механизма на рисунке не видно, так как он закрыт валковой шестерней. Надо заметить, что плита с укрепленным на ней напильником двигалась с равномерной скоростью, чего собственно не должно

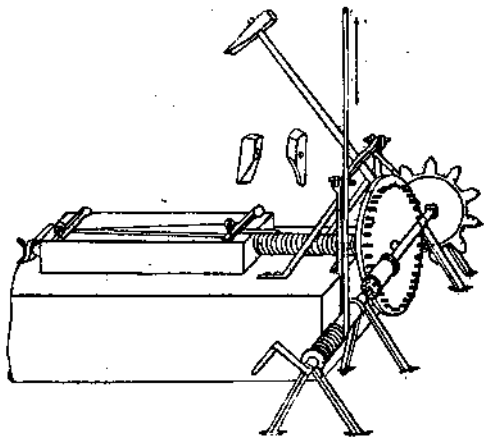


Рис. 750.

быть, так как в момент удара напильник должен быть неподвижным. Тем не менее эта машина представляет очень интересный образец проявления технического гения этого великого художника и, по всей вероятности, является первой машиной этого рода. До сих пор изобретение машины для насечки напильников приписывали Дю Верже (Du Verger), предложившему ее в 1669 году (Machines arrouvées par l'Academie des Sciences, том I, стр. 155). Дю Верже не утверждает, что машина изобретена им, но говорит только, что она может одновременно насекают четыре напильника.

Сравнительно сложная машина Леонардо-да-Винчи указывает каких успехов уже достигло машиностроение в XV веке.

Большинство прежней конструкции машин пришлось оставить, и для создания практически пригодной машины потребовалась вся точность, которую может дать современное состояние машиностроения.

Создание машины для насечки напильников потребовало многочисленных исследований самых искусных конструкторов, среди которых можно назвать Пети Пьерра и Персиваля.

Современные машины имеют подвижные салазки, на которых закрепляют заготовку. Салазки движутся автоматически, подставляя последовательно всю поверхность заготовки ударам зубила, укрепленного в ударнике, имеющем поступательно-возвратное движение. На рис. 751 и 752 изображена машина, насекающая одновременно два напильника.

Независимо от сечения насекаемых напильников пользуются опорным вкладышем *J* (рис. 753) полуцилиндрической формы, лежащим в отливке *G*, вложенной в салазки *F*.

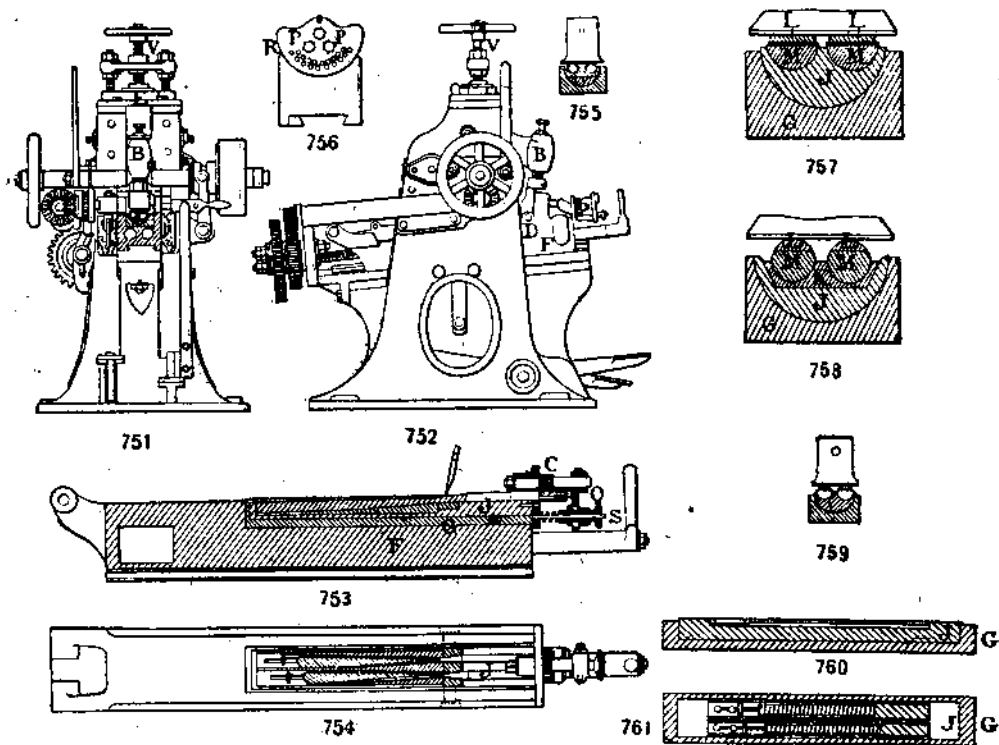


Рис. 751—761.

Во вкладыш *J* вложены подкладки *M* (рис. 757) для заготовок. Эти подкладки иногда укладывают в промежуточные планки *K* (рис. 758). Обе насекаемые заготовки (рис. 754—758) помещают на подкладки *M*, подкладывая под них две тонких свинцовых пластинки.

Так как обе подкладки *MM* полукруглого сечения, то они могут поворачиваться в поперечной плоскости, вследствие чего поверхности обоих напильников принимают положение, строго параллельное режущей кромке зубила.

Кроме того, при одновременной насечке двух напильников насечка получается более равномерной, так как зубилу придают вдвое большую

ширину. Широкое зубило не бьет по одному краю напильника сильнее, нежели по другому, вследствие чего получается равномерная глубина насечки.

Заготовку на одной из подкладок закрепляют несколько впереди заготовки на другой подкладке. Эта разность в установке зависит от наклона насечек. Заготовки во время насечки должны лежать на подкладках всей своей длиной.

На круглых и полукруглых спинках напильников наносятся ряды почти параллельных насечек от самого основания до вершины, вследствие чего требуется специальное приспособление (рис. 756 и 758).

Для насечки полукруглых и круглых напильников во вкладыш *J* помещают ползун *K* (рис. 758), в котором кладут подкладки *MM* также полукруглого сечения. Когда подкладки правильно уложены, в ползун *K* наливают расплавленную медь или олово, вследствие чего подкладки *MM* не требуют специальной пригонки и закрепления во вкладыше.

Для получения различных насечек на таких напильниках необходимо, чтобы каждая из подкладок *MM* могла поворачиваться одновременно с другой: для этого на них закрепляют по шестерне *P* (рис. 756). Эти шестерни сцепляются с промежуточной шестерней *O*, на оси которой надета рукоятка *Q* (рис. 753). Через последнюю проходит стержень *S* с пружиной, удерживающей его в отверстии делительного диска. Стержень служит для закрепления подкладок при данном наклоне, соответствующем различным насечкам этих напильников.

Так как положение подкладок *MM* и рукоятки можно регулировать независимо друг от друга, то потому перед началом насечки части напильника необходимо урегулировать аппарат таким образом, чтобы оба напильника поступали под зубило совершенно симметрично.

Форма подкладок *MM* соответствует форме насекаемых напильников.

Вдоль салазок *F* (рис. 751 и 752), по обеим сторонам помещаются планки или направляющие *D*, форма которых зависит от толщины напильников. Они действуют посредством штанг на резиновый буфер, помещающийся внутри станины. Буфер, сокращаясь, действует на ударник *B*, увеличивая или уменьшая силу ударов, в зависимости от положения регулировочного винта *V*. Таким образом регулируют глубину насечки, в зависимости от характера выделяемого напильника.

Перемещение салазок или подачу изменяют переменной шестерен.

Ударник *B* представляет собой рычаг, приводимый в движение кулаком или эксцентриком, вал которого вращается ремнем.

Машины для насечки напильников строятся различных моделей, в зависимости от ширины и глубины насечки. Число ударов крупных машин колеблется от 400 до 600 в минуту, тогда как машины для мелкой насечки могут давать от 1500 до 2000 ударов в минуту.

Машина может насекал ежедневно несколько сотен напильников, в зависимости от их типа. Вес ударника для глубокой насечки равняется 40 кг, а для мелких насечек он уменьшается до 10 кг.

Машины для насечки напильников относятся к числу точных машин и отличаются остроумностью конструкции.

Машина для одновременной насечки четырех напильников.

В машине системы Фишера ¹⁾ для одновременной насечки четырех напильников (рис. 762—765) устроены два вкладыша *FF* и двое салазок *S* и *S*, передвигаемых по части *C* станины винтом.

К гайке *E* приводного винта салазок *S* прикреплена зубчатая рейка *A* (рис. 764), которая движется в продольных направляющих

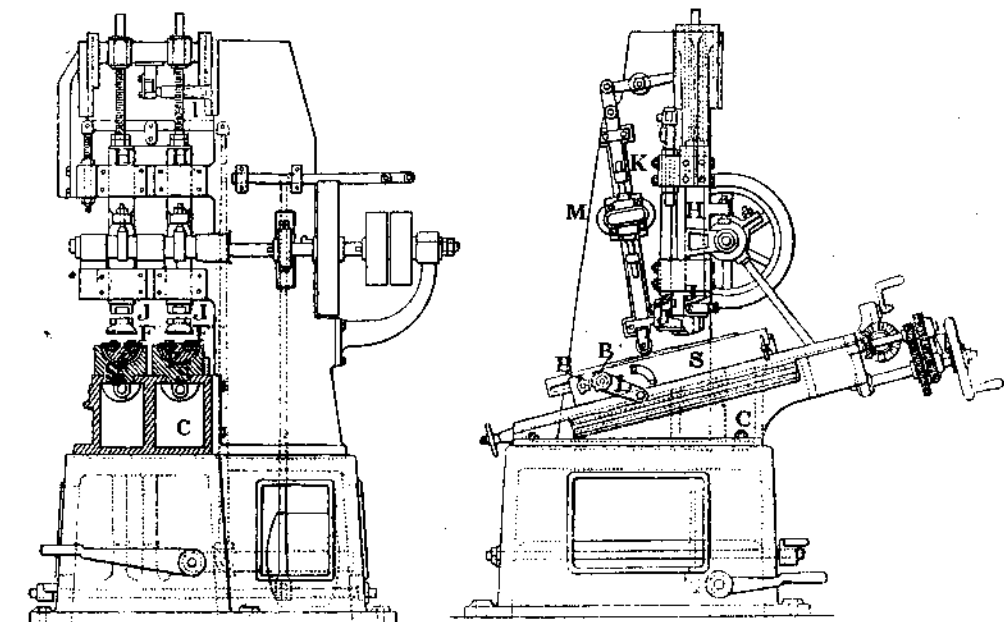


Рис. 762 — 763.

суппорта. Шестерни с зубчатыми сегментами *BB'* (рис. 763) позволяют до некоторой степени затормаживать гайки *E* до тех пор, пока рейки *A* не упрутся в стенки вкладышей. Таким образом на концах напильников можно получать более сближенную насечку.

Вкладыши *FF* поставлены на шарики (рис. 765). Все четыре подкладки *F'F'* для напильников точно так же поставлены на шарики для большей подвижности этих частей.

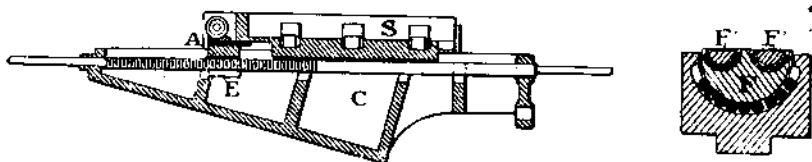


Рис. 764 — 765.

Держатели для инструментов *J* (рис. 762) соединены с ударниками *H* таким образом, что их можно поворачивать. Они устанавливаются винтами соответственно принятой насечке. Ударники бьют одновременно. Для большей силы ударов и избежания отдачи имеются спиральные пружины, охватывающие верхние направляющие стержни

¹⁾ Патент 4 августа 1890 г.

(рис. 763). Силу ударов регулируют нажимом втулок, в которые упираются пружины. Давление регулируется натяжными винтами K помощью маховичка M .

Обычно напильники с ручной насечкой предпочитают напильникам машинного производства. Вследствие естественной неравномерности ручной насечки такие напильники не дают полос на обрабатываемых изделиях. При машинной выделке насечки получаются безукоризненно равномерными, вследствие чего образованные ими зубцы лежат на прямых линиях и потому оставляют полосы на изделиях.

Чтобы получить механически неравномерные насечки, аналогичные с теми, которые получают при ручной работе, поверхность направляющих S салазок покрывают легкими насечками или делают волнистыми, так чтобы рычаг L (рис. 763) касался своими роликами неровной поверхности и придавал зубчатым сегментам BB неравномерное движение относительно движения салазок S , вызывая тем самым неравномерную насечку, сходную с ручной. Эти неравномерности можно по желанию регулировать.

Рашпилы отличаются от напильников своими насечками, которые несекаются более или менее остроконечными зубилами, поднимающими больше металла, нежели его поднимают при насечке чистовых напильников.

Заготовки напильников больших размеров получают также прокаткой между валками с углублениями. Полученные таким процессом напильники имеют менее острые углы резания, нежели напильники, насеченные зубилом. Насечки производятся выступающими зубцами, устроенными на обоих прокатных валках, имеющих точно так же углубления для образования при той же операции хвоста напильника.

Крупные круглые напильники с крестообразной насечкой выделяются поперечной прокаткой между дисками быстро и экономично (машина Сименса).

Для производства напильников можно успешно пользоваться сталью с небольшой примесью алюминия. Этот последний металл дает более мягкую сталь, позволяющую производить более глубокую насечку, нежели при обыкновенной стали. В закаленном состоянии алюминиевая сталь обладает исключительной твердостью и вязкостью.

Производство пил.

Пилы представляют собой зубчатые ленты из тонкой стали и служат для резки дерева, камней, металлов и других материалов.

Пилы должны обладать сравнительно с распиливаемым материалом очень большой твердостью, допуская одновременно заточку зубцов или напильником, или наждачным кругом, или железным диском. В этом последнем случае твердость стали пилы может быть выше, вследствие чего получается лучшая резка.

Качество пил зависит от качества стали. Для выделки пил пользуются обыкновенной сталью или специальными сталями, как то: никкелевой, хромистой или вольфрамовой, с примесью марганца и ванадия, с различным содержанием этих примесей. Содержание примесей не должно быть очень большим, чтобы сталь можно было легко прокатывать в тонкие ленты.

Пилы (рис. 766) представляют собой ленты равномерной или переменной ширины, диски или кольцевые ленты, называемые бесконечными пилами (рис. 767).

Толщина пил делается или равномерной, или переменной, при чем в последнем случае пилы делают толще на стороне зубцов.

Толщина пил колеблется от нескольких десятых долей миллиметра у пил, применяемых часовщиками, до нескольких миллиметров (от 4 до 15 мм) у пил, служащих для горячей резки металлов.

Длина, ширина или диаметр пил колеблются от нескольких миллиметров до нескольких метров.

Производство этих инструментов представляет значительную и чисто специальную отрасль металлообрабатывающей промышленности.

В прежнее время пилы выделывали из цементованной стали, которую вытягивали под механическим молотом от 1,5 до 2,0 кг. Сталь нагревали до вишнево-красного каления и вытягивали легкими ударами, что придавало ей плотность и твердость, не вызывая закалки.

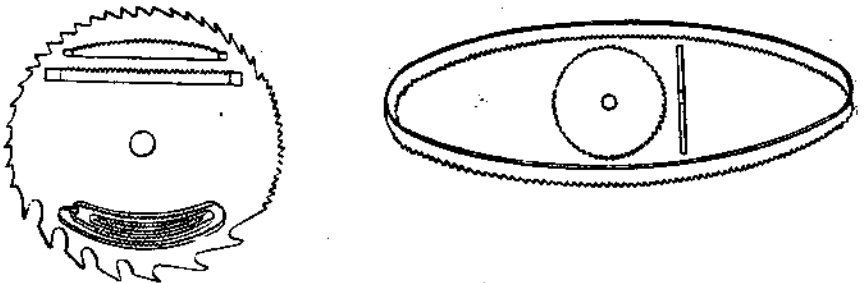


Рис. 766 — 767.

Полосу шлифовали кругом. Зубцы вырезали крепко-закаленным инструментом, который, перемещаясь как ножницы, вырезал в полотне пилы зубцы соответствующей формы. Для каждого рода пилы требовался специальный инструмент. Рабочий наносил по инструменту сухой, удар молотком и вырубал небольшой треугольник, образуя промежуток между зубцами.

Инструмент тотчас же поднимался пружиной, находившейся внизу, вследствие чего рабочему оставалось только подвигать пилу и ударять молотком. При привычке работа производилась очень быстро. Пилу затачивали затем напильником.

В настоящее время пилы, обычно, вырезают из прокатных стальных полос, твердость которых увеличивают дополнительной холодной прокаткой. Зубцы вырезают механическими обрезными пуансонами или соответственными фрезерными дисками. Этими последними инструментами нарезают зубцы целого пакета пил. Фрезы дают лучшие результаты, нежели пуансоны.

Для вырезания зубцов небольших прямолинейных пил пользуются быстрым, простым и экономичным процессом, который заключается в том, что пилы собирают на оправке и закрепляют. Оправку устанавливают на центрах токарного винторезного станка, резец которого вырезает зубцы подобно резьбе винта. Циркулярные пилы вырезают из листов, толщина которых превышает окончательную требующуюся толщину пилы на 0,4—0,8 мм и, если толщина диска на окружности должна быть больше его толщины в центре, подвергают заготовки прокатке. После выглаживания молотком весом от 2 до 4 кг на соответствующей наковальне, специалисты рабочие, которые производят работу минимальным количеством ударов, выбивают или фрезуют зубья, а затем обрезают заусеницы.

Пилы для закалки обычно нагревают до ярко-красного каления в ящиках, помещаемых в газовую печь с равномерной температурой.

Закалочная ванна состоит из слегка подсоленной воды и крахмала; температура ее колеблется между 50 и 60°.

Отжиг производят таким образом, чтобы получить соответствующую твердость, в зависимости от того, предназначается ли пила для дерева или металла.

Если пилы предназначаются для холодной пилки металла, их закачивают тверже.

Точно так же и температура отжига зависит от условий каждого отдельного случая и колеблется от температуры темно-желтого каления до сине-лилового. После отжига пилы охлаждают или в масляной ванне, или же в ванне из сала, смешанного с воском.

Отпущенные пилы протирают древесными опилками и, если то надо, выправляют колодушкой, молотком или прессом между нагретыми железными или чугунными плитами или гибом, если форма пилы поддается этой деформации.

Пилы, наконец, шлифуют и затачивают.

Закалка вызвала разработку целого ряда специальных приспособлений, обеспечивающих успех этой операции.

Так, например, завод Illinois Tool Works в Чикаго пользуется закалочной машиной (рис. 768), имеющей ряд штифтов *B*, на которые нажимают пружины *C*, помещающиеся в медной коробке *D*. Пилу *A* помещают на штифты, затем пускают сжатый воздух через кран *E* в цилиндр *F*. Поршень поднимается, и пила прижимается к медной стенке *H* верхней неподвижной коробки. Давление действует на штифты, вследствие чего пила упирается также и на коробку *D*. Охлаждение ускоряется циркуляцией воды в обеих коробках. Вода поступает через трубу *I* и выходит через трубу *K*.

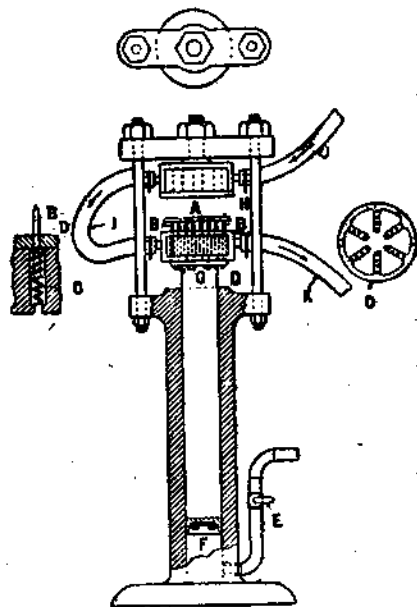


Рис. 768.

Вследствие зажима дисков и равномерности охлаждения избегается всякая деформация. Кран *E* сделан двухходовым, вследствие чего в конце операции через него выпускают воздух и тем вызывают опускание ныряла ¹⁾.

Скобяное производство.

Скобяное производство заключается главным образом в изготовлении предметов, идущих для сборки всевозможных деревянных и железных конструкций, как-то: стропил, полов, а также для крепления отдельных частей повозок, в особенности железнодорожных вагонов.

Судостроение точно так же требует столь громадного количества креплений всевозможных форм и размеров, что их невозможно перечислить.

¹⁾ La Machine Moderne, ноябрь 1920 г. стр. 396.

Большинство скобяных изделий выковывают ручным молотом или в матрицах под механическими молотами, при сложных формах — иногда очень остроумными приемами.

При массовом заводском производстве пользуются различными паровыми или механическими молотами, а также всевозможными прессами для складки, гiba колен, пробивки, штампования и других операций.

Мы ограничимся лишь несколькими примерами производства скобяных изделий.

Производство скоб.

Скобы (рис. 769—772) сперва изготовляются начерно, а затем проковываются в матрицах в развернутую форму (рис. 770).

Для изгиба заготовки в окончательную форму (рис. 769 и 771) после нарезки резьбы в горячую, скобу нагревают и сгибают при помощи небольшой машинки (рис. 773 и 774)¹⁾, состоящей из оправки *M*, к которой прижимают заготовку винтом *V*. Концентрично с закруглением оправки установлена ось *A* рычага *B* с роликом *G*, форма которого соответствует наружной форме скобы.

Чтобы согнуть заготовку ее вводят при отведенном в крайнее правое положение рычаге *B*, между оправкой *M* и винтом *V*, затем рычаг поворачивают на другую сторону.

Ось ролика *G* направляется в прорези *R* основной плиты *S*.

Машинку устанавливают на наковальне, для чего устроена шпилька *C*. Для загиба скоб из железа разного профиля ролик *G* должен иметь соответствующую форму.

Машина для гiba колен.

Для гiba полос коленами на небольших расстояниях друг от друга пользуются машиной системы Pasquier²⁾, изображенной на рис.

от 775 до 779. Машина состоит из неподвижной плиты *A* с широкой прорезью *R* для ролика *V*, на котором поворачивается кулак *B*. Плита имеет также узкую прорезь *R'*, через которую проходит болт или ось ролика *M* (рис. 776 и 778). На нижней части плиты установлен неподвижный ролик *S*, а на верхней части — ролик *M* и упор *Z*. Упор *Z* устанавливают при каждой замене кулака *B*, в зависимости от размеров изделия.

Конец упора *Z* оканчивается угольником, через кото-

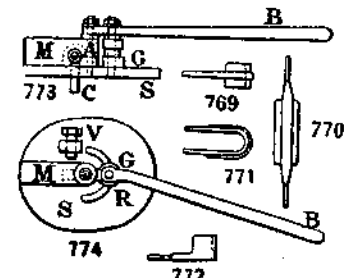


Рис. 769—774.

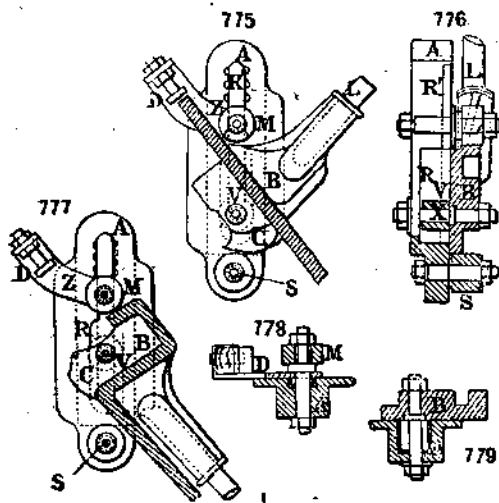


Рис. 775—779.

¹⁾ Патент Marcel, 5 июня 1878 г.

²⁾ Патент 9 июля 1883 г.

рый проходит болт *D*. Последний служит упором для изгибаемой полосы и устанавливается соответственно длине последнего колена. Кулак *B* имеет паз, в котором помещается нагретая до-красна полоса. Нижняя часть кулака *B* образует выступ *C*, который непрерывно нажимает на ролик *S*. Среднее колено сгибается вокруг кулака *B* по форме последнего, в то время как внутреннее колено сгибается нижним роликом *S*, как показано на рис. 777, на котором рычаг *L* показан в опущенном положении. Крайнее наружное колено сгибается холостым роликом *M*.

Производство изоляторных крюков.

Телеграфные изоляторные крюки выделывают из круглого железа в 25 мм диаметром. Железо сперва разрезают на куски нужной длины

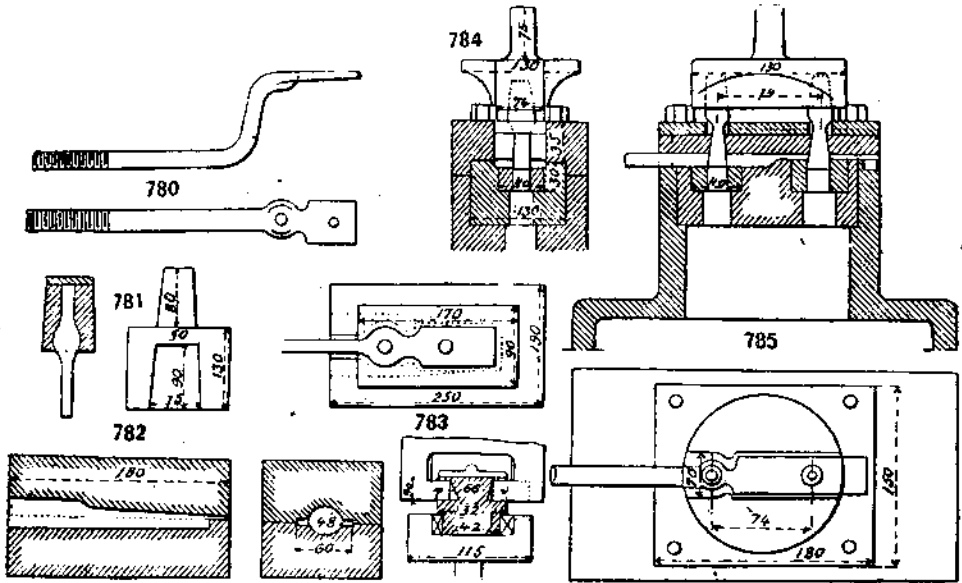


Рис. 780 — 785.

и затем высаживают на нем утолщение (рис. 781). Эта работа производится в матрицах, при чем в течение 8-часового рабочего дня можно изготовить около 1 600 таких заготовок.

Для этого требуется двое рабочих, из которых один нагревает заготовки в печи. После этого нагревают короткий конец заготовки

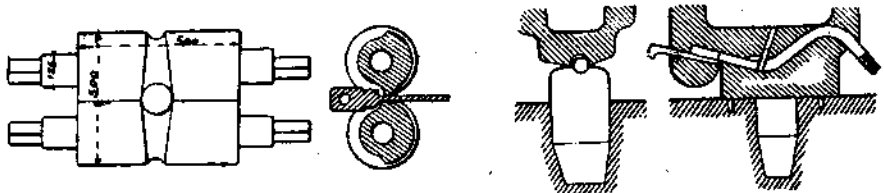


Рис. 786.

Рис. 787.

и придают ему плоскую форму в матрице, изображенной на рис. 782. После обрезки заусениц (рис. 783) в заготовке пробивают отверстия пуансонами в матрице (рис. 784 и 785) и затем вытягивают хвост

между двумя валками диаметром 250 мм, делающими 80 оборотов в минуту в 4 или 5 пропусков (рис. 786). Утолщение ограничивает длину вытягиваемой части. Изделие вынимают с той же стороны, с которой его вводят в валки. Таким образом можно вытягивать 100 крюков в час. Работа эта поручается мальчику.

Заусеницы срезают в матрицах, крюк обрезают по длине и, наконец, нарезают резьбу. После этого крюк изгибают между матрицами (рис. 787) и обычно гальванизируют.

Производство стремянных скоб.

Стремянные скобы обычно выковывают вручную на наковальне, иногда пользуясь соответствующими штампами, или же сгибают нагретую железную полосу вокруг оправки загибочными рычагами, приводимыми в действие вручную. Оправку затем снимают и вынимают готовую скобу. При большом масштабе производства пользуются специальными машинами.

Одна такая машина изображена на рис. 788—803.

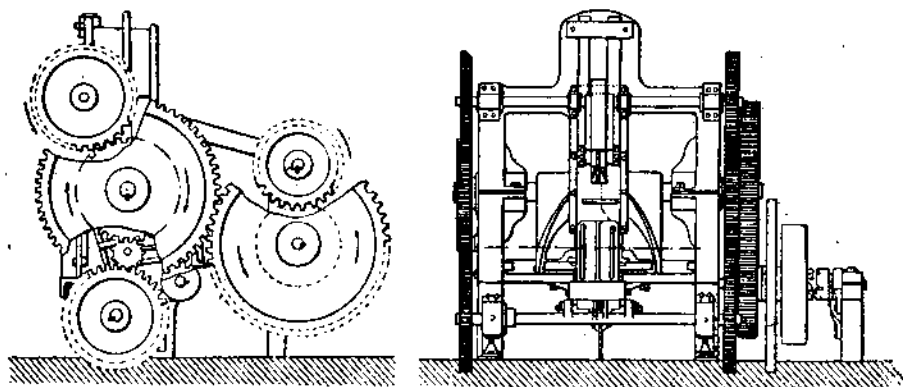


Рис. 788 — 789.

Прямую железную полосу сперва сгибают в виде буквы П, как показано на рис. 795. При следующей операции скручивают концы

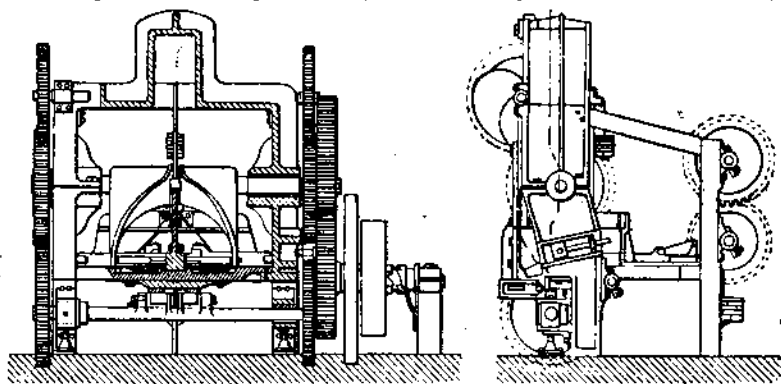
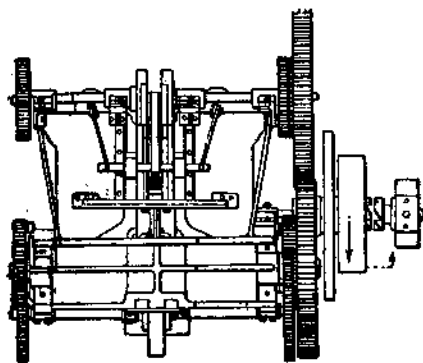


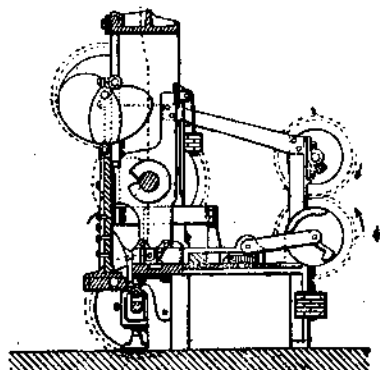
Рис. 790 — 791.

заготовки (рис. 796). При третьей операции концы скобы отгибают под прямым углом (рис. 797) и, наконец, придают скобе форму, изображенную на рис. 798.

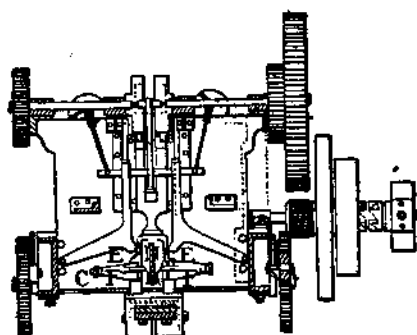
Полосу сгибают на оправке *B*, установленной на неподвижном столе *C* (рис. 801). Поршень *D* поддерживает полосу, пока два ролика *E* сгибают ее, двигаясь сзади наперед. После этого ролики отходят назад на половину своего хода и поддерживают скобу, пока рычаги *F* (рис. 794, 799 и 800) скручивают ее концы и прижимают к столу *C*.



792



793

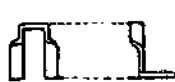


794



795

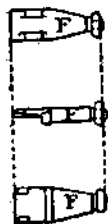
796



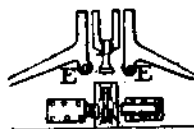
797



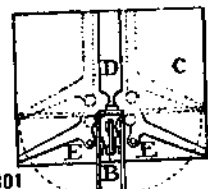
798



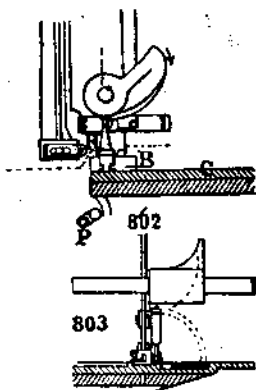
799



800



801



802

803

Рис. 792—803.

Рычаги *F*, скрутив концы скобы, придерживают их короткое время, прижимая к столу. После этого ролик *R* (рис. 802), установленный впереди машины и имеющий вертикальное движение, опускается из своего нормального положения и, нажимая на выступающие концы скобы, сгибает их книзу, прижимая к столу *C*. Этот ролик останавливается в положении, изображенном на рис. 793, и прижимает к столу отогнутую книзу часть скобы. После этого два ролика (рис. 802) нажимают на концы скобы, выступающие ниже стола, и загибают их под стол.

Этой последней операцией заканчивается изготовление скобы. На рис. 788—794 машина изображена в положении, соответствующем готовности скобы, после чего все ее части возвращаются отчасти одновременно, а отчасти последовательно в свои исходные нормальные положения.

Ролики *E* отступают назад (рис. 794), ролик *R* поднимается, ролик *P* (рис. 802) выходит за концы скобы, изгибающие рычаги *F* поворачиваются кверху, а поршень *D* отходит. После этого оправка *B* поднимается над столом *C* настолько, чтобы готовая скоба могла вывалиться из-под нее. Скобу вынимают спереди машины. Оправка опускается на место, в нее вкладывают новую заготовку, и операция повторяется.

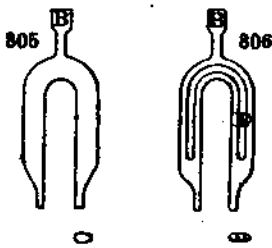
Механизмы, приводящие в действие различные инструменты этой машины, очень остроумны, тем не менее мы не имеем возможности на них останавливаться.

Добавим, что этой машиной можно гнуть скобы различной формы и размеров, изменяя относительные положения инструментов. Машиной можно также гнуть скобы более простой формы и, наконец, пользоваться ею как обыкновенной загибочной машиной.

Производство тормозных подвесок.



Приведем еще процесс производства тормозных подвесок, соединяющих колодки с цилиндрами пневматических тормозов.



Процесс этот заключается в том, что сперва изготовляют заготовку (рис. 804), выковывая ее под молотом или лучше прокатывая в стане, затем вытягивают и загибают концы бруска, придавая заготовке форму, изображенную на рис. 805.

После изгиба заготовки (рис. 805), к ней приваривают головку *B* и штампуют в матрице, получая скобу, изображенную на рис. 806. Наконец, обрезают заусеницы, прорезают внутренний паз *D* и растягивают в окончательную форму (рис. 807). Треугольники эти прочнее обыкновенных, получающихся обыкновенным способом, заключающемся в приварке головки *B* к середине полосы и приварке последней в точках *R* и *R* ¹⁾ к основанию треугольника.

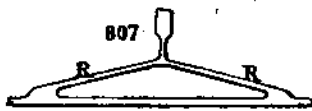


Рис. 804—807.

Производство конских подков.

В прежнее время кузнецы обычно выковывали подковы, по мере надобности, на наковальне из полосы соответствующего размера.

Железо сгибали на роге наковальни, оттягивали задние шипы и пробивали отверстия бородком.

Ручное производство подков в кузницах существует до сих пор или для дополнения сортамента, или для использования обрезков полос, или для того, чтобы занять рабочий персонал при отсутствии других работ.

¹⁾ Патент Vadoux 25 января 1892 г.

Конские подковы изготовляют в громадных количествах и при- том в сравнительно небольшом количестве размеров. Вследствие этого лет 50 тому назад это производство развилось в специальную отрасль промышленности с соответствующими механическими средствами.

Промышленности этой пришлось развиваться в довольно тяже- лых условиях, так как приходилось вести борьбу с противодействием целого ряда заинтересованных лиц, и, кроме того, первые продукты производства были неудовлетворительны.

Появление усовершенствованного механического оборудования, гарантирующего хорошие изделия, а также понижение их стоимости позволили механическим подковам успешно конкурировать с подко- вами ручной выделки.

Первые механические приспособления были применены для изги- бания заготовки, для вытяжки ее под молотом, затем — для ковки ее в матрицах, а в последнее время и для прокатки заготовки.

Современное подковное производство разделяется на три сле- дующих процесса:

1. *Горячая вытяжка или прокатка заготовки.* Проковка и вы- тяжка заготовки под молотом применяются до сих пор. Заготовку проковывают начерно под первым молотом, а затем выравнивают под дру- гим молотом меньших размеров. Прокатка заготовок (рис. 809) произво- дится между валками, углубления которых производят утолщения для образования шипов ¹⁾. Таким образом прокатывают или полосы любой длины, или куски полос, предназначенные для одной подковы. В пер- вом случае прокатную полосу разрезают и ее отдельные части нагре- вают вновь. Во втором случае заготовки сразу поступают в другие машины.

Заготовке придают трапецевидное сечение, при чем избыток ме- талла для образования шипов не образует выступа над широкими по- верхностями подковы, а остается на боковых поверхностях.

2. *Сгибание заготовки.* Приме- няющиеся для этого машины делаются различного устройства. Машина си-

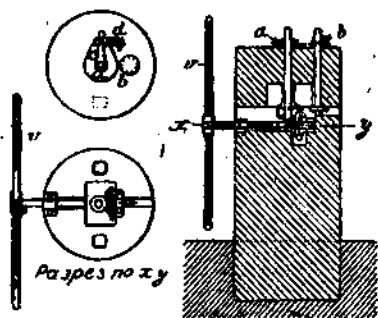


Рис. 808.

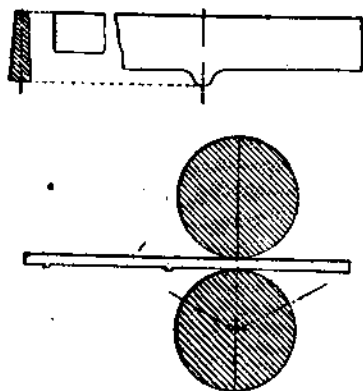


Рис. 809.

стемы Fremineur ²⁾, изображенная на рис. 808, имеет сменную форму *a*, установленную на вертикальном валу, приводимом во вращение гори- зонтальным валом. Эти оба вала сцеплены между собой коническими шестернями. Машина приводится в действие ручным маховиком *v*.

¹⁾ Подкова русского образца имеет три шипа, один в середине и два на концах жоджов. Все эти шипы отковываются вместе с подковой из одного куска.

²⁾ Патент 28 февраля 1870 г.

На оси *b* установлен ролик с закраиной на окружности, поддерживающей железо, которое вводят между упором *d* и формой. Упор соединен с формой поперечинами *cd*. Таким образом видно, что при поворачивании формы *a* ролик *b* прижимает заготовку к последней. На рис. 810 изображена рычажная загибочная машина.

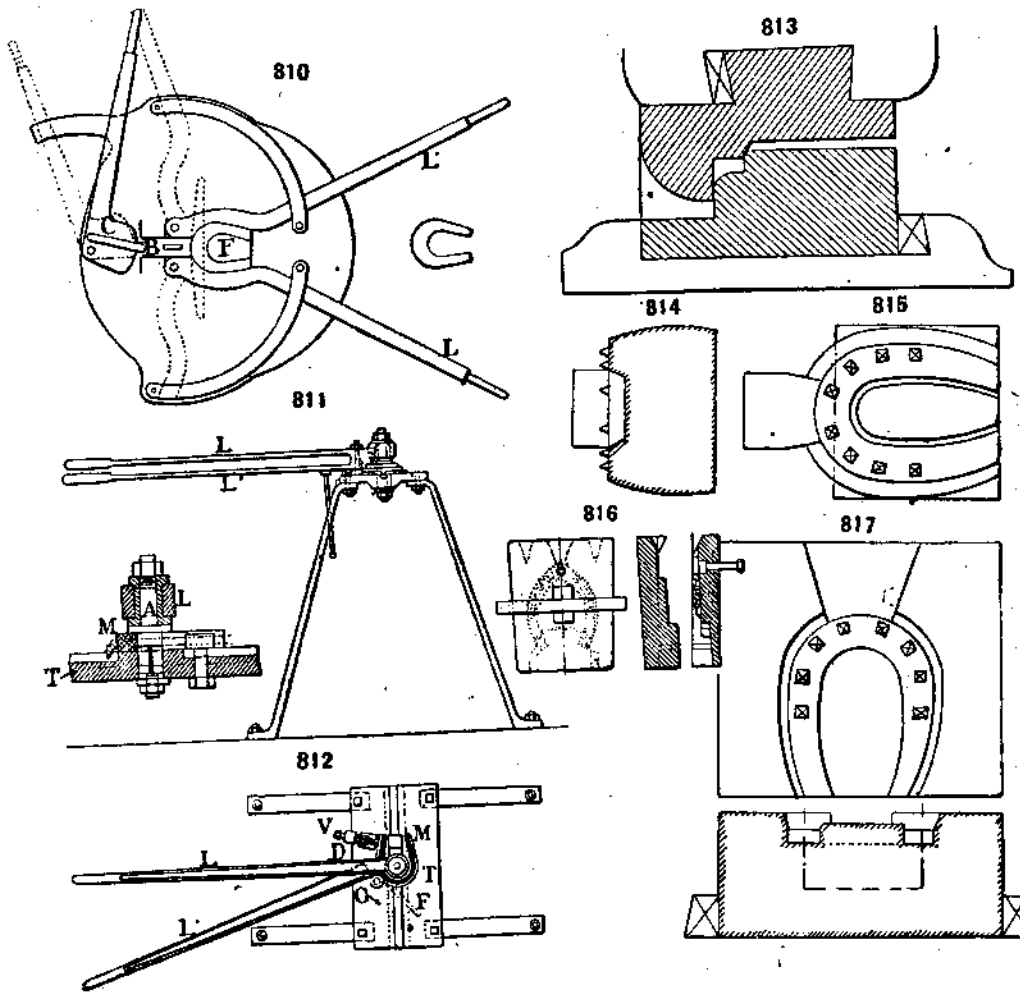


Рис. 810 — 817.

Заготовку прижимают к форме *F* и зажимают планкой *B* посредством рычага с эксцентричным кулаком *C*.

При повороте двух других рычагов *L*, *L'* заготовка охватывает оправку *F*. Эти рычаги сразу придают железу требующуюся подковобразную форму.

Сгибание подковых заготовок производят также и на машине типа, изображенной на рис. 811 и 812¹⁾, с оправкой *M*, укрепленной к столу *T*. На ось *A*, укрепленную неподвижно на столе, надет рычаг *L*, соединенный шарниром *B* со вторым рычагом *L'*, короткое плечо которого имеет ролик, нажимающий на железо и изгибающий его вокруг оправки.

¹⁾ Патент Vadiou 30 апреля 1869 г.

Операция заключается в том, что нагревают заготовку, прижимают ее к оправке винтом V и действуют рычагами L и L' . Рычаг L производит вращательное перемещение, а рычаг L' производит давление, прижимающее железо к оправке.

Зажимом заготовки пользуются для немедленной пробивки отверстий.

3. *Штампование в матрицах.* Матрицы устраивают таким образом, чтобы одновременно они образовывали шип или шипы, а также углубления для головок гвоздей.

Штампование производят под молотом или под эксцентриковым прессом.

Операцию часто разбивают на две. В этом случае в первой матрице выравнивают изгиб подковы, пробивают отверстия, образуют шипы, а если требуется то и бороздку.

Вторая пара матриц, установленная на соседнем молоте или машине, выравнивает железо, пробивает начисто отверстия и исправляет формы отдельных частей.

На рис. 813 — 816 изображено устройство таких матриц.

Чтобы можно было легко вынимать подковы из глубоких матриц, в нижней матрице помещают стержень с головкой и гайкой, снабженный пружиной, выталкивающей подкову вверх.

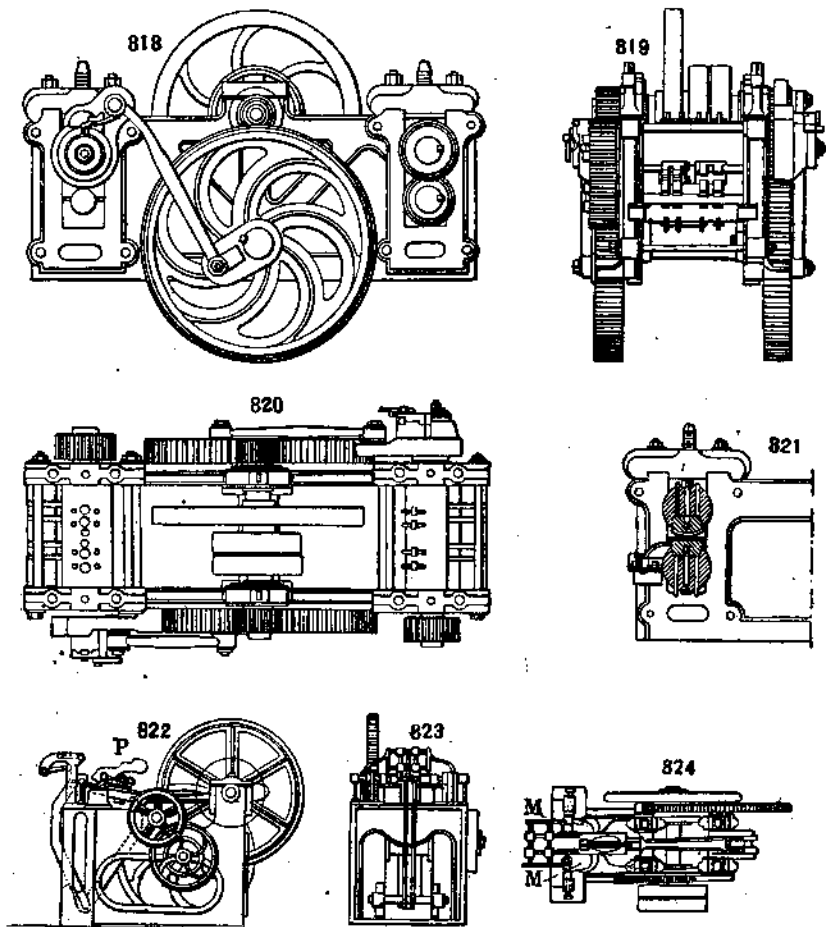


Рис. 818 — 824.

Окончательная операция заключается в том, что по охлаждении металла в подкове прочищают отверстия на специальной небольшой дыропробивной машине.

Производство подков процессом Сибю.

Способ, предложенный Сибю (Sibut)¹⁾, заключается в том, что:
1. Нарезают ножницами заготовки соответствующей длины и затем прокатывают в стане (рис. 818—821), валки которого приводят

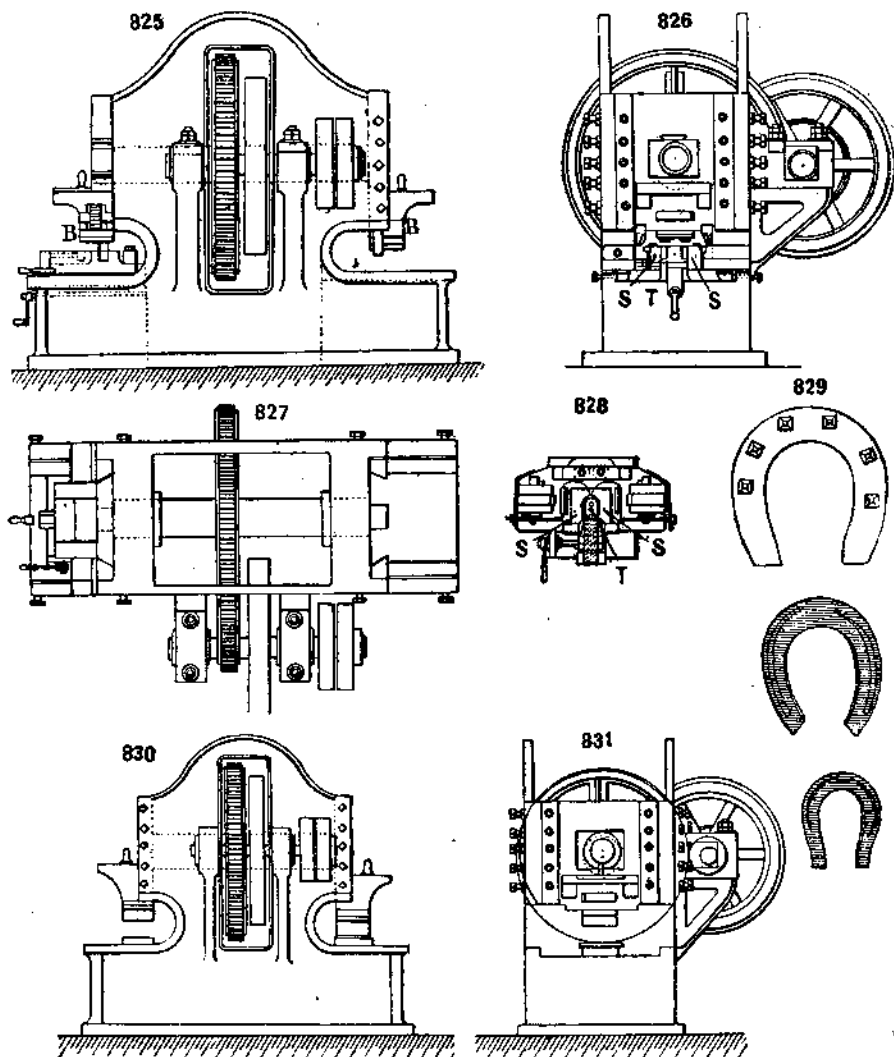


Рис. 825 — 831.

в колебательное движение кривошипным механизмом. Прокатный стан — двойной.

2. Сгибают заготовку в загибочной машине (рис. 822—824). Заготовку помещают перед оправкой, которая захватывает железо и

¹⁾ Патент 14 марта 1874 г.

пропускает его между двумя роликами *M*. Последние сгибают его по оправке *J*, движущейся попеременно в обе стороны. Заготовка во время операции удерживается на месте качающимся рычагом *P* (рис. 822).

3. Заготовку переносят для третьей операции на штамповально-загибочную машину (рис. 825—828), оканчивающую загиб и одновре-

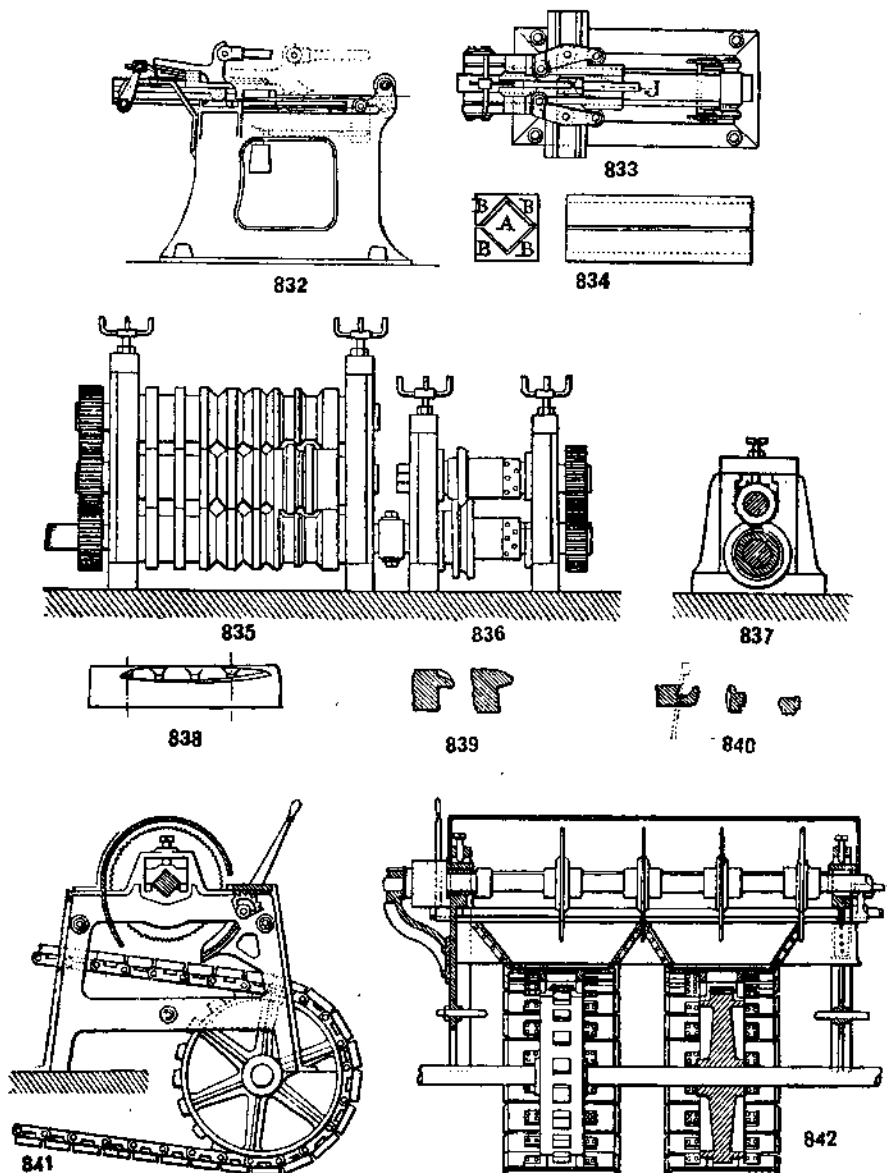


Рис. 832 — 842.

менно штамповую выступы и углубления. Заготовку помещают между тисками *S* и оправкой *T* между ними. Оправка сделана неподвижной, а тиски сходятся между собой и зажимают железо, пока верхний штамп *B* придает ему соответствующий рельеф (рис. 825 и 826).

4. Железо еще при красном калении переносят на другую машину (рис. 830 и 831), где штампуют начисто между двумя матрицами.

На рис. 832 и 833 представлен несколько видоизмененный тип загибочной машины.

Другой способ производства конских подков заключается в том, что железные или стальные заготовки вытягивают в машине, изображенной на рис. 834, где буквой *A* обозначен стальной сердечник и буквами *ВВ* железные заготовки.

Пакеты сваривают и прокатывают в прокатном стане (рис. 835 и 836), чистовые ручки которого образуют на бруске средний шип, задние шипы, бороздки и углубления для головок гвоздей, не пробивая, однако, вполне отверстий для последних.

Полосу переносят на подвижной стол пилы (рис. 841 и 842) с несколькими циркулярными лезвиями и разрезают на заготовки. Заготовки падают в тележку или на транспортер, состоящий из металлических корыт. Заготовка в этот момент имеет вид, изображенный на рис. 843.



Рис. 843 — 845.

После этого заготовки поступают на машину для штампования игиба (рис. 846 — 850).

На рис. 850 изображен план механизма для прокатки задних шипов. Он состоит из вала *N*, на котором установлен штамповальный

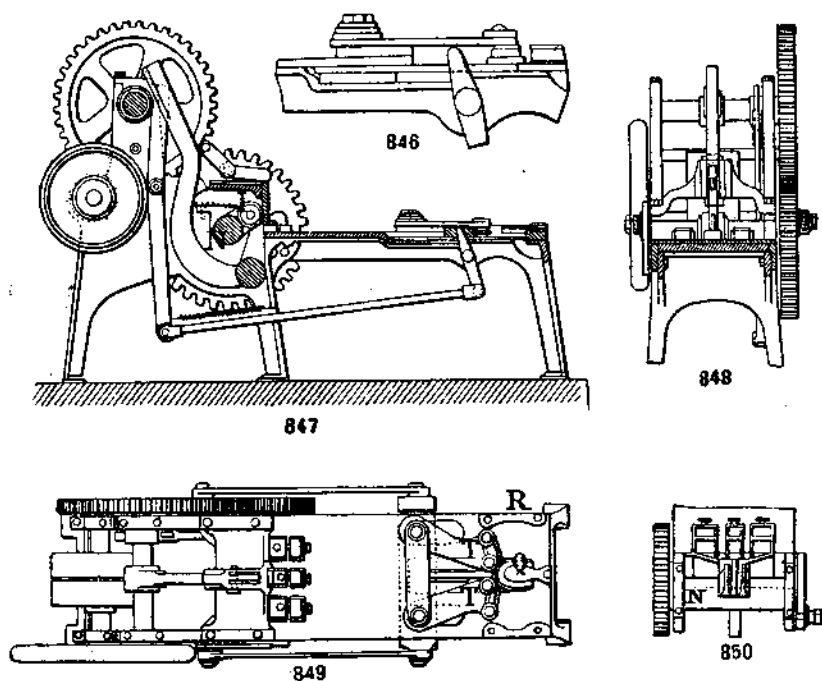


Рис. 846 — 850.

валок *I*, образующий выемку (рис. 844 и 845), при чем заготовку укладывают на опорные планки.

После образования выемки и задних шипов машина освобождает заготовку, которую передают на загибную машину.

Последняя имеет оправку *Q* (рис. 849) и два загибных рычага *T* с двойными роликами, из которых одни служат для загиба заготовки, а другие упираются в неподвижные направляющие *R*.

Изделие выпадает из машины на ленточный транспортер, который переносит его на чистовую машину для придания соответствующей формы и удаления всех заусениц.

Эта машина (рис. 851) состоит из опорного вала *X* и нижней матрицы *A'*.

На верхнем валке *B* установлена верхняя матрица *C'*. Обе матрицы приводятся в движение одновременно. Когда подкову помещают на нижнюю матрицу и эта последняя отходит назад, верхняя матрица поворачивается таким образом, что нажимает на изделие и, слабо вытягивая железо, одновременно штампует его. Такой результат получается вследствие того, что нижняя матрица имеет слегка ускоренное движение относительно верхней матрицы.

Механическая выделка подковы занимает менее одной минуты, и вся операция производится при одном нагреве. Производительность может быть очень большой, в зависимости от оборудования завода ¹⁾. Подковы выделывают из металла высокого качества, хорошо сопротивляющегося изнашиванию. Для производства подков пользуются хорошим литым железом или мягкими марганцевыми сталями.

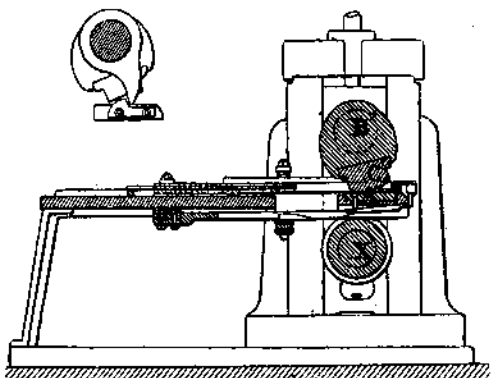


Рис. 851.

Производство алюминиевых подков.

Несколько лет тому назад появились подковы для специальных целей, выделяемые из алюминиевого сплава, содержащего от 85 до 90 процентов алюминия и от 15 до 10 процентов олова, меди или мельхиора (последний с содержанием 33 процентов никкеля).

Литые алюминиевые плиты прокатывают до толщины втрое большей толщины готовых подков. Подковы вырезают в холодную и штампуют в холодную же для наклепа металла и придания ему требуемой толщины и формы вместе с отверстиями для гвоздей.

Эти подковы обрабатывают в холодную, при чем необходимо, насколько то возможно, избегать отжигов, которые делают металл слишком мягким и очень ломким.

Производство подков с язычками.

Подковы, снабженные язычками, составляющими одно целое с ними и служащими для прикрепления их к наружной части копыт, выделывают из профилированных стальных, литых железных и алюминиевых полос или листов, из которых вырезают соответствующие заготовки (рис. 852).

¹⁾ Некоторые американские подковные заводы выпускают свыше 400 тонн подков в неделю.

Последовательные превращения заготовки можно видеть на рис. 852 — 854, тогда как на рис. 856 изображен способ прикрепления подковы к копыту лошади. Форма придается в матрицах (рис. 858), где получают языки, окруженные тонкими заусеницами (рис. 860). Заусеницы обрезают в матрице.

Подковы для рогатого скота выделываются прокаткой в виде полос (рис. 861 и 855), так что кузнецу остается только отнимать отдельные заготовки и придавать им соответствующую форму.

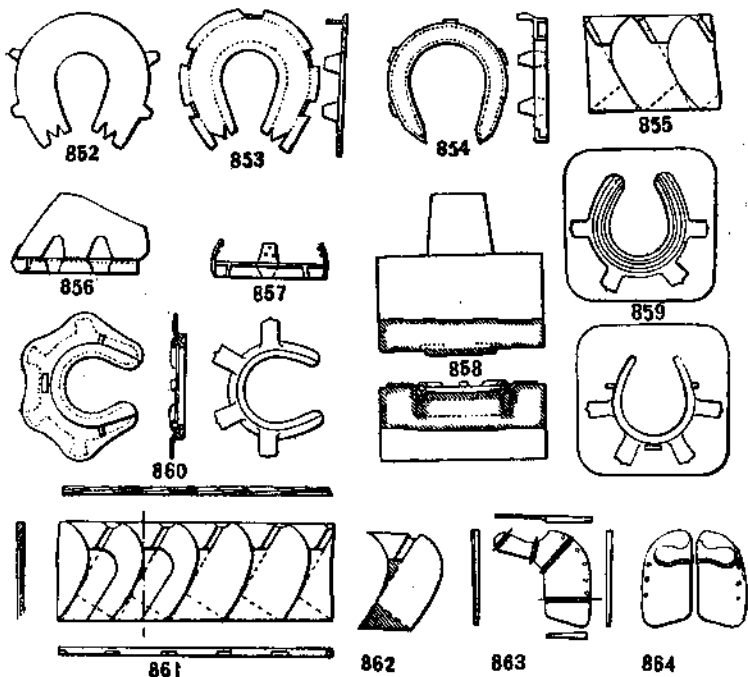


Рис. 852 — 864.

Заготовки размещают на полосе так, чтобы получалось возможно меньше обрезков. Два способа размещения заготовок можно видеть на рис. 861 и 855.

На рис. 862 изображена отдельная заготовка, отнятая от полосы. Получающиеся при выделке подковы обрезки заштрихованы на рисунке, толщина их не превышает 2 мм. Оттягивая толстую выступающую часть заготовки в форму, изображенную на рис. 863, получают язык, который загибают на верхнюю поверхность копыта, как показано на рис. 864. Отверстия для гвоздей пробивают в матрице или бородком.

Одна из прокатных поверхностей заготовки плоская, а потому углубления приходится устраивать только на одном валке.

На прокатном стане можно также получать углубления, соответствующие отверстиям, которые потом вследствие незначительной толщины металла легко пробиваются.

ГЛАВА VII.

Гвоздильное производство.

Гвозди представляют собой металлические стержни со шляпками на одном конце (или без шляпок) и заостренные на другом конце. Они служат для соединения деревянных частей или других материалов, в которые могут проникать. Гвоздями точно так же покрывают некоторые изделия для предупреждения быстрого изнашивания.

Гвозди обычно выделывают из мягкого железа, мягкой стали меди и латуни.

Формы гвоздей и шпилек чрезвычайно разнообразны, так же как и их размеры.

Крупные гвозди выковывают вгорячую или же вырезают из тонких полос. Гвозди среднего и мелкого размера выделывают в холодную, вырезая, или, чаще всего, прокатывая из металлической проволоки или прутьев.

Производство гвоздей вылилось в самостоятельную промышленность уже очень давно. Производственные процессы очень просты, применяемые машины отличаются громадной производительностью и часто весьма остроумным устройством.

Гвозди из литого железа и мягкой стали за последние десять лет почти совсем вытеснили гвозди из сварочного железа. Гвоздильные заводы чаще всего приобретают материал от сталелитейных заводов в виде плоских полос или проволоки.

Старинные процессы производства гвоздей молотком на наковальне до сих пор еще кое-где сохранились; они также применяются на гвоздильных заводах для производства некоторых сортов гвоздей специального назначения.

Ручное производство заключается в том, что вытягивают конец прутка молотком на наковальне *A* или *B* (рис. 865). После этого прутки надрубают на зубиле *C* на расстоянии от конца, соответствующем длине гвоздя, не отделяя, однако, этой части окончательно, чтобы облегчить ввод заготовки в гвоздильню *D*. После этого отделяют заготовку от прутка *T* и расклепывают конец, придавая ему форму шляпки.

Для ускорения работы и получения хорошо сформированных головок пользуются штампами.

Гвоздь вываливается из гвоздильни при ударе молотком по нижней ее части, удерживающей стержень гвоздя.

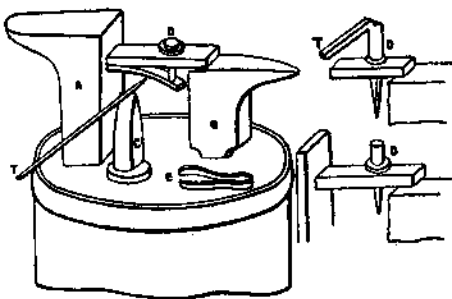


Рис. 865.

Планку образующую гвоздильню устраивают таким образом, чтобы ее можно было легко заменить и чтобы можно было укреплять на ней штамп формы, соответствующей выделяемому гвоздю.

Эти первобытные процессы тем не менее дают значительную производительность, так, например, хороший гвоздильщик может выделять от 10 до 15 гвоздей в минуту, в зависимости от размеров последних.

Первые машины были выпущены Штольцем и Фреем около 1840 года. Эти машины, вскоре оставленные, а затем усовершенствованные, предназначались для производства так называемых проволочных гвоздей.

Работа этих машин распадалась на следующие отдельные операции:

1. Железная, медная или латунная проволока подавалась в машину всегда на одинаковую, строго определенную длину.

2. Шляпка образовывалась путем высадки и расклепывания металла.

3. Обрезка гвоздей и образование острия производилась или путем вытяжки проволоки, или путем косога обреза, или же путем обрезки двумя клиновидными ножами, приводимыми в действие кулаками.

Инструменты, обрабатывающие металл в холодном состоянии, должны быть специальной конструкции. Трущиеся и рабочие части должны выделяться из лучшей закаленной стали, обладающей высоким сопротивлением и высокой вязкостью. Большинство типов гвоздильных машин удовлетворяет этим главным условиям, при чем конструкция их зависит от размеров и формы гвоздей.

Мы приведем здесь описания нескольких наиболее типичных машин. На рис. 866 и 867 изображена машина Фиентца (Fientz).

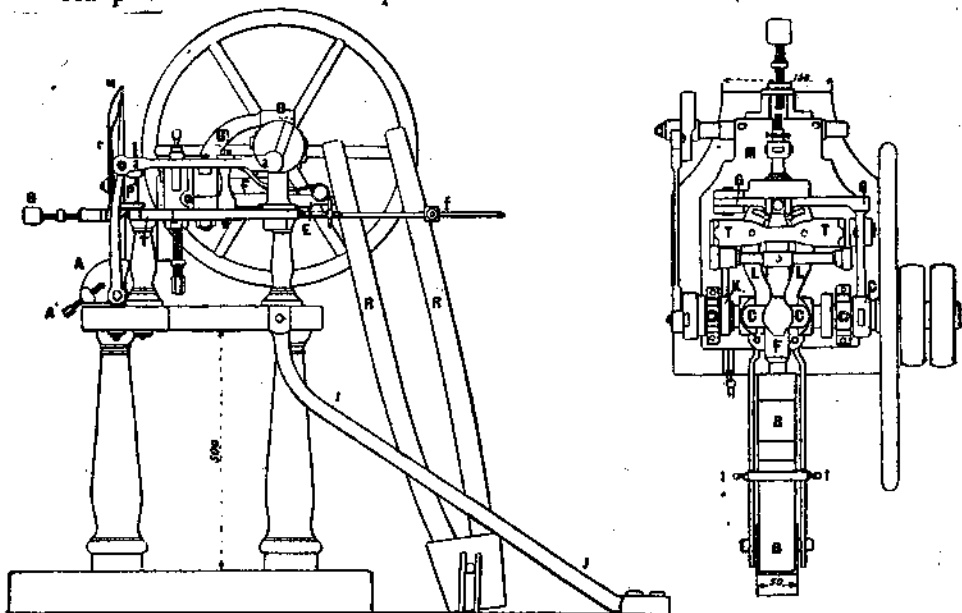


Рис. 866 — 867.

Проволока, намотанная на мотовило, помещающееся вблизи машины, вводится в наводку М. Эта наводка удерживает проволоку между зажимом Р и столом Т. Шатун аа приводит наводку в коле-

бательное движение, вследствие чего зажим поднимается и опускается. В последнем случае он втягивает проволоку и крепко удерживает ее пружинами *rr*. Длина хода зажима *P* регулируется винтом *B* и сектором *A*.

Для удержания проволоки на наводке при образовании шляпки на нее нажимают два захвата, приводимые в действие рычагом *G*. Последний, в свою очередь, приводится в движение кулаком; после захвата проволоки по ее концу ударяет ударник *F*, образуя шляпку.

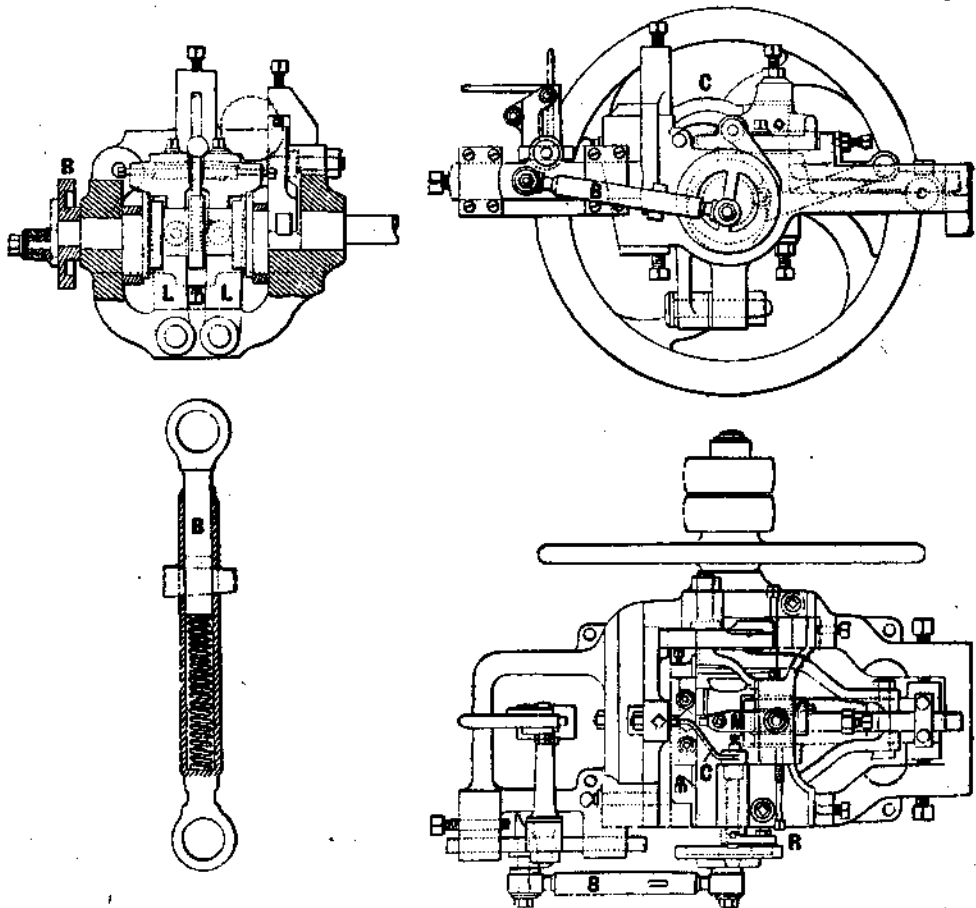


Рис. 868 — 871.

Ударник *F* движется в направляющих под действием двух пружин или досок *RR*, посылающих его вперед в соответствующий момент.

По образовании шляпки два рычага с ножами дают на проволоку, которую освободили захваты, и обрезают гвоздь, заостряя его конец.

Рычаги *L* приводятся в действие кулаками *CC*, установленными на приводном валу машины.

Отрезанный гвоздь выбрасывается затем стержнем в ящик, поставленный под машиной. Стержень точно так же приводится в действие кулаком *K* на приводном валу. Операции эти повторяются последовательно.

Все движущиеся части установлены непосредственно на приводном валу или приводятся в действие промежуточными частями.

Кулаки должны выделываться очень точно из твердой стали для лучшего сопротивления изнашиванию.

Производительность описанной машины достигает 250 гвоздей в минуту, тогда как вручную рабочий в состоянии выделывать только 25 гвоздей, а количество обрезков составляет от 2 до 4 процентов. Современные машины дают еще большую производительность, в зависимости от количества гвоздей, выделываемых одновременно, и от их размеров.

Гвозди отделяют, обрезая заусеницы и полируя во вращающемся восьмигранном барабане, наполненном слегка смазанными древесными опилками. Для удаления заусениц достаточно происходящих при этом сотрясений и ударов. Наконец, гвозди упаковывают в ящики.

На рис. от 868 до 872 представлено устройство гвоздильного прессы системы Caillexet et Billaud¹⁾.

Ударник со штампом *M* (рис. 871), ударяющий по шляпке, приводится в движение эксцентриком, придающим ему прямолинейно-возвратное движение. Эксцентрик заменяет пружину, которая в обычных машинах вызывает рабочее движение ударника. Обрезные рычаги *L* приводятся в действие роликами, укрепленными к каждому из рычагов и катящимися в прорези соответствующей формы, сделанной в цилиндре, установленном на приводном валу.

Экстрактор *C* точно также приводится в действие и регулируется роликом, движущимся в дорожке кулака.

Шатун *B*, вызывающий подачу проволоки, может изменять свою длину во время своего хода. Укорачиваясь или удлиняясь на некоторых частях своего пути, шатун вызывает остановку проволоки в тот момент, когда ударник образует шляпку или рычаги обрезают готовый гвоздь, или когда действует экстрактор.

Кулак, производящий давление, выточен непосредственно на валу машины, чтобы уменьшить его диаметр до минимума.

Гвоздильный пресс работает быстрее ударных машин, но гвозди получаются худшего качества, так как проволока в момент образования шляпки стремится уйти в губы тисков.

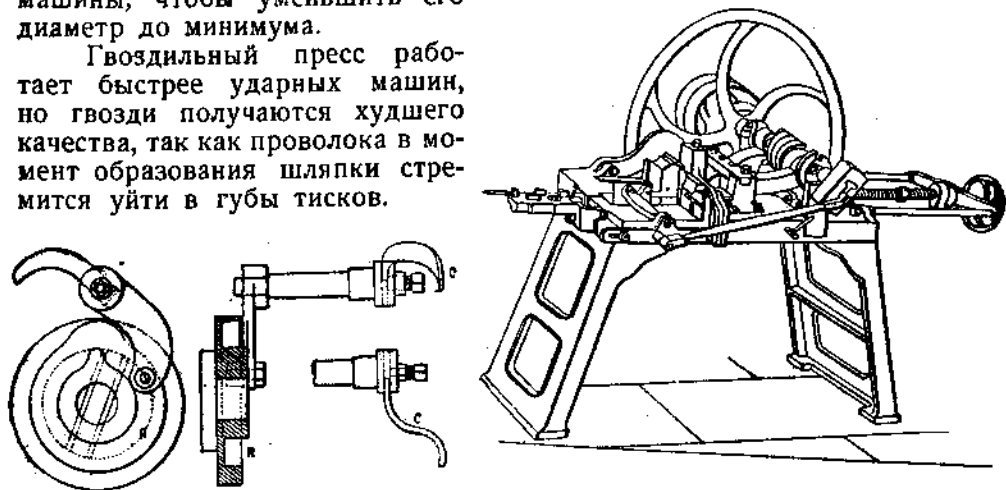


Рис. 872 — 873.

На рис. 873 изображена видоизмененная машина системы Sayn, устройство которой в основе одинаково с предыдущей.

¹⁾ Патент 8 июня 1889 г.

Производство насаженных гвоздей.

Гвозди треугольного, овального, квадратного или иного сечения выделывают из проволоки такого же сечения, предварительно прокатанной вхолостую или протянутой через волоочильную доску. Такие проволоки точно так же изготавливают из проволоки круглого сечения, придавая ей требуемое сечение пропуском между двумя валками. Кроме того, эти валки насакают одновременно проволоку, чтобы гвозди лучше держались в дереве (рис. 874).

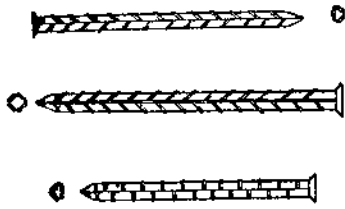


Рис. 874.

На рис. 875 — 878 изображены прокатные валки машины системы Tuers с насачками различного профиля ¹⁾.

Изменяя профили прокатных ручьев, гвоздям можно придавать чрезвычайно разнообразные сечения.

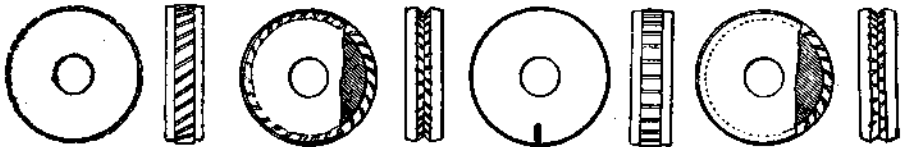


Рис. 875.

Рис. 876.

Рис. 877.

Рис. 878.

Машина работает следующим образом (рис. 879 и 880).

Валки *CC'*, затягивающие проволоку *F*, одновременно спрессовывают ее под действием нажимного винта *V*. Вследствие движения вперед салазок *A*, на которых установлены валки, последние подаются вперед не вращаясь и увлекают вместе с собой зажатую ими проволоку. Таким образом в машину подается длина проволоки, равная длине одного гвоздя.

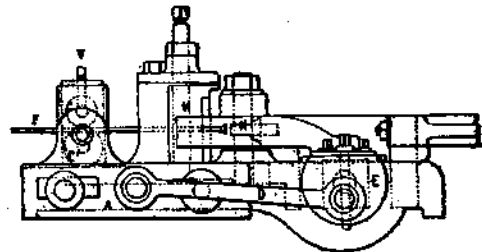
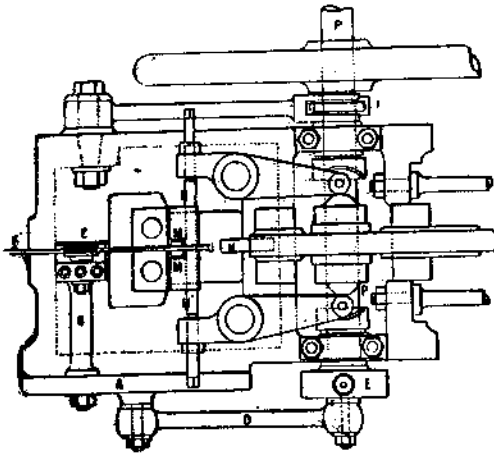


Рис. 879 — 880.

Движение салазок *A*, к которым укреплен кронштейн *B* валков, производится шатуном *D* и кривошипным диском *E* с переменной длиной плеча. Диск соединен с валом *P* машины.

Проволока захватывается тисками *M*, а ударник *K* расклепывает конец, образуя шляпку. После этого приходят в движение ножи *НН'*, обрезающие проволоку и образующие острие. В то время как про-

¹⁾ Патент 28 апреля 1890 г.

лока зажата тисками *M*, салазки *A* выполняют свой обратный ход, вследствие чего валки *C C'* прокатывают зажатую между ними проволоку, обжимая ее на длине, достаточной для производства следующего гвоздя.

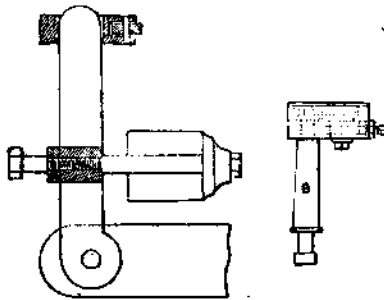


Рис. 881.

Движение, вызывающее зажимание и разжимание тисков *M*, производится кулаком *I* и различными промежуточными рычагами. Ножи *NN'* точно так же приводятся в действие рычагами и кулаками, как показано на рис. 881. Общее устройство всех машин этого типа можно считать одинаковым.

Производство кованных гвоздей.

Кованные гвозди изготовляют вгорячую, при чем стержни их выковываются четырьмя инструментами: двумя подвижными ударниками и двумя неподвижными наковальнями. Шляпку образует нажимной рычаг, приводящий в действие подвижные ударники. Построенная на этом принципе машина Луврие ¹⁾ изображена на рис. 882 — 884.

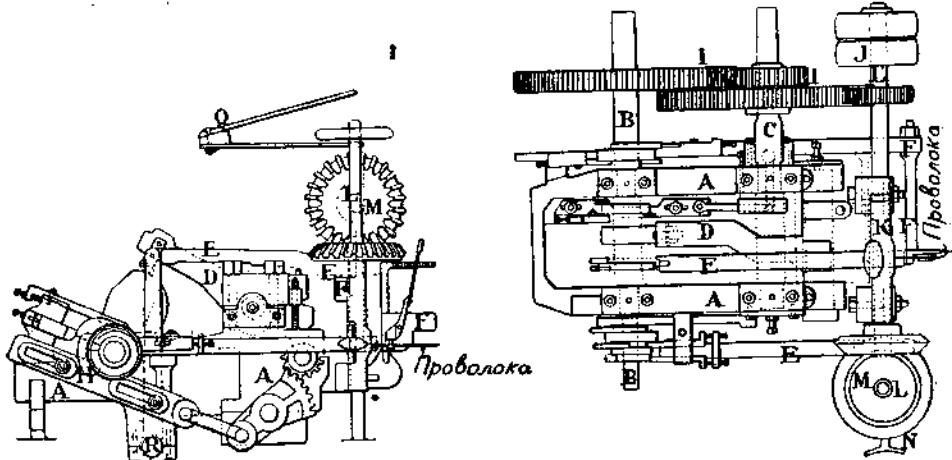


Рис. 882 — 883.

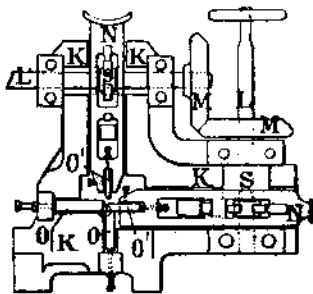


Рис. 884.

Четыре ковочных инструмента *O* расположены как показано на рис. 884. Два ползуна *N* приводят в движение оба ударника *O*, закрепленные в них боковыми винтами. Ударники устанавливаются в продольном направлении регулировочными винтами. Ползуны *N* приводятся в движение кулаками *SS'*, установленными на валах *LL'*. Последние расположены таким образом, что придают ударникам *O'* возвратно-прямое движение. Последние ударяют в неподвижные наковальни *O*.

К каждому ползуну присоединена направляющая, служащая для удержания железа в середине между инструментами. Возвратно-пря-

¹⁾ Патент 10 марта 1897 г.

молинейное движение рамы *F*, рис. 883, приводимой кулаком, вызывает подачу материала к инструментам.

Ползуны регулируются рычагом *E*. Последний устанавливается винтом *L*, в зависимости от толщины, придаваемой стержню гвоздя.

Тиски, сделав четверть оборота, занимают горизонтальное положение против инструментов *OO'* и принимают гвоздь тотчас же как откован его стержень. Затем тиски принимают вертикальное положение и воспринимают давление, развиваемое качающимся рычагом *D*, образующим шляпку. Те же тиски удерживают гвоздь и во время обрезки.

Все части машины приводятся в движение шкивом *J*, передающим движение шестерням *I*. Последние можно по желанию заменять, соответственно числу ударов которое должны сделать ползуны для проковки стержня требующейся длины.

Если шляпки очень велики сравнительно с сечениями стержней, то на заготовках гвоздей оставляют избыток металла на той стороне прута, где образовывается головка, при чем часть его, образующую стержень, вытягивают проковкой или прессованием. После этого заготовки разрезают и гвоздям придают окончательную форму.

Материалом может служить проволока, прутья или листы, разрезанные на полосы. Если пользуются проволокой, то бунты помещают на мотовиле рядом с машиной ¹⁾.

Гвозди типа, изображенного на рис. 885 и 891, получают двумя последовательными операциями на двух отдельных машинах ²⁾.

Первая машина дает гвозди с плоской квадратной или прямоугольной шляпкой (рис. 886 и 888). После этого пуансоны штампуют шляпки, изменяя их как показано на рис. 889 и 890. Пуансоны вместо плоского рабочего конца имеют квадратное или прямоугольное углубление такой глубины, чтобы в нем могло поместиться все железо, предназначенное для образования шляпки.

При выходе из машины гвозди прокатывают в барабане, где обламываются заусеницы, после чего их отжигают в закрытых ящиках.

После отжига приступают ко второй операции, которая заключается в осаживании шляпок матрицей, по которой ударяет или на которую давит пуансон, углубленная форма которого в точности соответствует форме шляпки гвоздя. На рис. 892 изображены матрицы, служащие для осаживания шляпок.

Гвозди с продольными дорожками (рис. 893) получают при помощи специального приспособления системы Ривьера ³⁾ (рис. 894), состоящего из четырех стальных инструментов *O*. Последние встре-

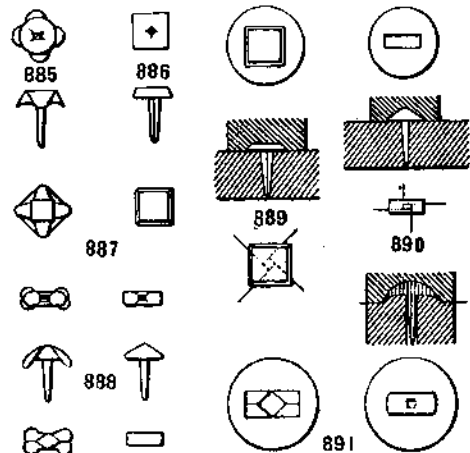


Рис. 885 — 891.

¹⁾ Во французском издании следует детальное описание этих машин. Однако, вследствие невязок в чертежах это описание пришлось выпустить. *Ред.*

²⁾ Процесс, принятый на заводе Société des Forges de Franche-Comté.

³⁾ Патент 30 июня 1890 г.

чаются в одной точке при сближении частей *EE* и расходятся, образуя пирамидальную форму гвоздя при расхождении тех же частей.

Для этого инструменты *O* несколько сведены на конус, чтобы образовывать пирамиду, а углы их слегка срезаны для образования продольных углублений на боковых гранях.

Части *EE* имеют прорезы, в которых помещаются упорные плашки инструментов. Концы плашек, в которые упираются инструменты, срезаны под углом, а положение их регулируется винтами.

Гвозди выделяются в машине обыкновенного типа. Проволока входит когда части *EE'* расходятся и зажимается затем между ними как в клещах. Происходящий обжим вызывает образование стержня, в то время как штамп образует шляпку. После этого проволока подается дальше и ножи обрезают гвоздь, образуя острие.

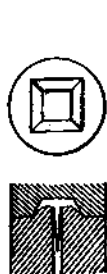


Рис. 892.

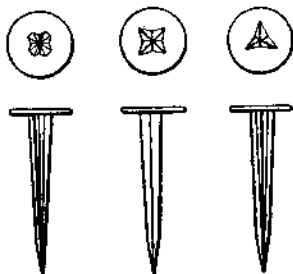


Рис. 893.

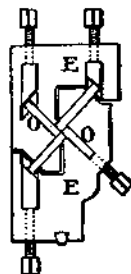


Рис. 894.

Гвозди крупных размеров требуют сравнительно сильных давлений или ударов по их пирамидальным поверхностям, а потому предпочитают вырезать заготовки из прутка или из листа наискось. Для этого берут плоский пруток, вырезанный так, чтобы длина его равнялась длине гвоздя плюс небольшой избыток металла для образования шляпки, а ширина равнялась приблизительно двойной средней толщине гвоздя.

Каждый обрезок разрезают наискось и затем штампуют головку.

В машине (рис. 895 и 896)¹⁾, предназначенной для производства такого рода гвоздей, железный пруток направляется и выправляется гладкими роликами *A*.

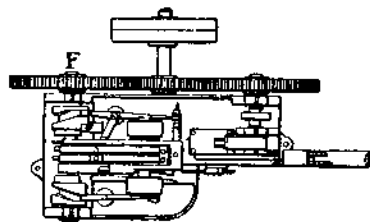
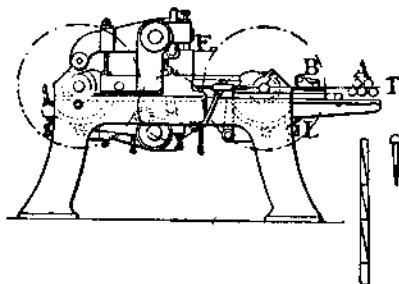


Рис. 895 — 896.

Пруток *T* по выходе из роликов захватывается клещами *B* с прерывистым движением, приводимыми рычагом *L*. Клещи имеют продольное перемещение для установки их соответственно длине гвоздя.

Движения передаются промежуточным валом.

Конец прутка разрезается двумя ножами, расположенными наклонно к оси стержня. Два других ножа отрезают гвоздь одновременно диагональной разрезкой. Эти ножи приводятся в действие попарно рычагами.

¹⁾ Машина Nawrocki Engineering, 4 марта 1881 г.

Все четыре рычага приводятся в движение кулаками, установленными на валу *F*. Ножи монтированы на ползунке *E*, направляемые в станине.

Клещи подают заготовку к разрезным и обрезным ножам. После этого обе половины заготовки передвигаются в стороны для образования шляпок бойками в матрицах.

По изготовлении шляпки гвоздь выбрасывается из машины.

Производство гвоздей прокаткой.

На рис. 897 изображена машина типа Sharrow (Бирмингэм) для горячего производства гвоздей.

Проволоку нагревают в печи, расположенной спереди и возможно ближе к машине.

Верхние валки служат для прокатки или скорее для обжима и насечки стержня гвоздя, при чем нижний валок перемещает валок *C* к верхнему валку соответственно прокатываемому профилю. Этот профиль воспроизводится по лекалу *G*, которое входит между нижними валками.

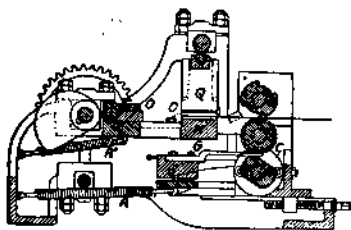


Рис. 897.

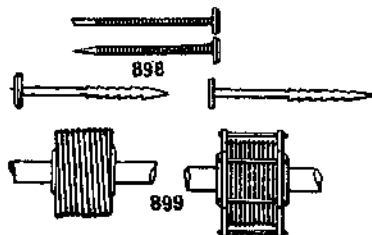


Рис. 898 — 899.

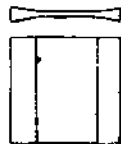
Это возможно вследствие формы нижнего валка, имеющего два среза на своей цилиндрической поверхности. Лекало *G* помещается на салазках, которые оттягиваются пружиной *R*.

Вследствие своих вырезов верхний валок вызывает прерывистое поступательное движение проволоки. Проволока подается в то время, когда этот валок обращен к среднему валку своей большой окружностью.

Когда один из вырезов верхнего валка приходится против среднего валка, подача проволоки прекращается до тех пор, пока противоположная цилиндрическая часть его не окажется против этого валка и не подаст проволоки на длину дуги контакта.

При остановке проволоки эксцентриковые ножницы, приводимые в движение верхним валом, обрезают гвоздь. Ползун *Q*, к которому укреплены ножницы, служит также для удержания гвоздя на матрице *N* в тот момент, когда штамп *U* выштамповывает шляпку в точке *O*.

Этот штамп укреплен к ползунку *O*, приводимому в движение кулаком. Ползун при обратном ходе оттягивается пружиной *R*. Готовый гвоздь выкидывается следующим гвоздем и падает под станину.



Профили валков и лекала *G* зависят от размеров гвоздей. Рис. 900.

Машина эта отличается простотой устройства и дает возможность использовать процесс прокатки для изготовления различных форм гвоздей. Насеченные гвозди круглого сечения, как, например, изображенные на рис. 898, получают поперечной прокаткой проволоки между двумя валками (рис. 899) с ручьями.

Производство подковных гвоздей.

Механические подковные гвозди обычно вырезают из железных полос, сечение которых изображено на рис. 900.

В машине системы Swalwel ¹⁾ (рис. 901—904) операции следуют друг за другом в следующей последовательности.

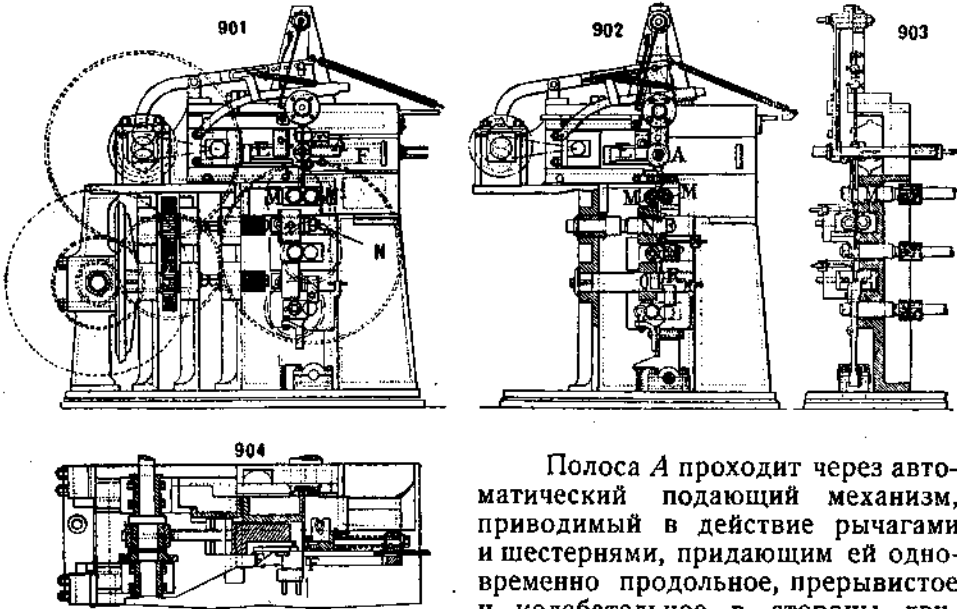


Рис. 901—904.

Полоса *A* проходит через автоматический подающий механизм, приводимый в действие рычагами и шестернями, придающим ей одновременно продольное, прерывистое и колебательное в стороны движение, вследствие чего заготовка (рис. 905) отрезается от полосы

наискось подвижным ножом *E* и неподвижным ножом *F* (рис. 901).

Отрезанная заготовка падает в направляющую трубку, по которой поступает головкой книзу между первой парой горизонтальных валков *M*, один из которых изображен отдельно на рис. 910. Каждый валок имеет углубления, форма которых позволяет прокатывать одновременно две заготовки при каждом обороте, придавая им профиль, изображенный на

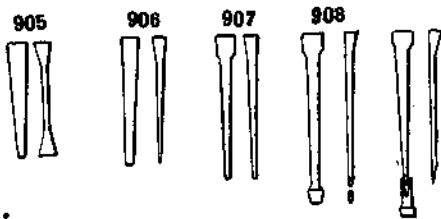


Рис. 905—909.



Рис. 910.

рис. 906. Эти валки воздействуют на широкие грани заготовки и сплющивают тот ее конец, из которого образуется острое гвоздя, и одновременно вытягивают начерно обжатый гвоздь.

Заготовка гвоздя (рис. 906) по выходе из валков *M* опускается по направляющей трубе ко второй паре валков *N*, лежащих ниже первой пары. Эти валки установлены под углом в 90 градусов к первым валкам.

¹⁾ Патент 24 февраля 1890 г.

Между валками *N* заготовка принимает форму, изображенную на рис. 907. Валки действуют на узкие грани заготовки, уменьшают ширину стержня, образуют заплечик под его шляпкой и одновременно вытягивают тело гвоздя.

Из второй пары валков, заготовка попадает в третью пару *P*, параллельную валкам *M*.

Валки *P* придают заготовке форму, изображенную на рис. 908. Они заканчивают образование шляпки, а стержень сплющивают и удлиняют еще больше. На противоположных сторонах получают грани, образуя утолщение на конце гвоздя.

Вслед затем гвоздь попадает к обрезным инструментам, удаляющим заусеницы (рис. 909) и заостряющим конец. Эти инструменты состоят из неподвижной матрицы *Q* (рис. 902 и 903) и подвижного ножа *R*.

Отходя, нож *R* освобождает гвоздь и последний падает под машину.

Различные направляющие трубы составлены из нескольких отдельных частей, чтобы из них можно было вынимать застрявшие заготовки.

Вместо того, чтобы сильно вытягивать стержень подковных гвоздей, можно высаживать их головки, как показано на рис. 911—916, относящихся к такого же типа гвоздю, или как показано на рис. 917—921, изображающих гвоздь совершенно иного типа с крупной шляпкой. Последний способ высадки применяется в машине *Chavane*, изображенной на рис. 922—927 ¹⁾.

Высадка производится постепенно в нескольких матрицах, расположенных по окружности подвижного вертикального диска *E*, прерывисто поворачивающегося вокруг своей оси (рис. 925). Над диском *E* помещается приспособление для закрепления штампов (рис. 922 и 923), приводимое в движение эксцентриком *G*. В ползуне *F* закрепляют пять штампов, действующих при остановках диска *E*.

Штампы направляются таким образом, чтобы не получалось перекосов. Заготовки гвоздей, изображенные на рис. 936, поступают в матрицы, спускаясь вертикально в точке *J* (рис. 925). Стержень проникает в матрицу до положения, показанного на рис. 911, при чем эта заготовка отделяется от других ножом, укрепленным на ползуне *K*, оставляющем вне матрицы некоторую часть металла, достаточную для образования головки.

Попавшая в матрицу заготовка поворачивается вместе с диском. Она останавливается в *N* и ожидает следующего передвижения. В это время другая заготовка попадает в точку *J*, где разрезается так же как и предыдущая, и затем попадает в следующую матрицу. При втором движении диска первая заготовка передвигается в точку *O* и подвергается первому штампованию. Следующее движение приводит

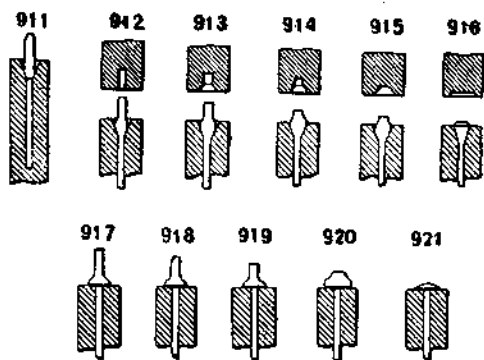


Рис. 911 — 921.

¹⁾ Патент 1 октября 1890 г.

ее в точку *P* для второго штампования и так далее, пока в точке *Q* головка не будет выштампована окончательно.

Дальнейшее движение диска приводит гвоздь в положение *R*, где между матрицами входят два клина, закрепленные в приспособо-

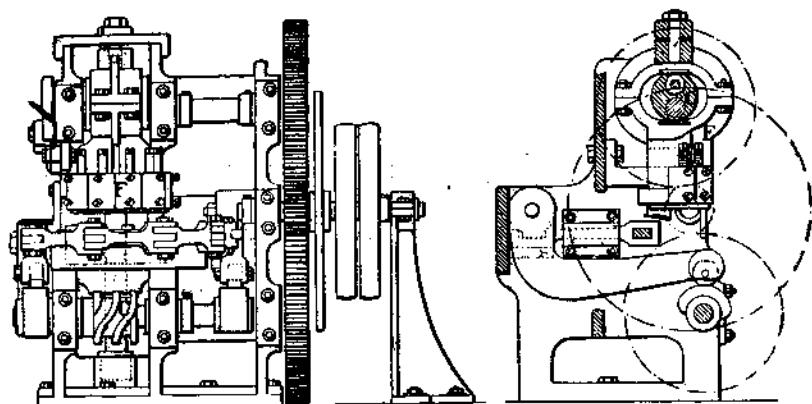


Рис. 922 — 923.

блении *F*. Эти клинья раздвигают матрицы, и гвоздь падает. После этого разведенные матрицы сближаются снова. При нормальной

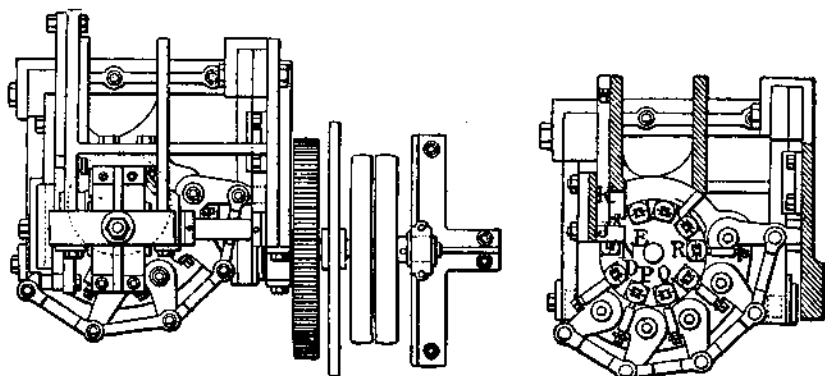


Рис. 924 — 925.

работе в каждый данный момент в матрицах обрабатываются пять заготовок и при каждом обороте вала *G* заканчивается выделка одного гвоздя.

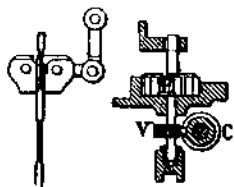


Рис. 926 — 927.

Приведем также описание привода, вызывающего прерывистое вращение диска *E*. Движение передается червяком или своего рода кулаком *C* (рис. 922) с дорожками, состоящими из винтовых и круговых частей, при чем первые служат для вращения, а вторые для остановки диска. Этот червяк *C* с прерывистым шагом приводит во вращение колесо *V* (рис. 927), зубцы которого имеют ромбическое очертание. Эта шестерня укреплена к диску *E* и таким образом вращает его.

На рис. 923 изображен эксцентрик *G* и рамка, соединенная с держателем инструментов *F*.

Производство заготовок для подковных гвоздей.

Заготовки подковных гвоздей иногда изготовляют в специальной машине и затем заканчивают в чистовом стане.

Заготовочная машина системы Баунварта (Baunwart)¹⁾ рис. 928—942 состоит из ряда прокатных матриц, вращающихся на соответствующем

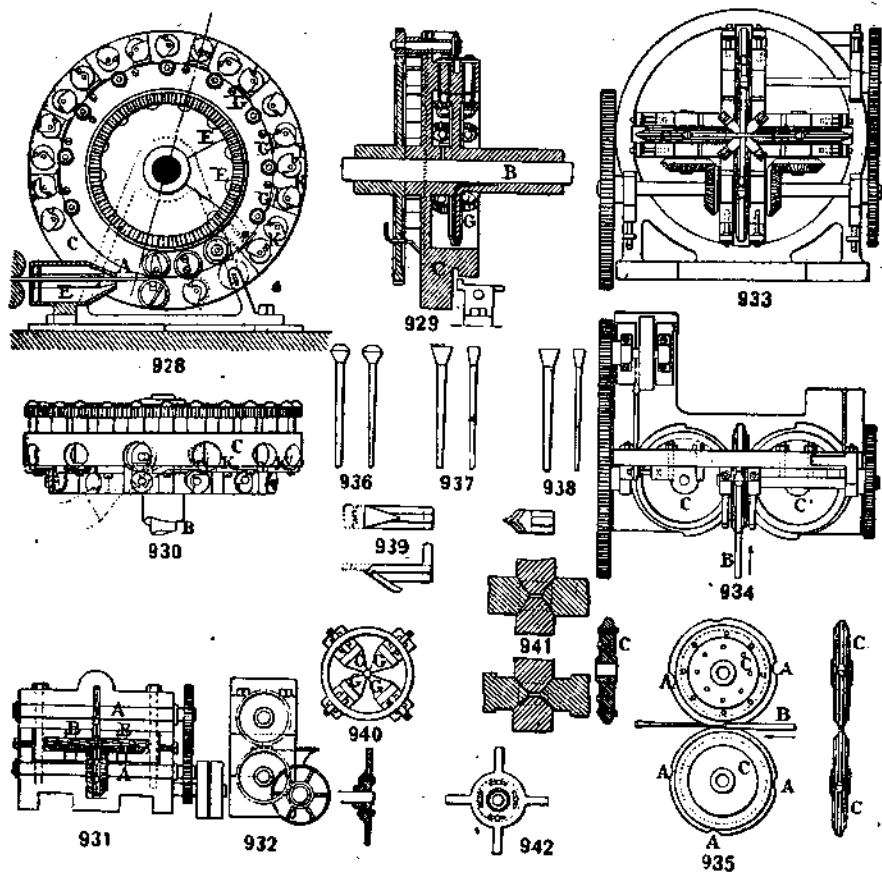


Рис. 928 — 942.

диске и последовательно воздействующих на поступающую в машину проволоку.

На валу *B* установлен диск *C* для валковых матриц с закраинной, служащей для установки целого ряда конических шестерен *E*. Матрицы *GG* установлены на поверхности внутреннего диска и расположены так чтобы постепенно обжимать проволоку *A* совместно с валковыми матрицами *KK*, установленными на поверхности диска *I*.

Проволока, выходящая из подающих ее валков, проходит через печь *F*. Проходя между этими валками, она немного удлиняется и утоньшается. Следующие матрицы уменьшают ее ширину, удлиняют и изгибают. После этого заготовка снова подвергается воздействию лицевых и боковых матриц и, наконец, после того как образуется головка, проволока отрезается.

¹⁾ Патент 24 мая 1887 г.

Подковные гвозди точно так же иногда изготовляют прокаткой между четырьмя валками, расположенными как показано на рис. 931 и 932.

Два из этих валков расположены горизонтально, а два других — вертикально.

Нижний горизонтальный валок имеет две конические шестерни, сцепляющиеся с соответствующими шестернями вертикальных валков. Таким образом достигается постоянство относительного движения инструментов.

На окружностях всех четырех валков устроены углубления, соответствующие форме гвоздей. Эти углубления образуют закрытый ручей в общей плоскости осей валков.

Углубления валков *AA* соответствуют узким граням гвоздя, а углубления валков *BB* — их широким граням.

Длину окружностей валков рассчитывают пропорционально числу гвоздей.

Для чистовой отделки и удаления заусениц гвозди падают во вращающийся барабан с внутренними ребрами¹⁾.

Гвоздильно-прокатный стан (рис. 933 и 934) выделяет заготовки из нагретых полос и заканчивает их до половины, т. е. до образования острия. Таким образом можно получать гвозди с различными шляпками, как показано на рис. 936—938. Заострение гвоздей производится в специальной машине, аналогичной с описанной выше.

Инструментами служат две пары валков *CC* и *C'C'*, расположенные под прямым углом друг к другу; между ними проходит проволока *B*. Эти валки имеют боковые скосы и углубления, сечение которых соответствует постоянно уменьшающемуся поперечному сечению гвоздя, начиная с его шляпки и до острия. Кроме того, имеются также углубления для образования шляпок.

Пара валков *CC* имеет ножи *A* (рис. 935), отделяющие готовые гвозди от проволоки.

Направляющие *G* (рис. 939—942) укреплены вблизи валков, образуя проход для проволоки.

Валки приводятся во вращение шестернями. Для производства гвоздей различных типов и длины рабочие части инструментов делают заменяемыми²⁾.

Гвоздильно-прокатный стан Фуллера³⁾.

В прокатном стане Фуллера (рис. 943—948) металлическая проволока вводится между двумя подающими валками *RR* (рис. 946) через направляющую втулку *D*. Проволока захватывается первой парой валков *CC*, образующих начальную заготовку гвоздя путем обжима металла. Проволока разрезается совсем или только надрезается кусками, длина которых соответствует длине изготовляемых гвоздей.

Заготовка перед выходом из пары верхних валков *CC* захватывается второй парой валков *C'C'*, обжимающих ее в направлении, перпендикулярном обжиму в первой паре валков. Таким образом заготовка превращается в готовый гвоздь, который проваливается через отверстие в станине.

Обе пары валков вращаются с одинаковой скоростью. Однако, диаметр нижних валков больше диаметра верхних на величину, соответствующую вытяжке, которой подвергается изделие.

1) Машина Boynton-Hartford. Патент 20 октября 1880 г.

2) Патент Moeller et Schreiber 20 февраля 1880 г.

3) Патент 30 декабря 1887 года.

Углубления устроены в кольцах, укрепленных на валках (рис. 947 и 948) для облегчения их замены при производстве различных типов и размеров гвоздей.

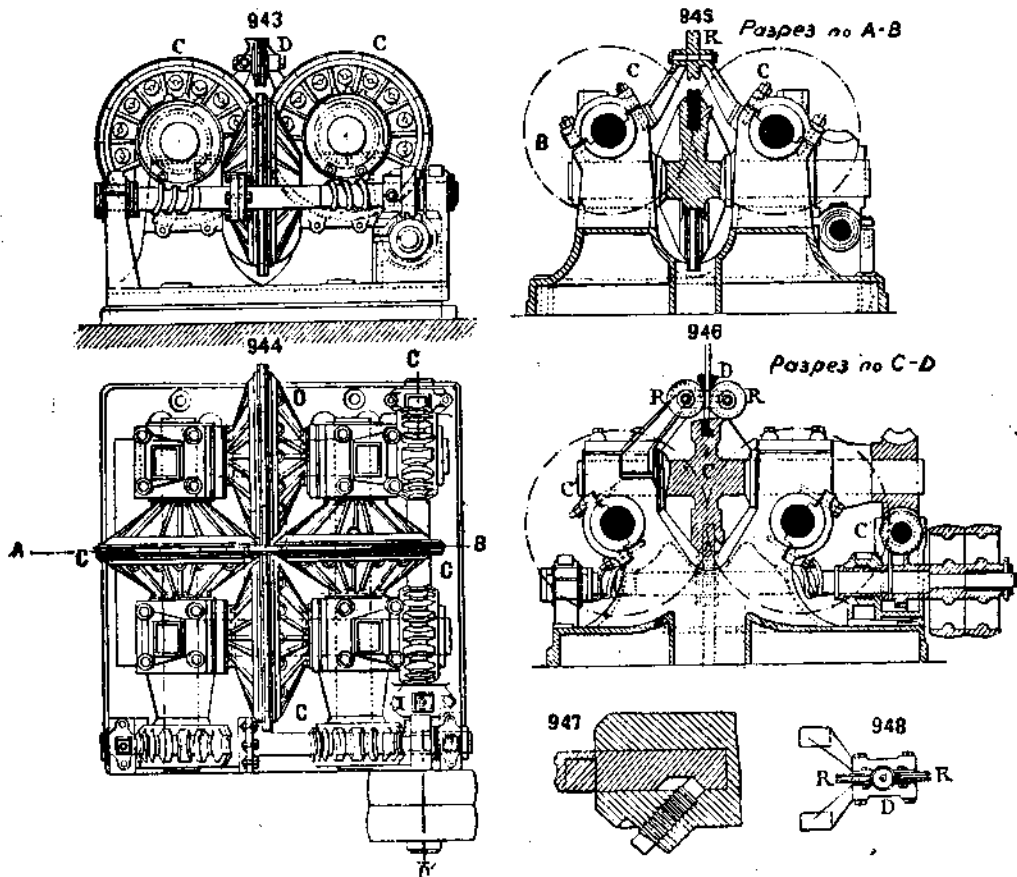


Рис. 943 — 948.

Машина для производства гвоздей при электрическом нагреве.

Машина системы Gombault et Rouillé, изображенная на рисунках 949 — 951 ¹⁾, характеризуется следующими особенностями.

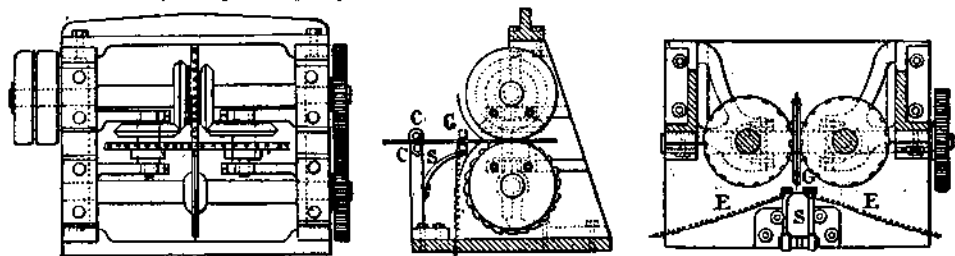


Рис. 949 — 951.

1. Непрерывным нагревом железной проволоки углем, раскаляемым электрическим током.

¹⁾ Патент 6 декабря 1888 г.

2. Прокаткой нагретой таким образом проволоки между четырьмя валками с углублениями, образующими стержни и шляпки гвоздей, как, например, подковных и других.

Впереди ручья, образованного валками (рис. 951), помещен уголь *G* с отверстием для прохода проволоки, из которой прокатываются гвозди.

Уголь закрепляется на кронштейне *S* (рис. 952) возможно ближе к ручью. Куглю присоединены два провода *EE* от динамомашин. Таким образом, уголь включен в цепь и вследствие прохождения через него тока нагревается до свечения и почти моментально накаливает проходящую через него проволоку.

Проволока проходит с равномерной скоростью, около 0,20 метра в секунду.

Проволока поддерживается роликами *CC*, установленными впереди стана.

Изготовленные гвозди обычно имеют тонкий стержень, заостренный на конце, и шляпку вроде изображенных на рис. 956. Сплошные линии рисунка изображают контур шляпок американских гвоздей, а пунктирные линии — контур французских гвоздей.

Гвозди не связаны друг с другом, так как острие всегда отламывается от следующей за ним шляпки другого гвоздя (рис. 953 и 954).

Надо заметить, что шляпка гвоздя прокатывается первой и что острие гвоздя образуется только из избыточного металла.

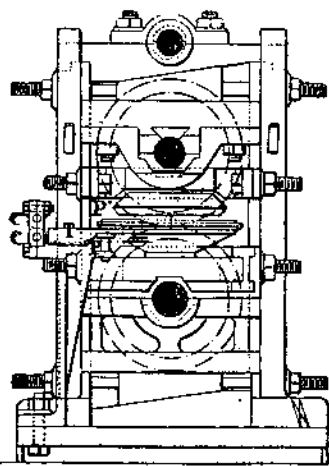


Рис. 952.

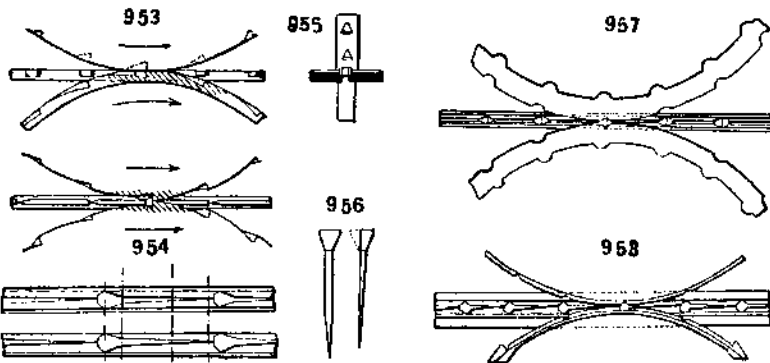


Рис. 953 — 958.

Рабочая часть валков отъемная (рис. 959), и потому ее можно заменять, в зависимости от производства и требований работы

Углубления устроены таким образом, чтобы они образовывали возможно меньшие заусеницы и безусловно обеспечивали касательное прохождение изделия (рис. 960).

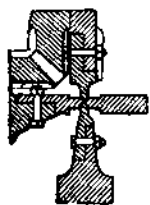


Рис. 959.

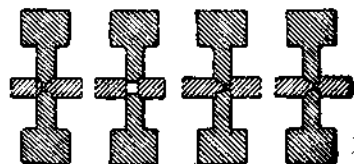


Рис. 960.

Проволока (рис. 952) направляется к валкам двумя направляющими *P*. Стол *T* покрыт кирпичной кладкой, и на нем устанавливают четыре

угля, доводящие проволоку до белого каления. Такого рода устройство лучше устройства, изображенного на рис. 951.

Машина эта отличается большей производительностью, а именно: около 500 гвоздей в минуту.

Гвозди с выпуклыми шляпками, но с очень тонкими стержнями, как, например, обойные, получают наштампованием шляпок из вырезанных латунных кружков толщиной около 1 мм.

Кружки штампуют таким образом, чтобы в центре они были толще и имели небольшое

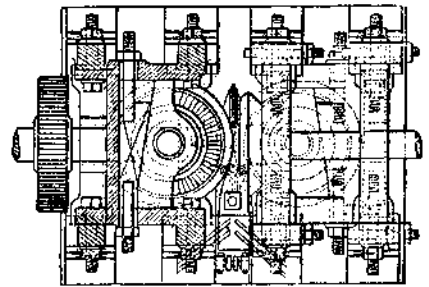
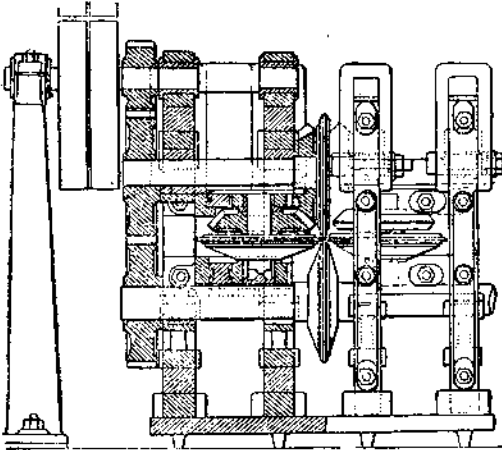


Рис. 961 — 962.

углубление для помещения головки на конце стержня гвоздя. Толщина выштампованной латунной шляпки сокращается до $\frac{1}{4}$ мм (рис. 963). Заготовку эту штампуют затем в полусферическую форму, при чем центральные ее возвышения захватывают головку стержня гвоздя.

Чтобы стержень не мог отклониться от вертикального положения, он входит в отверстие, устроенное в центре пуансона, при чем небольшая пружинка прижимает его к заготовке шляпки (рис. 964). Гвозди эти в настоящее время изготавливаются автоматическими машинами в количестве до 40 000 штук в день.

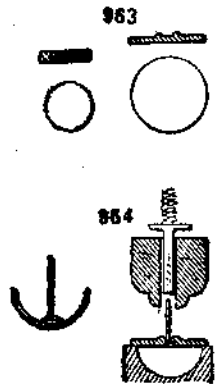


Рис. 963 — 964.

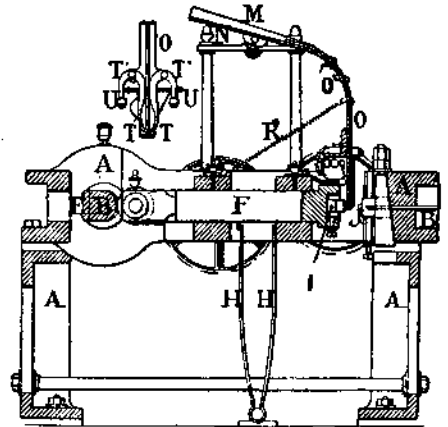


Рис. 965.

Первая машина для производства обойных гвоздей была разработана Кармом (Carrou) и выполнена Клеманом Коллас (Clement Collas).

На рис. 965 изображена машина Дюбрейля (Dubreuil) для штампования этих гвоздей и вставки стержней. Она состоит из матрицы *I*, укрепленной к ползуну *F*, движущемуся горизонтально под действием кулака *B* с двумя носками, установленного на валу *A*. Штамп *J* установлен неподвижно, при чем положение его регулируется клином.

Штамп устроен таким образом, что в нем может поместиться стержень гвоздя.

Поверх инструментов помещается наклонный стол *M*, заканчивающийся желобом с кулиссой *O*, распределяющей заготовки, при чем гвоздь скатывается по прорези в кулиссе. Шляпка и стержень соединяются друг с другом предварительно. Распределительная кулисса *O* имеет горизонтальное поступательное движение между штампом и матрицей, а также вертикальное движение. Во время горизонтального движения открывается зажим, удерживающий первый поданный кулиссой гвоздь, который и штампуются. Следующее горизонтальное возвратное движение и последнее нисходящее вертикальное движение приводят части машин в их исходные положения.

Во время всех этих последовательных движений, производимых несколькими кулаками, матрица *I* подается вперед, производя штампование, а по возвращении в исходное положение выбрасывает из машины готовый гвоздь.

Чтобы избежать при штамповании разрыва шляпки, операция производится в два последовательных приема двумя носками

кулака *E*. При штамповании шляпки одним ударом часто получаются разрывы и брак.

По окончании штампальной операции пружины *HH* отводят ползун *F* назад.

Кулисса *O*, подающая заготовку под штамп, колеблется около точки *O'* и приводится в движение кулаком *P*. Этот кулак производит также и вертикальное перемещение. Пружина *R* отводит кулиссу в ее исходное положение.

TT — рычаги зажима, колеблющиеся вокруг осей *T*. Экстрактор, приводится в действие рычагами.

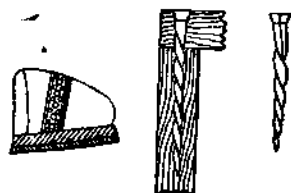


Рис. 966.

Производство крученых гвоздей.

Для производства крученых гвоздей (рис. 967) пользуются машиной системы Nichols, изображенной на рис. 968—970¹⁾, снабженной

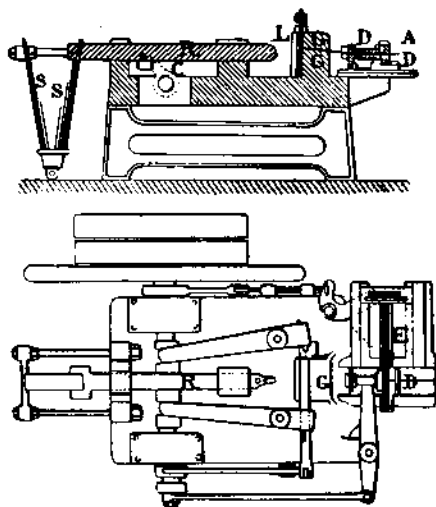


Рис. 967 — 968.

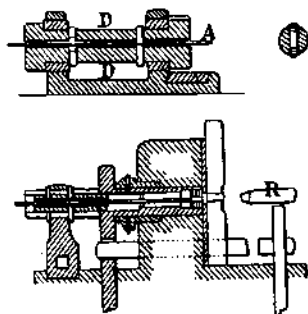


Рис. 969 — 970.

специальными приспособлениями и действующей следующим образом.

¹⁾ В Соединенных Штатах большинство гвоздей квадратного сечения вырезают из полос литого железа. Ежегодное мировое производство гвоздей достигает в настоящее время 400 000 тонн.

Проволока *A* подается вперед и захватывается тисками *GG*. В этот момент подающие проволоку салазки *D* находятся в своем заднем положении.

Муфта *D*, вращаемая зубчатой рейкой *E*, захватывает проволоку и скручивает ее между тисками *GG* и головкой муфты.

При скручивании носок кулака *C* освобождает пружинный ударник *R*, вследствие чего пружины *S* посылают его вперед и он штампует шляпку гвоздя. Верхняя губа тисков *G* поднимается и освобождает гвоздь, при чем происходит новая подача проволоки, а конец гвоздя обрезается ножницами *L*, образующими вместе с тем острие.

Крученые гвозди выделывают из проволоки квадратного, прямоугольного, треугольного или овального сечения.

Производство гвоздей поперечной разрезкой полос.

Вырезные гвозди делают обычно только крупных размеров. Их вырезают из широких железных полос, специально прокатываемых для этой цели.

Заготовки вырезают поперек полосы, как показано на рис. 972, чтобы довести до минимума количество обрезков.

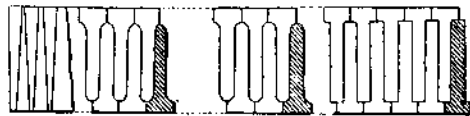


Рис. 971.

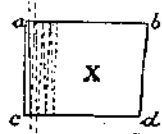


Рис. 972.

Гвозди эти имеют простейшую форму с граненым, закругленным, или тупым концом. Иногда они выделываются со шляпками, а иногда без них.

Принцип, на котором основано устройство разрезных машин, очень прост. Каждый гвоздь высекается пуансоном соответствующей формы и проходит через вырезную матрицу, срезающую заусеницы.

Разрезаемая полоса движется с перерывами, увлекаясь двумя валками, которые можно по желанию сближать для регулирования давления.

Эти гвозди обыкновенно отжигают в револьверных печах.

Гвозди без шляпок вырезают из полос, ширина которых равняется длине гвоздей.

Если плоскость резания сохраняет неизменное положение, то для отрезки заготовок трапецевидной формы необходимо, чтобы поступательное движение полосы сопровождалось угловым отклонением в горизонтальной плоскости. Для этого после каждого удара ножа необходимо вызывать колебательное движение полосы вправо и влево от среднего положения ее, нормального плоскости разреза, так чтобы заготовка отрезалась по линиям, изображенным на рис. 972.

Заготовки должны отсекаться очень точно. Лет двадцать тому назад эту операцию выполняли еще вручную. Рабочий должен был обладать большим навыком в работе.

Одна из первых машин, разрезавших полосу и автоматически подававших ее, была машина Лауренса в Филадельфии, изображенная на рис. 973—975.

На рис. 973 показано положение полосы *ABCD* для первого реза по линии *EF*. Положение полосы для второго реза изображено пунктиром.

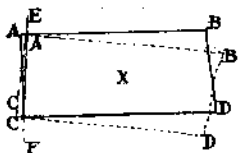


Рис. 973.

На рис. 974 изображена схема приведения в движение полосы X . Направление OY соответствует положению полосы при первом резе, а линия OY' — положению ее при втором резе, при чем плоскость обреза изображена линией JK . Стол $ABCD$ (рис. 974) соединен двумя шатунами T с коленчатым рычагом V , колеблющимся около оси S и приводимым в движение валом машины.

Колебания рычага V вызывают угловое движение стола около мнимого центра O .

Полоса подается вперед к ножницам валками LL между каждым двумя резами (рис. 975). Кроме того, точки присоединения шатунов T

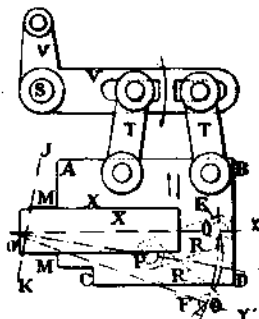


Рис. 974.

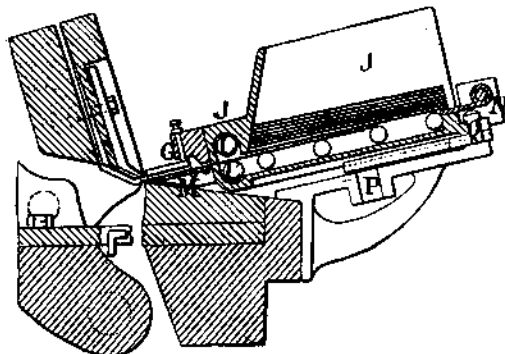


Рис. 975.

к рычагу V можно перемещать и тем изменять угол отклонения, в зависимости от размеров гвоздей.

Заметим также, что центр O качания находится слева от плоскости разреза и что полоса при этом колебании несколько перемещается горизонтально параллельно самой себе.

Для лучшей работы желательно, чтобы в момент резания, когда нож совершает свое восходящее движение, полоса несколько оттягивалась назад. Для этого устроен шатун R , вращающийся вокруг оси P и соединенный под столом с цапфой Q .

Так как стол колеблется вокруг точки O , то точка Q , лежащая на линии OY , перемещается и стремится описывать дугу QQ' с центром в точке O , однако шатун R заставляет точку Q описывать дугу EF , вследствие чего стол оттягивается шатуном R назад на разность радиусов обеих дуг.

То же движение приводит стол и полосу в конце каждого колебательного хода в их нормальные положения, при чем шатун занимает при этом положение R или R' .

Таким образом довольно сложные движения стола производятся очень простым механизмом.

Для непрерывной подачи полос машину (рис. 975) снабжают загрузочной коробкой J , вследствие чего один рабочий может обслуживать несколько машин, не опасаясь перебоев в их работе. Полосы, уложенные друг на друга в загрузочной коробке J , постепенно опускаются книзу по мере затягивания нижней полосы в машину.

В этот момент толкатель N , имеющий возвратно-прямолинейное движение, упирается в опустившуюся полосу и вталкивает ее между валками LL . Новая полоса упирается в неразрезанную еще часть предыдущей полосы и подвигает ее вперед.

Пружины M и направляющая G поддерживают остающийся конец первой полосы.

Производство обыкновенных гвоздей автоматической разрезкой полос обходится гораздо дешевле штампования. Этот процесс получил особенно широкое распространение в Америке и Англии. Для производства подковных гвоздей, из заготовок полученных разрезкой полос, требуются мягкие железные полосы, которым при прокатке придают форму, изображенную на рис. 976 и 977.

Операции следуют друг за другом в следующем порядке.

Обрезают заготовки, форма которых показана на рис. 979 и 980. Получающийся обрезок имеет вид сетки, представленной на рис. 978.

Прокатывают стержни заготовок, придавая им форму, как показано на рис. 981 и 982.

Обжимают заготовки расплющивая

острие, как показано на рис. 984, при чем получается продольный изгиб, как то видно на рис. 983.

После этого заготовки пропускают через матрицу, форма которой соответствует форме готового гвоздя.

Матрица срезает избыток металла на острие гвоздя (рис. 987) и придает ему окончательный вид (рис. 986)¹⁾.

Для удаления небольших заусениц гвозди затем шлифуют в бочках.

Подковные гвозди точно так же вырезают из полос со специальным профилем (рис. 988 — 990²⁾).

Вырезаемые без всяких обрезков заготовки получают загнутыми на обоих концах (рис. 992). Такие гвозди выпрямляют в надлежащую форму. Эту правку производят в горячую или в холодную в матрицах (рис. 993).

Стержень заготовки удерживается между губами *CD* тисков. Губа *D* шире губы *C*, и профиль на ее концах соответствует профилю гвоздя, образуя матрицу.

Вдоль губы *C* движутся выправляющие инструменты *EF*, действующие на вогнутую сторону гвоздя и придающие ему прямую форму (рис. 991).

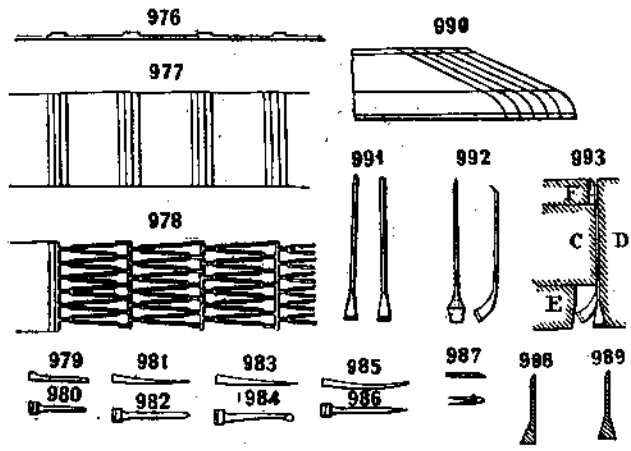


Рис. 976 — 993.

Производство гвоздей разрезкой полос с последующей прокаткой.

Комбинированная разрезка и прокатка гвоздей производится в машине системы Wheeler et Loring, изображенной на рис. 994³⁾. Металлическая полоса подается к разрезным ножам автоматическим механизмом. Сечение прокатных полос можно видеть на рис. 1001 и 1002.

¹⁾ Патент Polsey et Chase 31 марта 1869 г.

²⁾ Патент Husson 4 июня 1888 г.

³⁾ Патент 7 августа 1879 г.

Нож *B* (рис. 996 и 997) движется вертикально, приближаясь и удаляясь от матрицы *B'*, которая открывается в наклонный желоб *C*, сообщающий ее с коротким вертикальным желобом *E*. Последний установлен непосредственно над валками *F*, имеющими ручей. Опу-

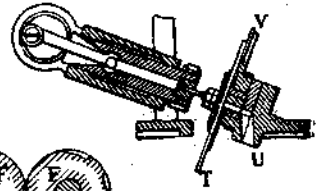
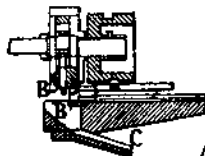
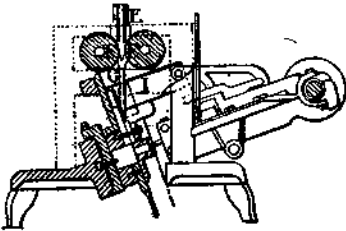


Рис. 998 — 1001.

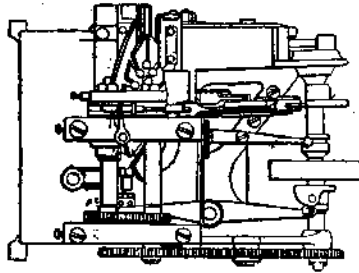


Рис. 994 — 995.

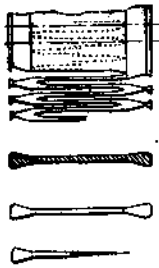


Рис. 1004.

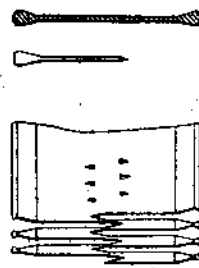


Рис. 1005.

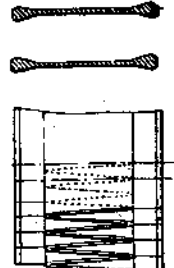


Рис. 1006.

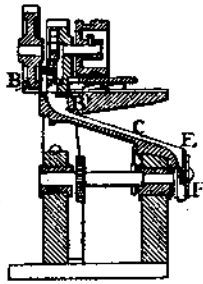
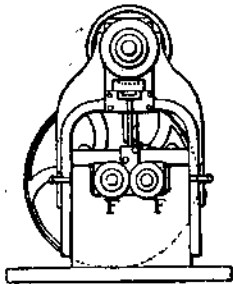


Рис. 996 — 997.

скающаяся заготовка, таким образом, хорошо направляется. Кроме того, желоб (рис. 997) наклонен таким образом, что заготовка, опускаясь,



Рис. 1002.



Рис. 1003.

поворачивается на четверть оборота вокруг своей оси. Валки *F* (рис. 996) придают заготовке такую форму, что для получения из нее готового гвоздя требуется только обрезать ее конец. Для этого заготовка по выходе из валков падает через трубку *G* (рис. 994) на приемник *I*, который относит ее к дисковому приемнику, подставляющему ее под обрезной механизм. Обрезной механизм (рис. 1001) состоит из матриц *T* и пуансона *V*, с возвратно-прямолинейным движением. После обрезки гвоздь выходит из машины через отверстие *U*¹⁾.

На рис. 999 изображено устройство прокатных валков, которые можно заменять для производства гвоздей различной формы и размера.

На рис. 1004 — 1006 изображен способ вырезания гвоздей машиносистемы Langhlin, дающий меньшее количество обрезков¹⁾.

¹⁾ Патент 10 октября 1880 г.

ГЛАВА VIII.

Производство штифтов, костылей, клиньев и шпонок.

Штифтами называют стержни, служащие для быстрого закрепления на месте отдельных машинных частей, соединяемых друг с другом.

Одним из видов штифтов являются шплинты. Последние вырезают вхолдную из прутьев обычно круглого или полукруглого сечения и затем складывают вдвое помощью очень простой машинки, придающей им правильную форму.

Если штифт делается коническим, то его штампуют вхолдную или вгорячую в машинах одинаковых с теми, которые применяются для производства гвоздей. Если конец штифта делается разрезным, то машину снабжают особым ножом, разрезающим стержень вдоль и разводящим его концы.

Штифты чаще всего снабжаются головками, которые выштамповывают в матрицах под молотом фасонным штампом. Концу штифта обычно придают закрученную форму или форму усеченного конуса в матрице же, одновременно со штампованием головки.

Обыкновенные шпонки, чеки, костыли точно так же выделывают из железа или стали, вытягивая брусок под молотом. Шпонки специального типа при массовом производстве вырезают и штампуют на машине или же прокатывают полосы между валками с соответствующими углублениями. Эти полосы разрезают на заготовки, которые затем обрабатывают процессами, связанными с отделением материала. Конец шпонки чаще всего выковывают молотком. Этого рода изделия требуются не в таком количестве, чтобы был смысл изготовлять их механическим способом.

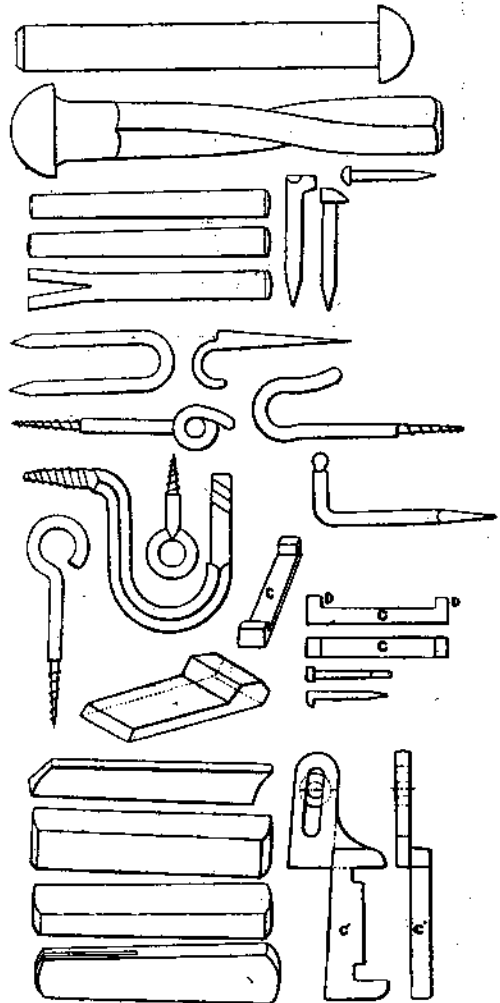


Рис. 1007.

На рис. 1007 изображен целый ряд таких соединительных приспособлений.

Производство костылей.

Многогранные костыли (рис. 1008) отрезают ножницами от полос соответствующего им сечения. Длину заготовки определяют опытным путем, штампуя несколько пробных заготовок, из которых каждая длиннее предыдущей на 2 мм.

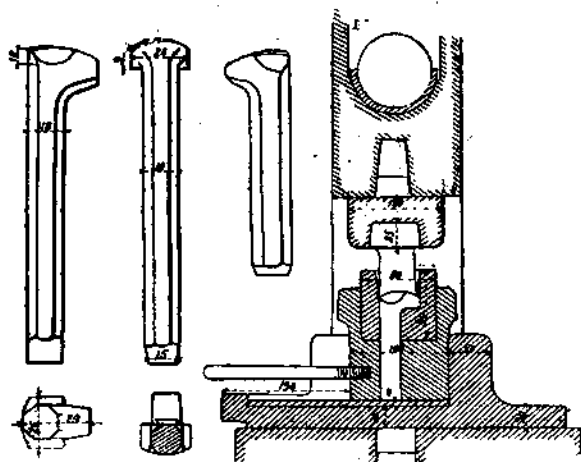


Рис. 1008 — 1009.

Концы заготовки, из которой образуется головка костыля, нагревают до белого каления. После этого брусок помещают в матрицу (рис. 1009) и дают два или три сильных удара молотом, чтобы высадить металл и образовать головку.

При производстве более или менее значительной партии костылей длину последних регулируют, подкладывая под наковальню плиту.

После штампования костыли переносят в обрезающую матрицу (рис. 1010). Обрезная машина имеет наковальню, в отверстие которой помещают костыль, который задерживается в последнем только своими заусеницами.

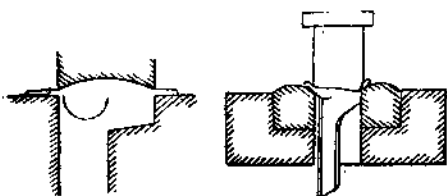


Рис. 1010 — 1011.

После обрезки заусеницы костыли очищают, удаляя остающиеся мелкие заусеницы.

Штамповальная матрица делается из катаного железа, цементируется и закаливается. Матрица пригодна для производства 10 000 штук костылей, а стальной пуансон — для производства 40 000 штук.

Производство костылей квадратного сечения (рис. 1017) одинаково с описанным, но эти костыли имеют более длинные головки. Высадки такого выступа из железа равномерного сечения следует избегать, надо пользоваться специальным железом с утолщениями (рис. 1012), из которых образуют выступ.

Такие утолщения получают при прокатке верхним валком, вследствие чего заусеницы получаются на боковых поверхностях выступов. Удаление таких заусениц перед разрезкой полосы ножницами на заготовке представляет некоторые затруднения.

Чтобы избежать заусениц, полосу пропускают через последний ручей, где полотна валков соприкасаются с средней плоскостью железа, вследствие чего заусеницы получаются на плоской части, и для окончательного удаления их полосу надо только пропустить между гладкими валками.

Концы полос с утолщениями часто получают неудовлетворительными. Вместо квадратного сечения они получают ромбические сечения, вследствие чего заготовки не входят в штамповальные матрицы. Потеря металла иногда доходит до 300 кг на тонну изделий, тогда как для изготовления 1 000 кг штифтов вполне достаточно 1 100 килограмм. Из 100 кг потерь заусеницы составляют 40 килограмм, угар 10 килограмм, а 50 килограмм составляют обрезки. Потери металла при производстве костылей как из сплошных полос, так и из полос с утолщениями вообще одинаковы, лишние 200 килограмм обрезков получаются в последнем случае вследствие обрезания концов полос.

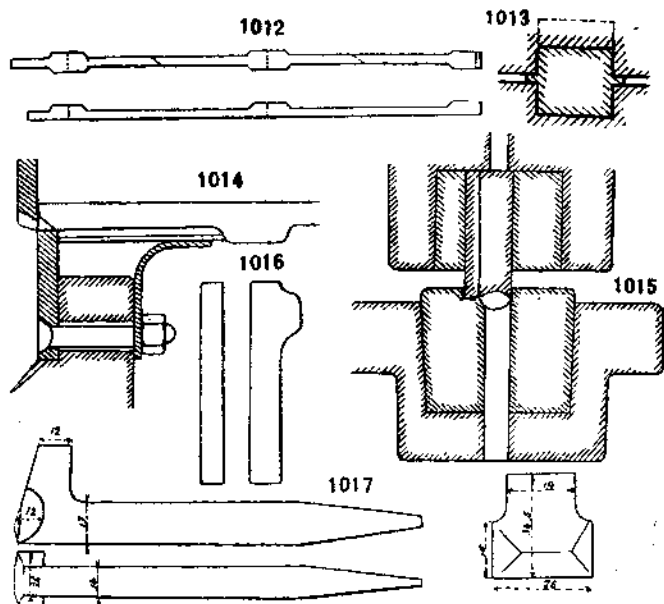


Рис. 1012 — 1017.

Длина отрезаемых от полосы кусков регулируется приспособлением (рис. 1014), установленным впереди ножниц, в которое упирается срез головки костыля.

Костыль штампуют одновременно с выступом в массивных матрицах (рис. 1015), дающих заусеницу по вертикали; последнюю удаляют молотком или срезают шлифовальным кругом.

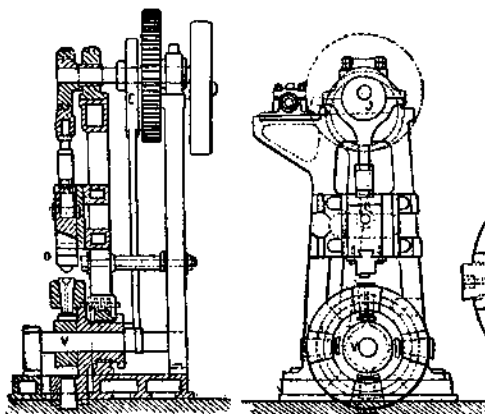


Рис. 1018 — 1019.

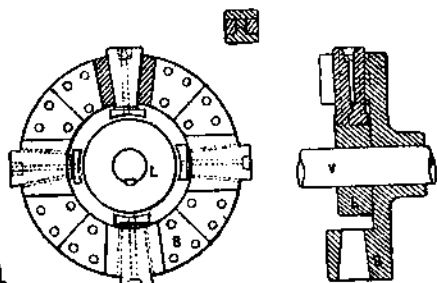


Рис. 1020 — 1022.

Концы костылей несколько заостряют. Пытались обрабатывать эти концы машинным способом, но и в настоящее время эту операцию чаще всего производят молотком на наковальне.

Диаметр валков для прокатки полос с утолщениями не должен превышать 200 мм, так как в противном случае получаются большие заусеницы.

На рис. 1018 — 1022¹⁾ изображена машина, применяющаяся исключительно для производства костылей; она имеет диск с укрепленными на нем четырьмя матрицами. Каждая матрица состоит из четырех частей (рис. 1020 — 1022). Диск *B*, вращаясь на валу *V* вхолостую, подводит поочередно матрицы под штамп, приводимый в движение эксцентриком.

Этот диск имеет прерывистое вращение вследствие наличия храпового механизма, соединенного с эксцентриком *E*, поворачивающим диск на четверть окружности при каждом обороте.

На валу *V* насажен диск *L*, имеющий легкий эксцентриситет. Он выталкивает матрицы готового костыля из их гнезда. Матрицы расходятся и готовый костыль вываливается.

При штамповании диск служит опорой для матриц.

Машина для производства шплинтов.

Изображенная на рис. 1023 — 1025 машина²⁾ служит для изготовления шплинтов.

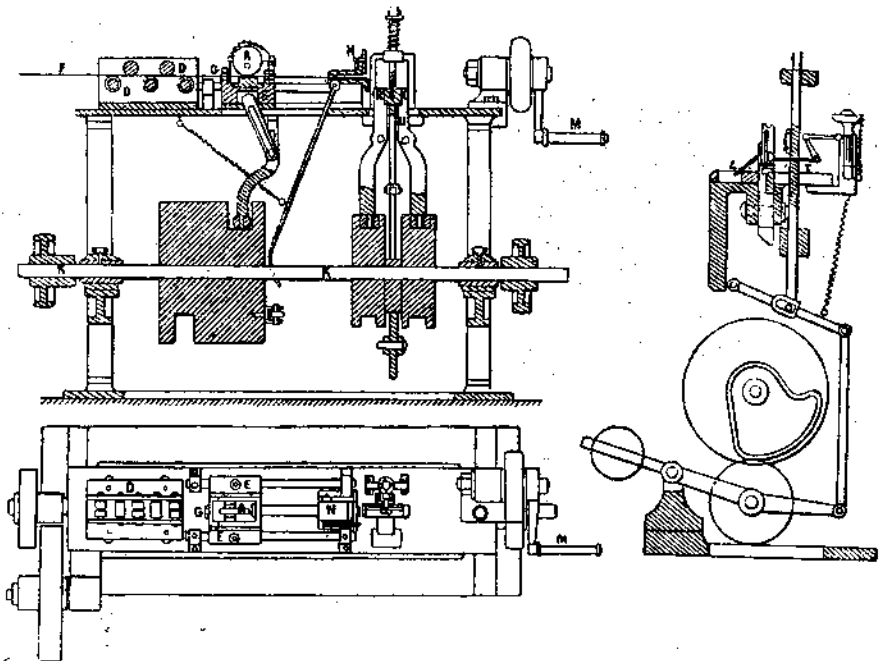


Рис. 1023 — 1025.

Проволока *F* вступает в выпрямляющий механизм с роликами *D*. Правка производится вытяжкой проволоки вперед.

Проволока проходит под диском *A* через направляющую с пружиной, оказывающей некоторое давление на проволоку.

Салазки с зажимами *G* движутся возвратно-прямолинейно и производят периодическую подачу проволоки. При поступательном дви-

¹⁾ Машина Voescer et C°. Патент 3 апреля 1889 г.

²⁾ Патент Франсуа 4 июня 1888 г.

жении салазок диск *A* вызывает зажим, достаточный для увлечения проволоки; при возвратном движении проволока не зажимается и потому остается на месте.

После подвижки проволоки на требующуюся длину начинает опускаться сверху пуансон, удерживающий проволоку, в то время как ножницы *H* обрезают ее. Пуансон, продолжая опускаться, надавливает на середину проволоки и сгибает ее в виде буквы *V*, вершина которой упирается на часть *U*, после чего штампы *RR*, сближаются и заканчивают гиб шплинта, образуя вместе с тем его головку на слегка конической оправке.

Когда шплинт таким образом закончен, экстрактор *T* стягивает его из оправки и выбрасывает в желоб *P* (рис. 1025).

Подвижные части машины приводятся в движение валом *K* посредством ремня или же рукояткой *M*.

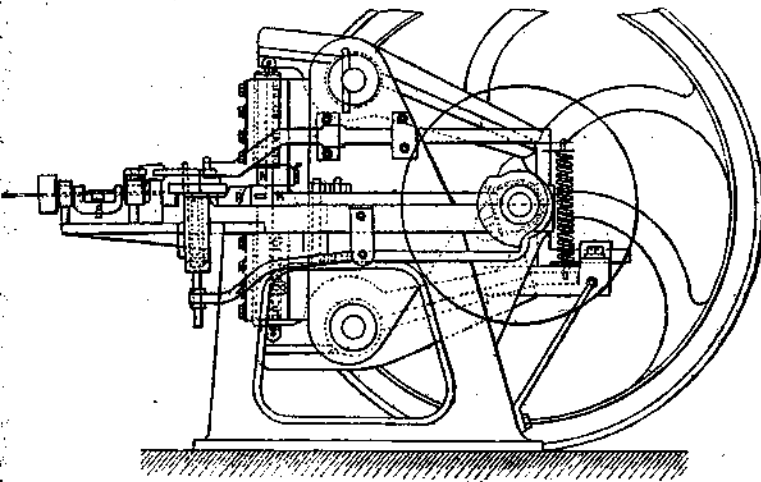


Рис. 1026.

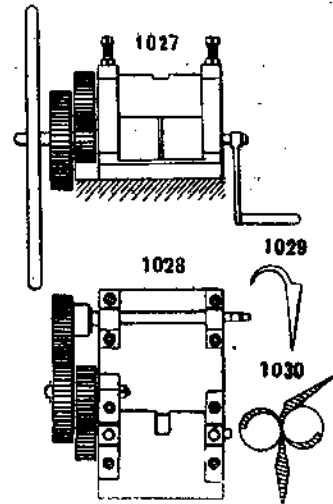


Рис. 1027 — 1030.

Производство крюков.

Крюки типа изображенного на рис. 1029 выделывают на прокатном стане следующим образом.

Оба валка (рис. 1027) имеют углубления, придающие крюкам определенную форму как в сечении, так и в профили. Заготовку вводят ребром, и она сохраняет свое вертикальное положение до тех пор, пока прокатывается боковая поверхность крюка. Но дойдя до пятки, углубление в одном валке заканчивается, и конец заготовки попадает в пластовое углубление второго валка, вследствие чего загибается на четверть оборота и прокатывается в этом углублении пластом, принимая изогнутую форму как показано на рис. 1030¹⁾.

Этот автоматический поворот заготовки, изменяя направление сжатия металла, образует крюк, не вызывая усталости металла.

Каждая заготовка имеет приблизительно ромбическую форму (рис. 1030), вырезается без обрезков из полосы соответствующей ширины ножницами. Устройство валков изображено на рис. 1027 и 1028.

¹⁾ Патент Suquet 14 июля 1869 г.

ГЛАВА IX.

Производство заклепок.

Заклепки представляют собой стержни из весьма вязкого металла с головками, составляющими одно целое с ними. Заклепки служат для соединения наглухо двух или нескольких частей, стягиваемых путем образования головки на противоположном конце стержня.

Стержни обычно делают цилиндрическими, тогда как головкам придают различную форму посредством штампования, процессами весьма сходными с процессами производства костылей и гвоздей.

В прежнее время требовались только мелкие заклепки для соединения тонких листов. С развитием котлостроения и в особенности строительства мостов, стропил, судов и различных аппаратов потребовались крупные заклепки в количестве многих миллионов килограмм. Вследствие этого ручное производство заклепок пришлось заменить механическим.

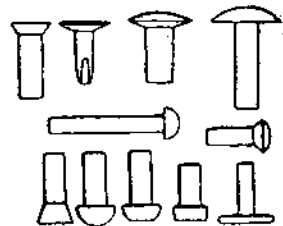


Рис. 1031.

Производство заклепок отчасти вылилось в самостоятельную отрасль промышленности, отчасти связано с производством других сходных изделий.

Мелкие заклепки с плоскими головками, применяющиеся при слесарных работах, выделяются так же как и гвозди или вручную на гвоздильнях, или же механически вхолодную.

Если головка закругленная, то обделку ее заканчивают под штампом.

Вхолодную вырабатывают заклепки из самой мягкой стали или литого катаного железа толщиной до 16 мм, высаживая головку одним ударом. Машины в состоянии вырабатывать в один час 8000 заклепок диаметром 5 мм, 5000 заклепок диаметром 10 мм и 4000 штук диаметром 16 мм. Таким образом последние изготовляются со скоростью одной заклепки в секунду. Что касается медных заклепок, то все они, независимо от размера, изготовляются вхолодную.

Крупные заклепки выделяют, в исключительных случаях, вручную, вырезая их из круглого железа. Заготовки нагревают до белого каления, помещают последовательно в матрицу, установленную на специальную, так называемую ломбардскую, наковальню (рис. 1032) и образуют головку, высаживая ее сперва молотком, а затем формируют обжимкой.

Наковальня снабжена стальным стержнем, приводимым в движение рычагом. Этим стержнем пользуются для выталкивания заклепки из матрицы, ударяя по рычагу молотком.

Дневная производительность достигает 300 — 400 заклепок, в зависимости от их диаметра.

Наковальня устроена таким образом, что на ней можно устанавливать различные штампы, зубила и прочие потребные для этой работы инструменты.

Заклепки надлежащих размеров получаются при точной нарезке заготовок. Чтобы установить точную длину заготовки, отрезают пять или шесть заготовок, разнящихся друг от друга по длине на 2 мм, и штампуют из них пробные заклепки. В зависимости от величины заусениц, получающихся вокруг головки, останавливаются на заготовке той или другой длины.

Надо останавливать выбор на заготовке такой длины, которая дает хорошо сформированную головку без слишком больших заусениц.

Для точной обрезки заготовок необходимо, чтобы ограничивающий длину последний упор не только был правильно установлен, но и поддерживал конец прута снизу. Таким образом прут разрезается нормально к оси, и заготовки содержат одинаковое количество металла.

Матрицы для высадки головок делают из катаного мелкозернистого железа высокого качества; их цементуют и зака-

ливают. Если матрицы сделать стальными, то, каково бы ни было качество металла, они разбились бы на куски. Такие матрицы не в состоянии выдерживать ударов, тогда как железные матрицы выдерживают очень большие количества ударов. Так верхней матрицей можно пользоваться для выделки от 9 000 до 10 000 заклепок, а нижней от 3 000 до 4 000 заклепок.

Соответствие инструментов, надлежащее обращение с ними и хорошее их направление являются главными условиями производства высококачественных изделий.

Диаметр отверстия в наковальне не должен быть больше диаметра отверстия матрицы, потому что если железо нагрето на большей длине чем это надо, то оно будет высаживаться позади опорной поверхности матрицы и вынуть такую заклепку будет невозможно.

Высоту наковальни регулируют подкладкой, в которую упирается высаживаемый стержень (рис. 1033).

Поверхности соприкосновения штампов и матриц делают несколько коническими, так чтобы они точно совпадали друг с другом.

В зависимости от устройства машин для обжима головок заклепок изменяются и конструкция матриц.

Конструкции машин для холодного штампования мелких заклепок сходны с конструкциями гвоздильных машин. Такого рода машина изображена на рис. 1034 — 1036. Машина эта имеет:

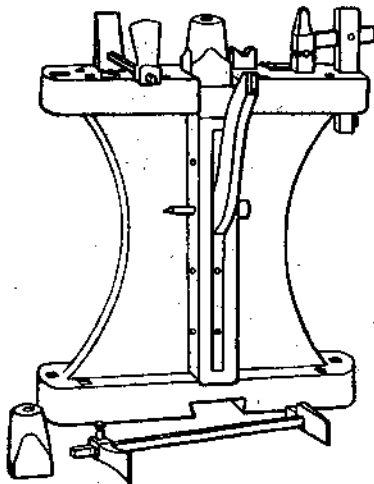


Рис. 1032.

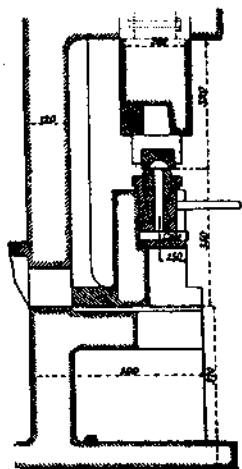


Рис. 1033.

Стол с приспособлением для выпрямления стержней.

Автоматическую подачу посредством зажимов и рычагов, позволяющих регулировать поступательное движение в зависимости от длины изготавливаемых заклепок.

Ножницы для нарезания заготовок требуемой длины.

Штамповальный механизм для образования головок,

Экстрактор, выкидывающий заклепки из машины.

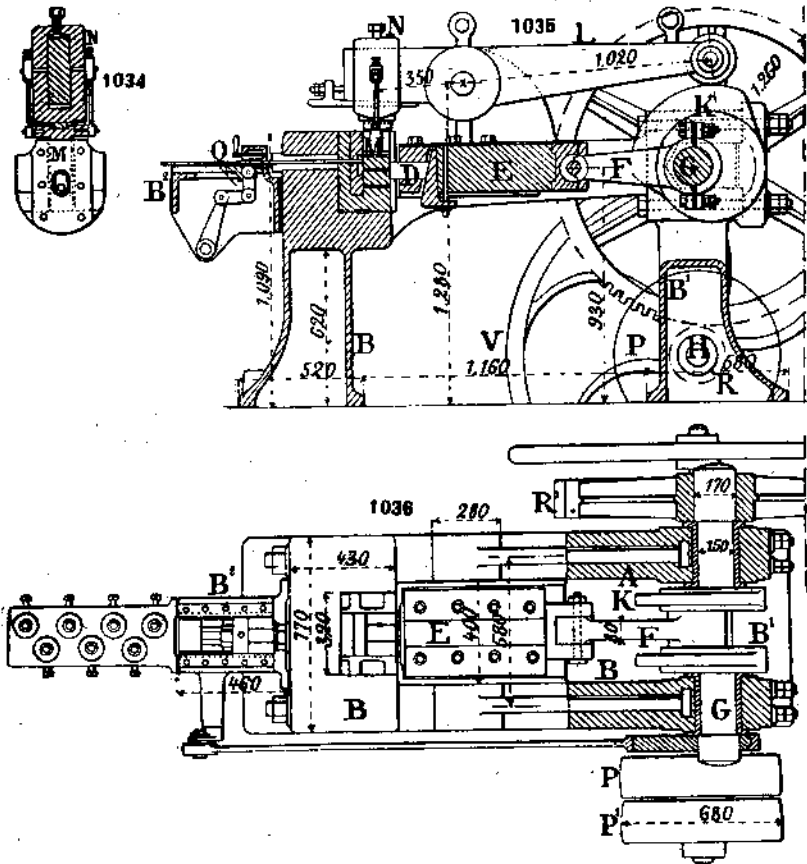


Рис. 1034 — 1036.

Эти машины строятся нескольких моделей для производства заклепок диаметром до 16 мм из мягкого железа или самой мягкой стали. Стержень пропускается через переднюю часть станины и обрезается, после того как он войдет в головку *N*, приводимую в действие рычагом *L*. Последний, в свою очередь, приводится в действие кулаком *K*. Когда головка *N* находится в нижнем конце своего хода, приходит в движение штамп *D*, образующий головку. После этого штамп отходит, головка *N* поднимается кверху и заклепка выталкивается стержнем, который входит на ее место. На рис. 1037 и 1038 изображено роликовое приспособление, приводимое в действие храповым механизмом, которым при сравнительно большом диаметре заклепок предпочитают пользоваться вместо механизма с тисками. Дневная производительность таких машин достигает 50 тысяч заклепок диаметром в 4 мм, или 25 тысяч заклепок диаметром 10 мм.

Металлические прутья, идущие на изготовление крупных заклепок горячую, сперва разрезают гильотинными ножницами специального устройства с упорами, регулируемыми длину стержней, как показано на рис. 1040.

Заготовки затем нагревают в небольших специальных печах, температура которых соответствует характеру металла и позволяет получить хорошо очерченные головки.

Заготовки длиной менее 100 мм можно нагревать целиком. Что касается заготовок большей длины, то довольствуются нагревом одного из концов в печи, конструкция которой изображена на рис. 1039.

Можно также рекомендовать электрический нагрев, помещая заклепку между тис-

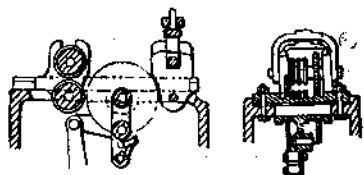


Рис. 1037 — 1038.

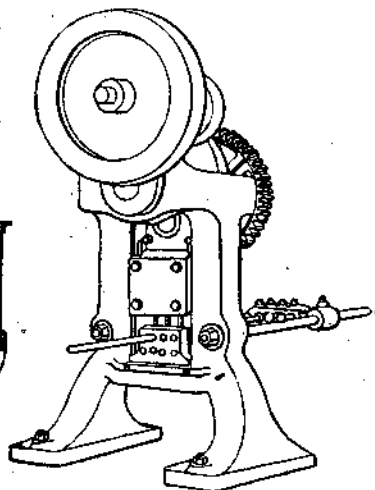
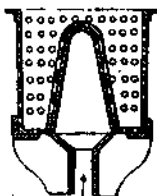


Рис. 1039 — 1040.

ками машины. Такой способ дает прекрасные результаты. Нагрев происходит быстро, и температуру можно точно регулировать.

Если заклепки производят в незначительном количестве, как, например, на заводах, изготавливающих эти изделия для себя, то вместо штамповального пресса можно воспользоваться дыропробивным станком или ножницами.

К подвижной части этих машин прикрепляют штамп.

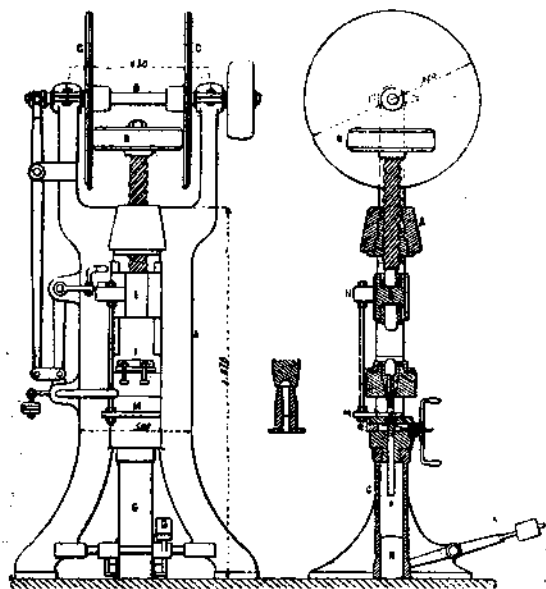


Рис. 1041 — 1042.

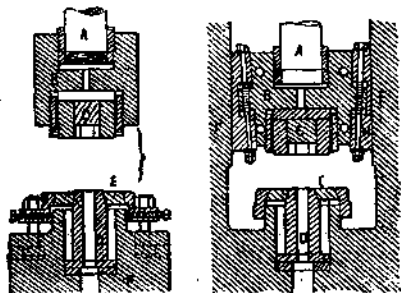


Рис. 1043.

На станине устанавливают наковальню с матрицей и стержнем для выталкивания готовой заклепки. Таким образом можно выделывать от 10 до 15 заклепок в минуту.

Для изготовления заклепок всех диаметров можно также приспособлять фрикционные винтовые механические прессы.

На рис. 1041 — 1043 изображен пресс системы Сауп.

Сменяемая матрица сделана из стали и входит с сильным трением в ступеньчатую втулку, укрепленную на поперечине станины. Кроме того, для точности установки матрицы, она охватывается коническим кольцом с фланцем, который укрепляется болтами к поперечине.

Стержень *I*, выталкивающий заклепку, приводится в действие или чугунным молотком *H*, сидящим на рычаге с грузом на конце, или от ползуна *E* посредством штанги *MN*. Длина хода штанги *I* регулируется клином *R*. Штамп точно пригоняется к ползуну *E*. Удар, действующий на стержень заклепки, очень сильный и дает прекрасно сформированные и концентричные головки. Машина штампует от 20 до 30 заклепок в минуту.

Специальные машины для выделки вгорячую крупных заклепок появились впервые в Англии около 1830 года.

Они состоят из диска с установленными на нем матрицами. Диск вращается непрерывно или периодически и подставляет стержни под удар штампа движущегося возвратно-поступательно. Штамп высаживает металл и образует головку. Заклепка выталкивается из матрицы экстрактором.

На рис. 1044 и 1045¹⁾ изображена такая машина с автоматической подачей. Железо нагревают до высокой температуры в печи,

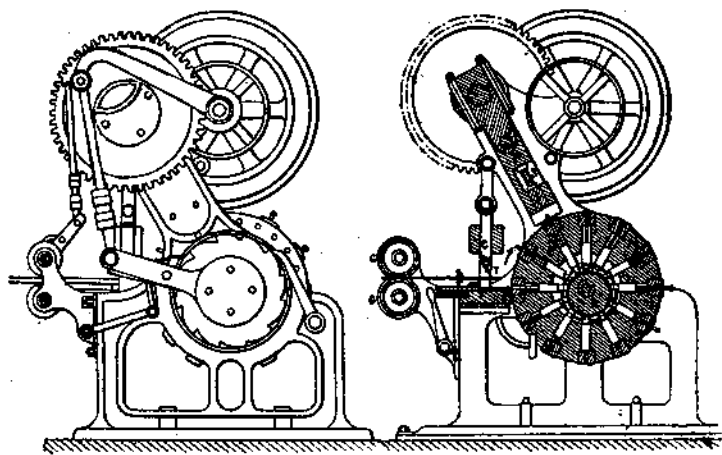


Рис. 1044 — 1045.

расположенной поблизости. Прут захватывается двумя роликами *GG*, подающими его периодическими движениями и регулирующими длину куска *T*, отрезаемого ножом *C* машины.

Отрезанная заготовка поступает автоматически в одну из матриц диска *P*, который подводит ее под штамп *E*, приводимый в движение эксцентриком.

Диск поворачивается храповым механизмом, шестерня которого имеет двенадцать зубцов, соответственно числу матриц.

Диск установлен эксцентрично относительно неподвижного диска *D*. В последний упираются экстракторы, служащие одновре-

¹⁾ Машина Ватто (Watteau) мало отличающаяся от машины Пуля (Poole), одной из первых применявшихся в Англии.

менно опорами при штамповании головок и вслед затем выталкивающие готовые заклепки из матрицы.

Установку диска можно изменять по желанию, увеличивая или уменьшая эксцентриситет относительно центра диска *P*. Таким образом можно изменять длину стержня, входящего в матрицу, вследствие чего нет надобности заменять матрицы при изготовлении заклепок различной длины. Матрицы охлаждаются, погружаясь в корыто, заполненное водой. Производительность машины достигает от 600 до 800 заклепок в час. Штамп *E* укреплен к ползуну, соединенному шатуном и эксцентриком кривошипного вала. Если избыток металла для образования головки слишком велик, то части машины могут подвергнуться весьма значительным усилиям. Чтобы это усилие не превысило определенного предела, между штампом *E* и ползуном *F* установлена чугунная гильза *S*, которая раздавливается и тем предохраняет машину от повреждений.

На рис. 1046 и 1047 изображена машина системы де-Берга (De Bergue). Она снабжена ножницами для резки прутьев вхолостую. Заготовки нагревают в печи, устраиваемой рядом с машиной.

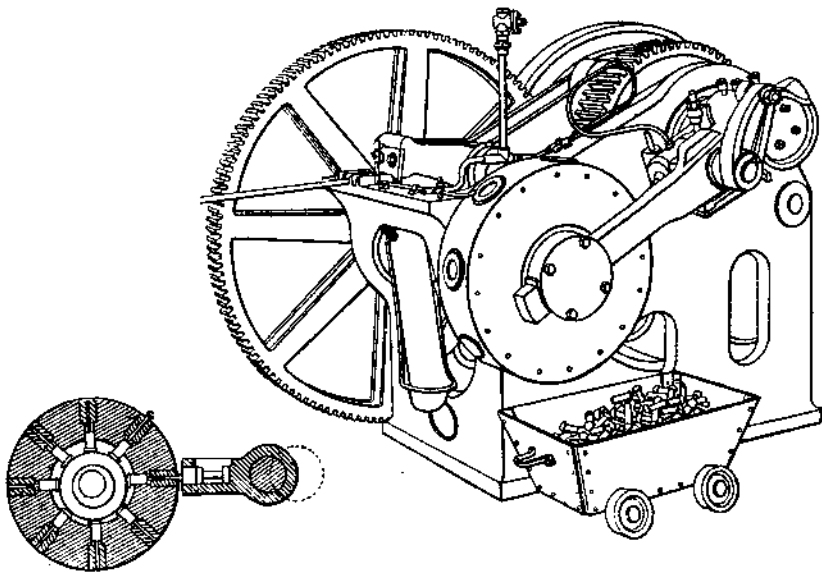


Рис. 1046 — 1047.

Матрицы в количестве восьми расположены на диске с горизонтальной осью, подводящем каждую заготовку под штамп, укрепленный к ползуну, приводимому в движение шатуном и эксцентриком.

Диск вращается непрерывно, но довольно медленно, чтобы головка заклепки получалась концентричной со стержнем. Так как штамп действует очень быстро и притом двигаясь по радиусу диска, то получающиеся заклепки не оставляют желать лучшего.

— Заклепочная машина Гуэна.

Машина Гуэна (Gouin) отличается от предыдущих тем, что диск, на котором укрепляются матрицы, имеет вертикальную ось. На диске установлено десять матриц (рис. 1052), которые посредством храпового механизма (рис. 1049 и 1050) последовательно подводятся под

штамп. Храповой механизм приводится в действие эксцентриком, установленным на верхнем валу машины (рис. 1048 и 1049). Каждая

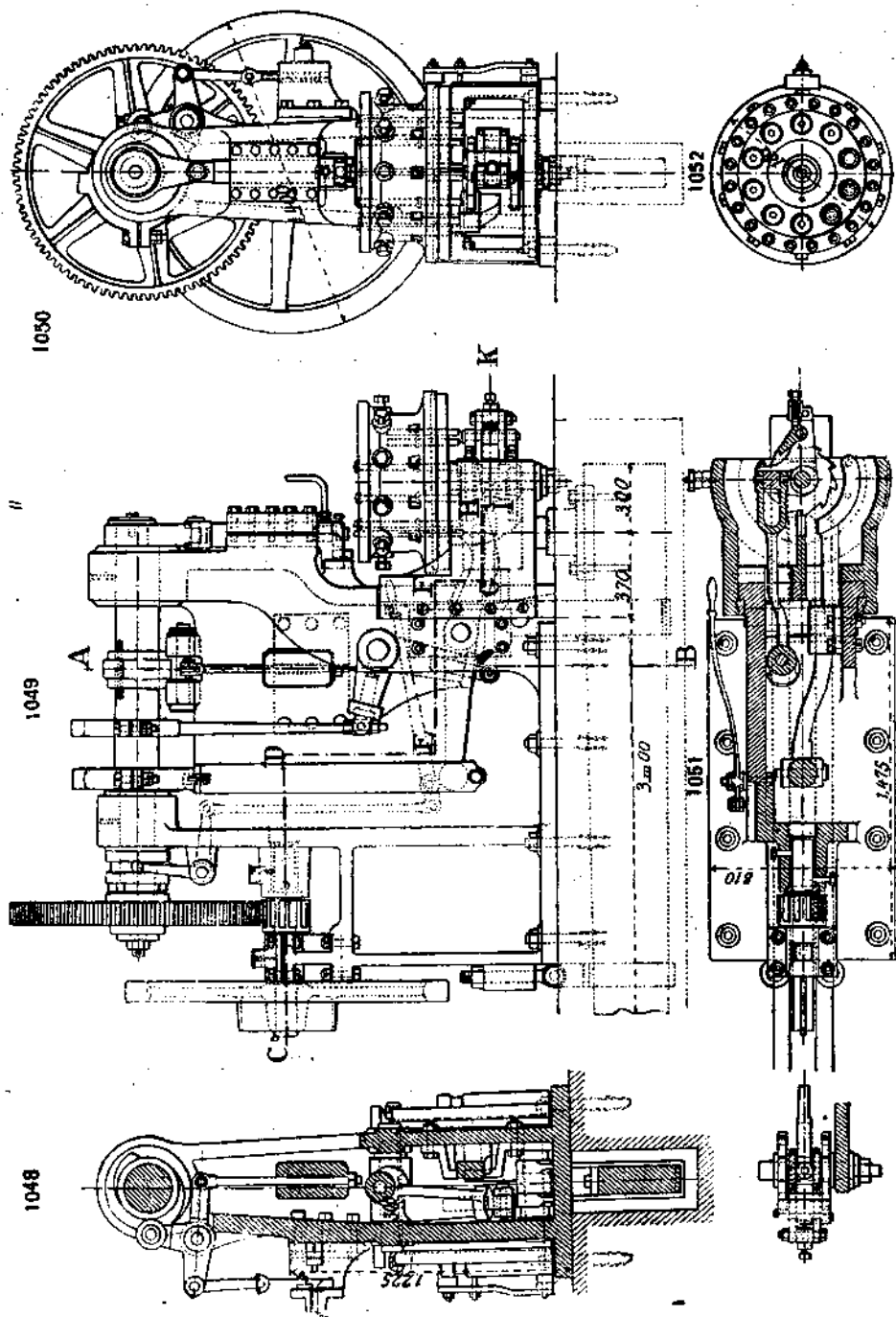


Рис. 1048 — 1052.

матрица имеет свой экстрактор для выталкивания заклепок, приводимый в движение эксцентриком и рычагом (рис. 1049 и 1050).

Стол с матрицами установлен таким образом, что его можно перемещать вертикально в станине как для регулирования расстояния

между инструментами, так и в тех случаях, когда слишком сильное давление вызывает отход нижнего рычага *H*, на который опирается эта система. Таким образом ограничивается максимальное давление без устройства специального предохранительного приспособления. Ползун со штампом движется вертикально между направляющими станины и приводится в движение шатуном и эксцентриком (рис. 1049 и 1050).

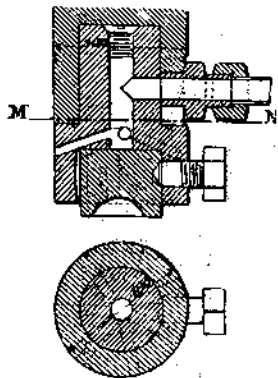


Рис. 1053.

Для охлаждения штампа (рис. 1053) устроена труба *N*, вода из которой растекается по всей окружности инструмента и стекает вокруг каждой матрицы, после чего заполняет полость в центре дисковой наковальни. Избыток воды стекает через сливную трубку.

Машина имеет также ножницы (рис. 1050), устроенные сбоку станины.

Эта машина предназначена для производства заклепок большого диаметра и работает превосходно.

Иногда соединяют вместе две машины (рис. 1054)¹, приводя их в действие одним ремнем. Последние машины характеризуются еще тем, что имеют только по одной матрице, установленной на нако-

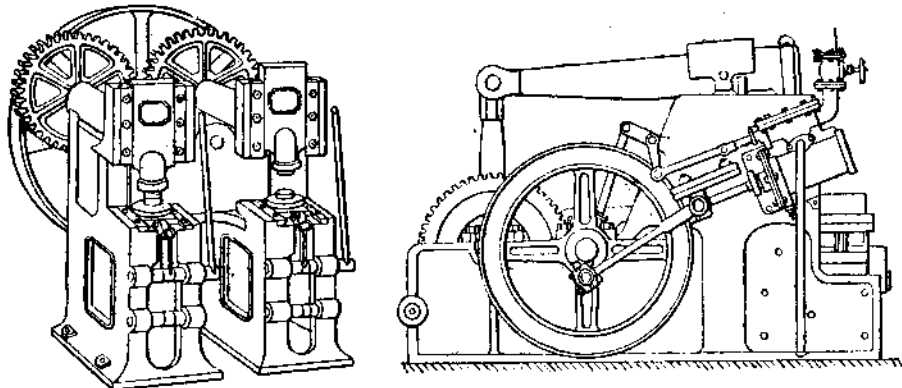


Рис. 1054 — 1055.

валне с продольным перемещением, чем облегчается установка заготовки.

Иногда заклепочные машины соединяют в одно целое с паровой машиной, как показано на рис. 1055²). В этой машине диск с матрицами имеет вертикальную ось.

Обрезка заусениц.

Избыток металла, необходимый для получения хорошей заклепочной головки, образует вокруг последней заусеницу, которую необходимо удалить. Если заклепки предназначены для сборки котлов и других непроницаемых сосудов, то заусеницу оставляют для облегчения чеканки.

¹) Завода Grice and Sons, Birmingham.

²) Завода James Miller, Glasgow.

Обрезка заусениц производится в матрицах или на специальных машинах. Так, например, машина Sayn'a (рис. 1056) имеет ползун *E*, приводимый в действие винтом с ручным рычагом. Машина де-Берга (De Bergue, рис. 1057) приводится в движение механически. Заклепку помещают в качающуюся матрицу. К ползуну точно так же прикреплен верхний нож ножниц для разрезки прутьев на заготовки.

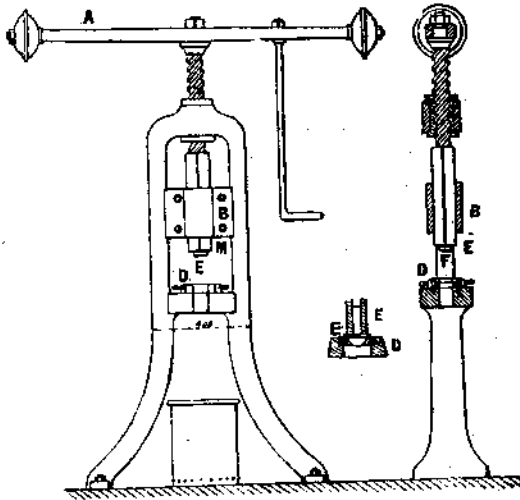


Рис. 1056.

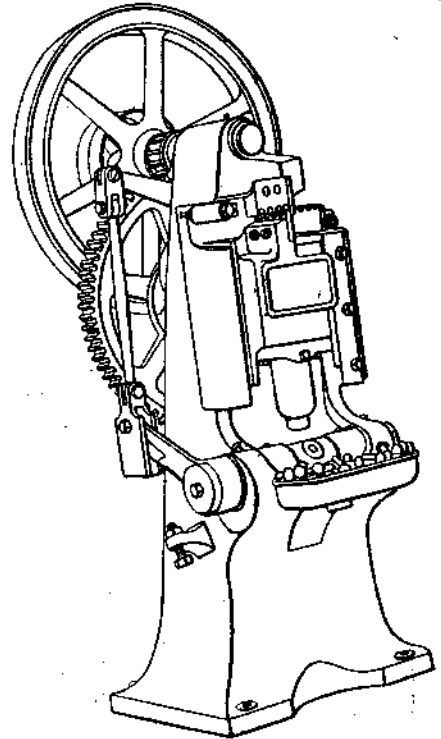


Рис. 1057.

ГЛАВА X.

Производство винтов и болтов.

Винты состоят из металлических стержней (железных, стальных, медных или латунных) с резьбой на некоторой части своей длины и с головками для их завинчивания и отвинчивания.

Винты отличаются друг от друга формой резьбы, которая зависит от материалов, для которых они предназначаются (дерево, кожа или металлы).

Форма головок зависит от размеров стержней и способа завинчивания винтов.

Для холодного производства мелких винтов пользуются очень мягким железом. Винты крупных размеров выделываются исключительно в горячую из мягкого железа или литой стали.

Производство шурупов для дерева.

Производство небольших шурупов для дерева состоит из следующих операций:

1. Металлическую проволоку разрезают на куски соответственно длине шурупов.

2. На одном конце проволочного отрезка образуют начерно головку, высаживая металл в матрице на специальной машине. Полученные таким образом изделия называются заготовкой.

3. Обрезая заусеницы, головке придают круглую форму и требующийся размер.

4. Выштамповывают в головке прорезь для отвертки.

5. Вновь обрезают заусеницы, получившиеся при штамповании прорези.

6. Удаляют металл на противоположном конце стержня для образования острия шурупа.

7. Нарезают резьбу в виде винтовой дорожки последовательными пропусками режущих инструментов или прокатным процессом. В первом случае отделяют от 30 до 40 процентов металла. В нашу задачу входит только ознакомление с процессами производства шурупов и винтов без отделения металла, а потому других процессов мы касаться не будем.

Штампование головок на заготовках небольших шурупов производится в холодную машинами, сходными с гвоздильными машинами, производящими постепенную высадку металла. Для этого требуются такие текучие и ковкие металлы, как, например, медь, латунь, мягкое железо и в особенности литое железо, которому в настоящее время отдают предпочтение.

При высадке головки в ней также проделывают прорезь для помещения отвертки. Головки эти делают плоскими, коническими, сферическими или цилиндрическими. Крупные шурупы делают также с гранеными головками. Последние выделывают вгорячую.

Заготовки нарезают из проволоки ножницами, нагревают в специальных печах и последовательно подают в штамповальную машину, образующую головку одним ударом.

Если прорези на головках не доходят до окружности, как обыкновенные диаметральные прорези, то их проделывают отдельными последовательными операциями, чтобы не слишком деформировать головки и чтобы не слишком утоньшать материал, остающийся у концов прорези.

После разрезки проволоки и заострения обрезанных частей (рис. 1058) получается первая заготовка (рис. 1059).

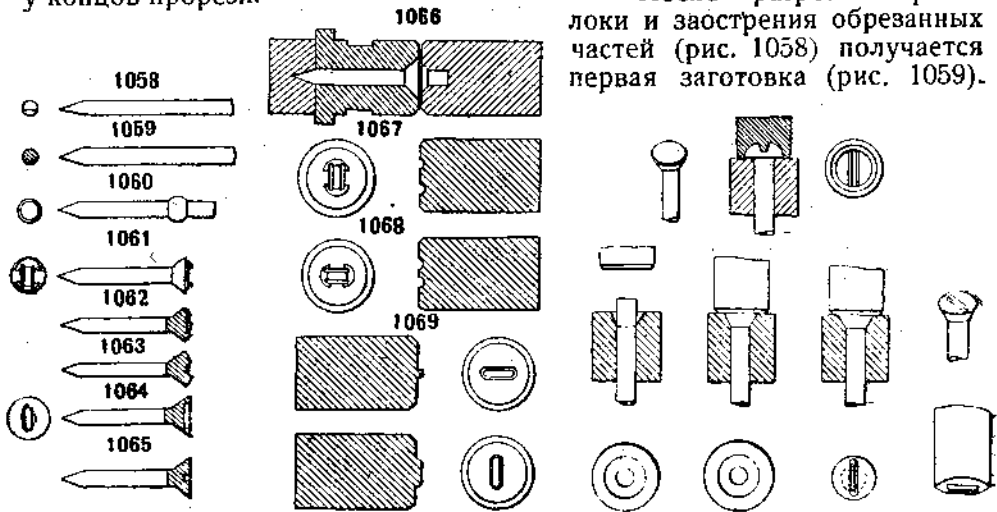


Рис. 1058 — 1065.

Рис. 1066 — 1069.

Рис. 1070.

Вторая операция заключается в придании головке одной из форм, изображенных на рис. 1060 — 1065, с различными выступами или углублениями, которые производятся штампами, изображенными на рис. 1067 и 1068. Такую заготовку с начерно образованной головкой штампуют на чистом инструментом (рис. 1069), выступающая часть которого действует на поверхность головки по линии, идущей на равных расстояниях от параллельных выступов. Выступающая часть разрезает пополам каждый из пересекающихся выступов. Таким образом металл растекается внаружу от каждой из длинных сторон штампующего инструмента (рис. 1069), а плоская часть инструмента спрессовывает выступы и сдвигает металл к стороне прорези. Так как прорезь заполнена инструментом, то грани ее получаются острыми ¹⁾. На рис. 1070 изображен вариант этой операции.

Процессы, принятые на заводах American Screw Company ²⁾, состоят из следующих операций:

1. Головку вместе с прорезью образуют на конце металлической проволоки, из которой выделываются шурупы.
2. Конец проволоки с головкой одновременно отрезается и заостряется, при чем ему придают форму, допускающую накатку резьбы.

¹⁾ Патент Nettlefold and Sheldon 20 июня 1890 г.

²⁾ Патент 11 июня 1889 г.

3. Резьба образуется при прокатке заготовки между двумя матрицами, заставляющими металл заполнять их углубления, вследствие чего получается резьба определенной формы.

На рис. 1071—1083 изображены применяющиеся для этого машины и их инструменты.

Металлическая проволока *A* проходит сперва через ряд выправляющих роликов. Вслед затем она захватывается клещами с возвратно-поступательным движением, подающими ее вперед на длину заготовки.

Проволока зажимается затем тисками *B*, которые крепко удерживают ее, чтобы она не сдвинулась под действием ударника со штампом *C*, штампующим головку. Из этих тисков проволока проходит через матрицу *D*, формующую головку окончательно. Матрица сделана из одного куска металла, в котором имеется отверстие, диаметр которого равняется диаметру проволоки. На противоположной стороне отверстие расширено по форме головки шурупа. Выступающий из этого отверстия металл

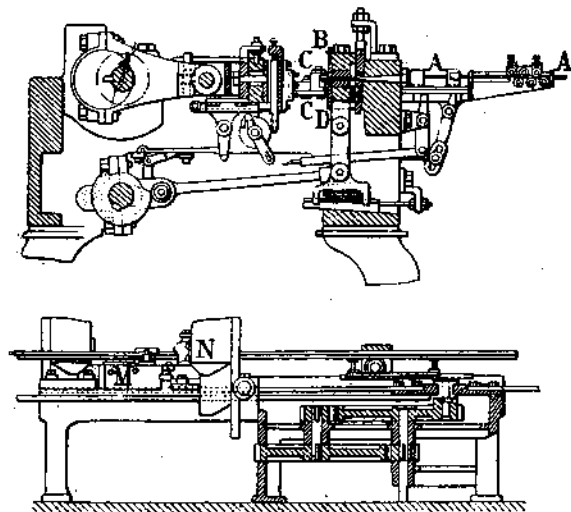


Рис. 1071—1072.

таль высаживается тремя штампами, заполняя углубления матрицы *D*.

На рис. 1074—1076 приведена схема работ этих штампов. Первый штамп только сжимает по длине выступающую часть заготовки,

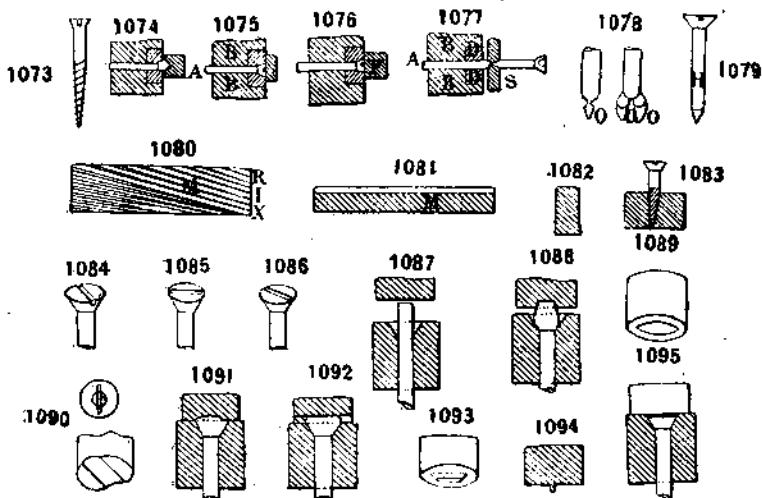


Рис. 1073—1095.

увеличивая ее диаметр. Второй штамп сжимает металл дальше и заставляет его распространяться к поверхности матрицы. Этот штамп придает головке временную неправильную форму, подготовляя ее к воздействию третьего штампа (рис. 1075) и чистового штампа

(рис. 1076) с выступом *F*, образующим прорезь. Следующие рисунки 1084 — 1095 изображают вариант этой операции.

После образования головки проволока продвигается вперед на длину, соответствующую длине шурупа. В это время заготовка отрезается от проволоки парой ножей *S* (рис. 1077). Ножи нажимают на проволоку и перерезают ее. Одновременно конец проволоки получает закругленную форму (рис. 1077), благоприятствующую штампованию следующей головки.

Единственные получающиеся обрезки это заусеницы *O* (рис. 1078).

Операция накатки резьбы производится двумя матрицами *M*, между которыми прокатывается заготовка (рис. 1080 и 1081).

На рис. 1080 изображена рабочая поверхность одной из матриц, а на рис. 1082 ее поперечный разрез.

Развиваемое в начале операции при прокатке между этими матрицами давление направлено к оси заготовки и распространяется только на незначительные части металла. Рабочие части матрицы *M* представляют развернутую на плоскости резьбу шурупа.

Для накатки резьбы заготовки помещают в воронку, соединенную со специальной машиной (рис. 1072) с матрицами *M*. На рисунке 1079 изображена заготовка *H* в вертикальном положении, которое она занимает при прокатке. Заготовку удерживают в вертикальном положении между концами матриц. Одна из матриц неподвижная, тогда как вторая матрица движется вперед. Заготовка таким образом прокатывается между матрицами до тех пор, пока подвижная матрица не дойдет до противоположного конца неподвижной матрицы, после чего заготовка вываливается в виде шурупа (рис. 1073).

Так как при этих последовательных операциях металл сильно сжимается в холодном состоянии, то получающиеся шурупы обладают высоким сопротивлением. Таким способом можно накатывать резьбы, изображенные на рис. 1096 — 1104, которые гораздо лучше поддаются прокатке, нежели обыкновенная резьба.

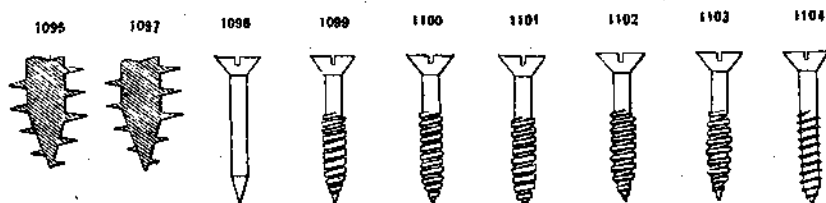


Рис. 1096 — 1104.

Качество винтовой резьбы зависит от рационального очертания углублений матрицы, которые должны постепенно деформировать металл.

Перед накаткой резьбы для лучшего распределения усилия прокатки заготовку калибруют в матрице, вроде изображенной на рис. 1105 ¹⁾, прокатывая ее сперва на гладкой части. По выходе с гладкой части металл постепенно подвергается воздействию фасонной части матрицы, начиная от головки к острию.

Из двух накатных матриц одна неподвижная, а другая подвижная, или же обе они делаются подвижными. В последнем случае шуруп вращается на месте. Относительные движения в обоих случаях, конечно, одинаковы.

¹⁾ Патент общества „Visseris belge“ 5 мая 1892 г.

Последнее время принято придавать концам шурупов для дерева форму буравчика, позволяющую ввинчивать их, не протыкая предварительно отверстия.

Такие шурупы получают не только нарезкой резьбы режущим инструментом, но также и процессами прокатки между матрицами, как, например, изображенными на рис. 1106 и 1108 ¹⁾. Эти матрицы имеют ряд наклонных параллельных резб, расположенных на двух или нескольких уступах возрастающей ширины.

Матрицы могут быть плоскими, в таком случае им придают возвратно-поступательное движение, как в приведенных выше случаях. Матрицы могут быть также изогнутыми или цилиндрическими, в таком случае они делаются вращающимися.

В матрицах, изображенных на рис. 1105—1107, металл лучше деформируется. Нижняя часть матрицы, прокатывающая острие, срезана таким образом, чтобы последнее накатывалось только после того, как достаточно глубоко накатается резьба на цилиндрической части заготовки (рис. 1109 и 1110).

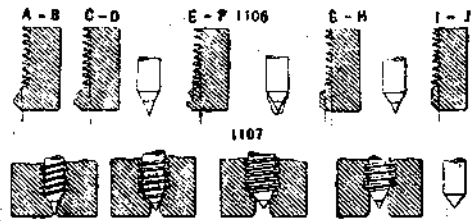
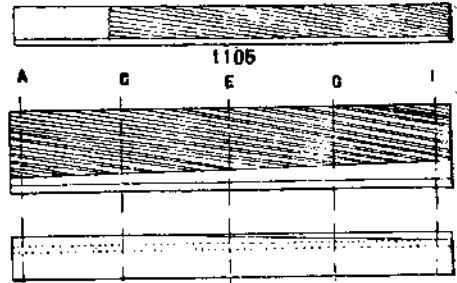


Рис. 1105—1107.

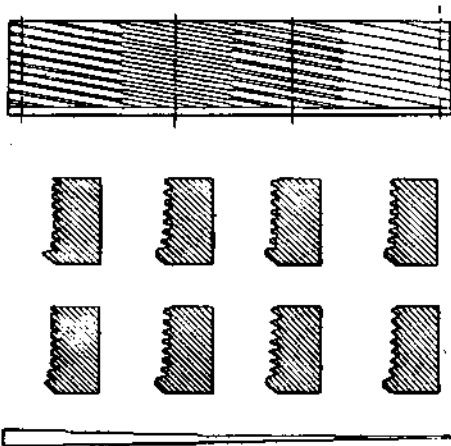


Рис. 1108.

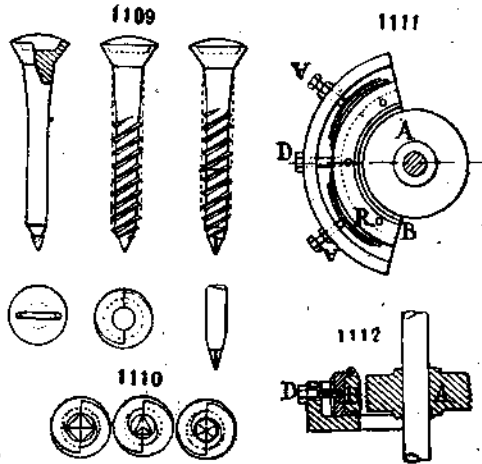


Рис. 1109—1112.

Так как обыкновенная проволока, служащая для изготовления винтов, прокатывается кусками очень большой длины, то толщина ее на концах обычно сильно различается вследствие неравномерности обжима из-за разности температур в начале и конце прокатки.

Разность в толщине проволоки затрудняет холодную накатку резьбы, так как матрицы раздавливают более толстые заготовки и засоряют свою резьбу.

¹⁾ Патент American Screw Company 11 ноября 1890 г.

Для устранения этого недостатка пользуются неподвижной и вращающейся цилиндрическими матрицами, при чем неподвижной матрице дают возможность несколько перемещаться в направлении, перпендикулярном оси вращения второй матрицы.

Для этого (рис. 1111 и 1112) вогнутую матрицу *B* упирают на две пружины *R*, упирающиеся в винты *V*. Винты и пружины позволяют изменять относительное положение матрицы, в зависимости от диаметра изделия и вместе с тем позволяют им расходиться при проходе слишком толстой заготовки.

Винт *D* служит для регулирования положения матрицы, но не препятствует отходу матрицы *A* ¹⁾.

Шурупная машина системы Слоана.

В шурупной машине системы Sloan накатные валки расположены на станине, где также помещаются инструменты, подготовляющие заготовку.

На рис. 1113—1115, изображающих эту машину, можно видеть, что металлическая проволока *T* проходит под ударник *M*, штампующей головку.

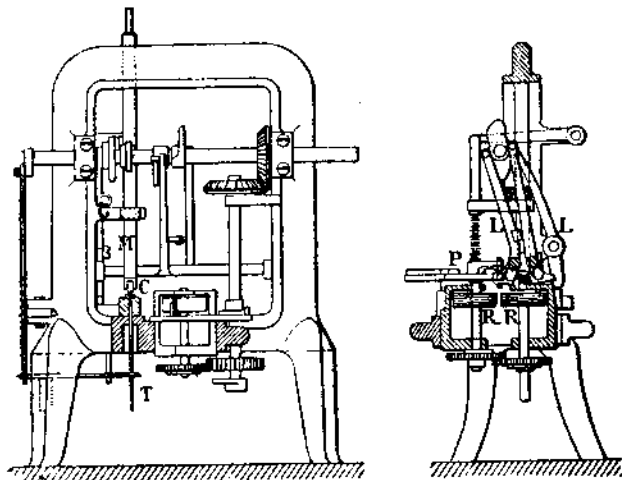


Рис. 1113 — 1114.

Рядом со штампом находятся ножницы *C*, приводимые в действие рычагами *L* (рис. 1114) и отрезающие заготовку. Зажим *P* (рис. 1114) берет заготовку из-под штампа и помещает между валками *RR*, которые накатывают резьбу. Оба валка *RR* вращаются в одну сторону, но с несколько различными скоростями (разница около $\frac{1}{10}$), вследствие чего между ними возникают скольжения, полирующие поверхности резьбы.

Валки имеют винтовую резьбу, наклон которой противоположен наклону резьбы шурупа. На рис. 1116 изображено устройство валка, применяемого для накатки шурупов с концами в виде буравчиков.

На рис. 1117—1122 изображены различные типы заготовок и готовых шурупов с утолщениями на стороне головок и без них. На рис. 1123 изображены винты, концы которых обрезаны инструментами *C* ²⁾ (рис. 1113).

Холодная накатка резьбы без отделения материала производится также между двумя валками, изображенными на рис. 1125, часть поверхности которых покрыта винтовыми углублениями.

Один из этих валков обладает возвратно-поступательным движением, при чем оба они медленно поворачиваются, чтобы накатывать резьбу постепенно.

¹⁾ Патент Гарвея (Harvey) 11 июня 1883 г.

²⁾ Патент 26 августа 1882 г.

Операция начинается чакаткой верхней части резьбы у головки, а заканчивается у острия. Машина для такого рода накатки изображена на рис. 1126.

Заготовки скатываются в машину по наклонной плос-

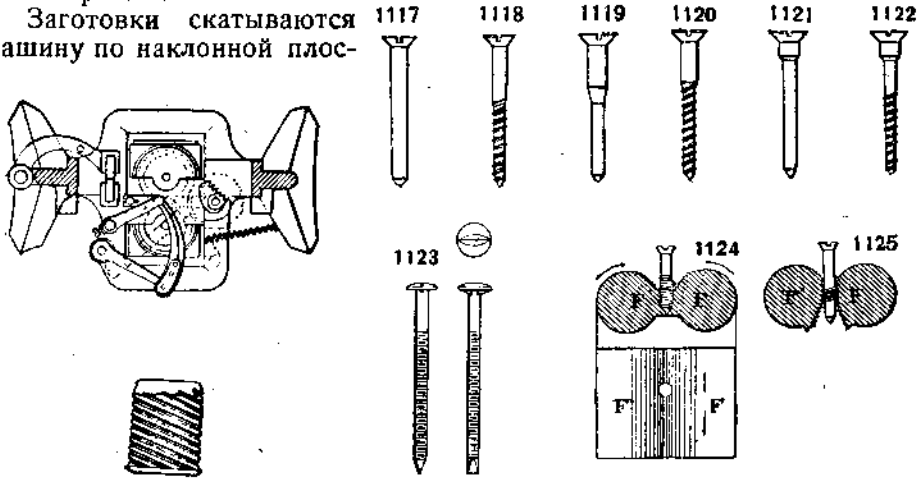


Рис. 1115 — 1116.

Рис. 1117 — 1125.

кости P (рис. 1126 — 1127). Каждая из них захватывается накатными матрицами и прокатывается вдоль матрицы F' столько раз, сколько делает ходов матрица F при частичном повороте инструментов, производимом кулаками CC' .

В конце операции винт вываливается из матриц.

Если винты цилиндрические, то рабочие поверхности инструментов F и F' делаются концентричными своим осям.

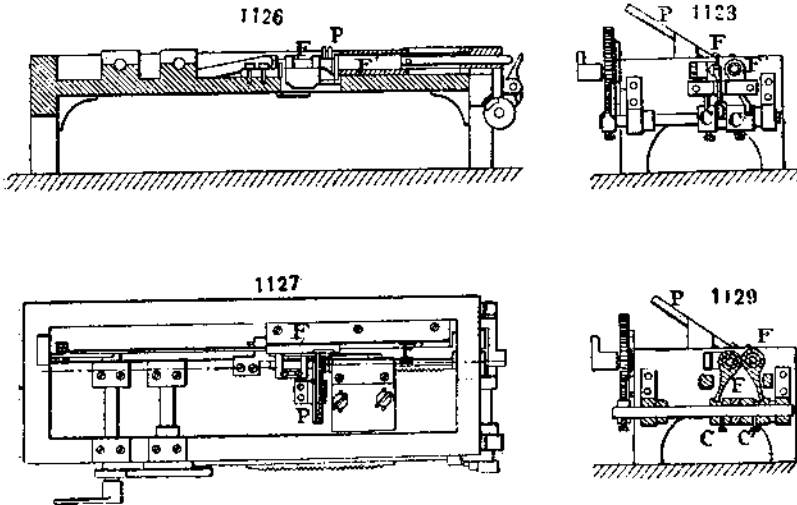


Рис. 1126 — 1129.

Производство глухарей.

Какова бы ни была форма глухарей, их выделывают из круглого железа, диаметр которого равняется диаметру их стержня. Чтобы определить длину отрезаемых от прута заготовок, т.е. чтобы произвести установку ножиц, поступают так же как и с заклепками, изготавливая несколько пробных образцов.

Шестигранные головки (рис. 1130) глухарей высаживают при двух нагревах (рис. 1131 и 1132). Высадку можно производить в одну операцию, но при этом увеличивается брак.

При первой высадке стремятся скорее высадить некоторое количество металла, нежели образовать головку. Этим предупреждается погиб стержня, вследствие которого получается неудовлетворительная головка и образуется заусеница с одной стороны головки при недостатке железа с другой. Как видно на рис. 1131, профиль нижней матрицы сходен с профилем верхней. В нижней матрице устроен ряд углублений, нанесенных бородком. Железо при ударах загоняется в эти углубления, вследствие чего не поднимается кверху вслед за верхней матрицей.

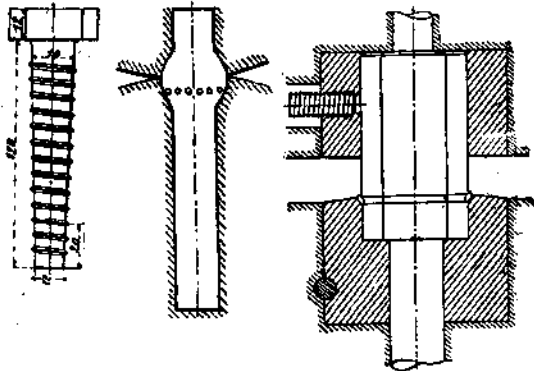


Рис. 1130 — 1132.

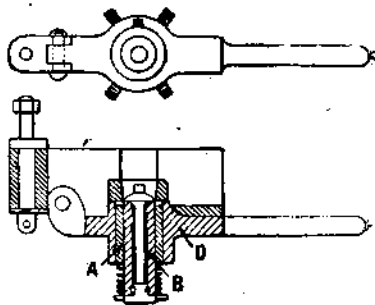


Рис. 1133.

На рис. 1132 видно, что заусеница получается не горизонтальной. Углы обеих матриц скошены, чем облегчается образование заусеницы и получается более равномерное давление на головку.

Для обрезки заусениц приходится прибегать к точному центрованию головки. Давление штамповального пресса действует на втулку *B*, охватывающую с некоторым зазором тело заготовки (рис. 1133). Эта втулка скользит во второй втулке *A*, служащей опорой для пружины, удерживающей первую втулку в верхнем положении. Обе эти втулки установлены в рычаге *D* с шарниром и рукояткой. Чтобы вставить заготовку глухаря или вынуть ее, эту рукоятку надо повернуть под прямым углом. Шарнир связывает рычаг с наковальной матрицы. Кольцо или обрезную матрицу центруют четырьмя винтами и опускают рычаг *D*, который ложится в углубление, устроенное в опоре матрицы. После того как рычаг приведен в это положение со вложенной в матрицу заготовкой, всю систему подводят под штамп. При опускании штампа внутренняя втулка опускается вместе с заготовкой глухаря, заусеница остается на матрице, а заготовка проходит через кольцо. После этого приводят систему в такое положение, чтобы можно было вынуть заусеницу и поместить новую заготовку.

Глухари с ключами или свертыши (рис. 1136) выделывают при одном нагреве, при чем если головка не широка, то перед высадкой ее, квадратный ключ отковывают в матрице, изображенной на рис. 1134. Если свертыш должен иметь широкую головку, то операцию производят при двух нагревах. Сперва высаживают призматическую часть (рис. 1137), которая при штамповании головки выходит неудовлетворительно, так как трение железа в верхней матрице препятствует ее заполнению. Верхняя матрица (рис. 1138), которой производят вторую высадку, просверлена насквозь и упирается в стальную планку со вде-

ланным в нее заводским клеймом. Если призматическая часть головки выштампована неудовлетворительно, то заводское клеймо не отпечатывается на ней.

Для обрезки заусениц с таких винтов требуются специальные инструменты. В этом случае дело обстоит несколько иначе, чем при изготовлении простых головок. Последние точно концентричны телу винта, так как штампуются с ними в одной матрице. Квадратный же ключ головки свертыша штамуется в одной матрице, а тело его в другой.

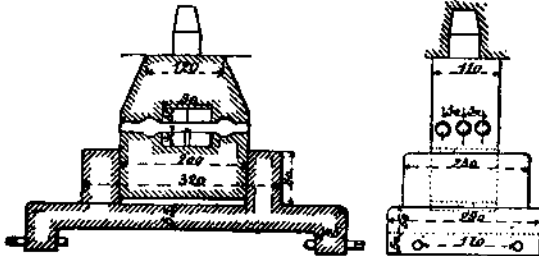


Рис. 1134 — 1135.

Вследствие этого важно, чтобы ползун высадочной машины не имел никакой игры, так же как не было бы игры между наковальней и матрицей. Последняя должна быть безукоризненно уцентрирована.

Заусеницу необходимо вынимать каждый раз, так

как в противном случае возможна поломка частей.

Вся эта система поворачивается вокруг, оси закрепленной в столе обрезной машины. Такого рода обрезка не отличается особенной точностью и требует заглаживания заусениц. Эта работа производится в старых матрицах, через которые винты с обрезанными заусеницами прогоняют несколькими ударами молотка.

Глухари после их окончательной отделки: нарезки резьбы, фрезирования и т. д. гальванизируют или оцинковывают.

Перед гальванизацией глухари дважды протравливают кислотой, сперва в ванне, состоящей из двух частей воды и одной части соляной кислоты, в которую их погружают головками книзу. После этого глухарь протравливают некоторое время во второй ванне, составленной из четырех частей кислоты и одной только части воды. Можно пользоваться также и неразведенной кислотой при достаточной вентиляции. Глухари кладут в медную корзину, где помещается около 30 штук. Корзину погружают во вторую ванну и оставляют в ней около одной минуты. Медной корзиной пользуются потому, что медь, разлагаясь под действием кислоты, отлагается на железе глухарей и тем улучшает последующую гальванизацию, так как цинк лучше пристает к меди, нежели к железу. Глухари вынимают, и можно видеть как они белеют при высыхании.

Хорошо просушенные глухари помещают по 25 штук в ящик из листового железа с просверленными отверстиями, который медленно опускают в цинковую ванну. Температура ванны не должна быть слишком высока, а именно должна соответствовать темно-красному калению металла.

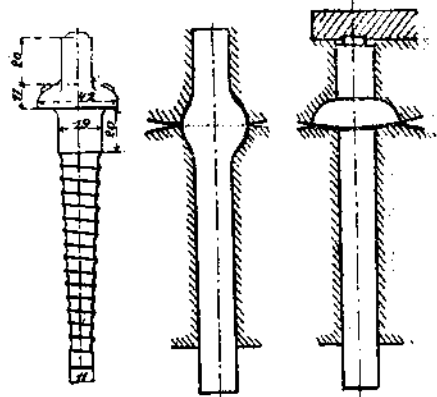


Рис. 1136 — 1138.

После гальванизации глухари прокатывают в бочках для очистки.

Для изготовления 1000 килограмм глухарей требуется приблизительно 1275 килограмм железа. Вес обрезков при разрезке прутьев:

равняется от 10 до 15 килограммам на тысячу штук, вес обрезанных заусениц около 7—8 килограмм. При нарезке же резьбы режущими инструментами снимается от 60 до 70 килограмм металла. Последней потери можно избежать при горячей накатке резьбы.

Молоты (прессы) Венсана и Ле-Блана.

Особенно пригодны для штампования винтов молоты Венсана (рис. 1139) строящиеся заводов Jules Le Blanc et C°.

Заметим, что в этой машине приводный винт ввинчивается в подвижную траверсу, движущуюся в направляющих, устроенных в станине машины. Эта траверса соединена с нижней траверсой, на которой укрепляется матрица. Нижняя траверса также движется вертикально в боковых направляющих. Штанги, соединяющие обе траверсы, проходят через неподвижную траверсу, отлитую вместе со станиной машины. В этой третьей траверсе укрепляют неподвижную матрицу, и в нее же упирается пятка винта.

Подвижные траверсы уравновешены противовесом, помещающимся в фундаменте машины. Цепи от противовеса проходят через два отводных шкива.

Установка длины перемещения винта производится так же как и в других машинах остановами и штангами, приводящими в действие рычаги сцеплений фрикционных конусов. Нагретый стержень помещают в нижнюю подвижную матрицу. Головка штампуются верхней матрицей. Готовый винт выкидывается автоматически при нисходящем ходе.

Штампование и накатка резьбы на глухарях.

Горячее штампование резьбы глухаря производится между двумя штампами, образующими гайку.

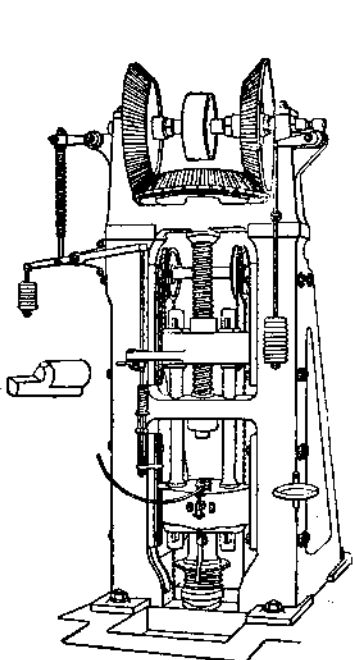


Рис. 1139.

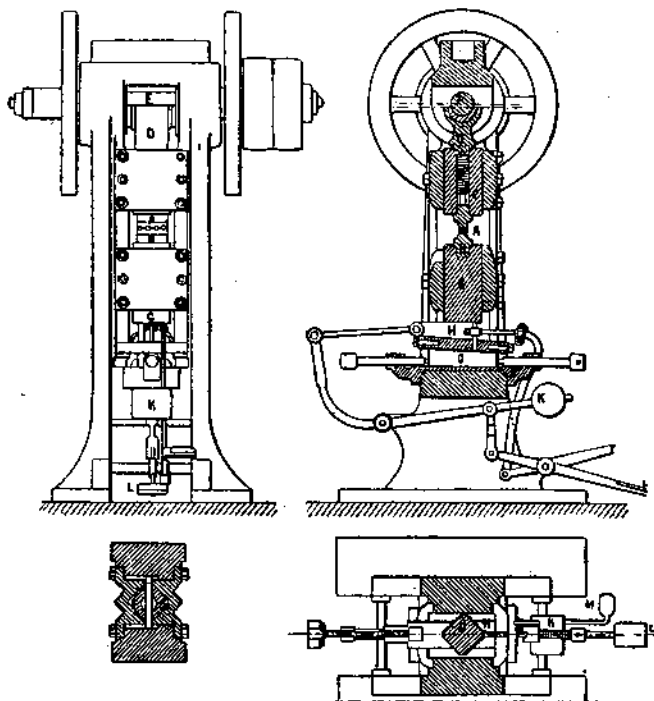


Рис. 1140—1143.

На рис. 1140—1143, изображающих машину Бушакура и Делилля ¹⁾, можно видеть несколько навинтованных углублений в штампах *A* и *B*.

Нижний штамп *B* установлен на наковальне *C*; последнюю можно по желанию поднимать и опускать посредством клина *H*, приводимого в движение рычагами, изменяя тем расстояние между штампами.

Верхний штамп *A* установлен на ползуне *C*, приводимом в движение эксцентриком *E*, шатун которого упирается в ползун *C*. Последний поднимается вверх пружиной *P*.

Для штампования резьбы нагретую заготовку помещают между штампами и поворачивают вокруг оси. Операция производится одним или несколькими ударами.

Этот не вполне рациональный процесс в настоящее время уступил свое место процессу накатки резьбы между валками, вызвавшему появление специальных машин.

Одна из первых машин, давшая хорошие результаты, изображена на рис. 1144—1146 ²⁾.

Она состоит из трех валков *C*, *C*, *C* (рис. 1149), расположенных по радиусам на равных расстояниях от общей оси и образующих

как бы волоочильное отверстие. Пропуская между этими валками, вращающимися с одинаковой ско-

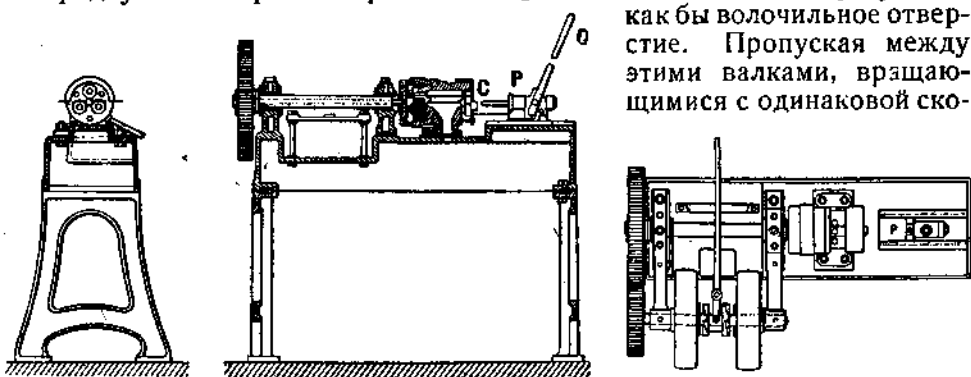


Рис. 1144—1146.

ростью и в одном направлении, нагретый до высокой температуры стержень, на последнем отпечатывается резьба.

Заготовка закрепляется в головке *P*, рычаг *Q* служит для подачи ее между валками. Вращение валков увлекает заготовку в продольном направлении. Когда резьба накатана до конца, реверсируют направление вращения машины и готовый винт вываливается вниз.

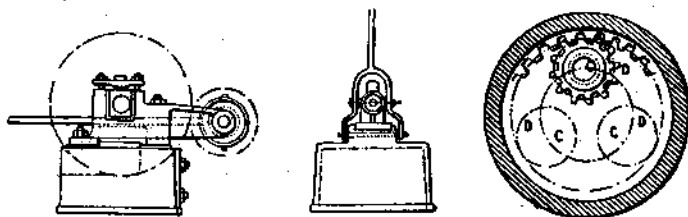


Рис. 1147—1149.

Приводной вал сделан полым, чтобы можно было накатывать длинные стержни.

Каждый комплект валков может накатывать резьбу только одного размера и формы. Формы резьб изображены на рис. 1150—1151.

¹⁾ Патент 29 мая 1876 г.

²⁾ Патент Общества Австрийских железных дорог 30 октября 1878 г.

Износившиеся валки можно переделывать для накатки резьбы на стержни более крупного диаметра. В новейших машинах валки служат дольше и иногда устанавливаются вертикально¹⁾.



Рис. 1150 — 1151.

Машина для накатки резьбы с четырьмя валками.

Резьбо-накатная машина завода Fairbain and Wells (рис. 1152—1154)²⁾ основана также на принципе применения трех или четырех вращающихся валков с винтовой резьбой, но валки ее имеют поперечное движение, прижимающее их к накатываемому стержню. Стержень точно так же приобретает вращательное и возвратно-прямолинейное движение, в результате которых образуется резьба винта.

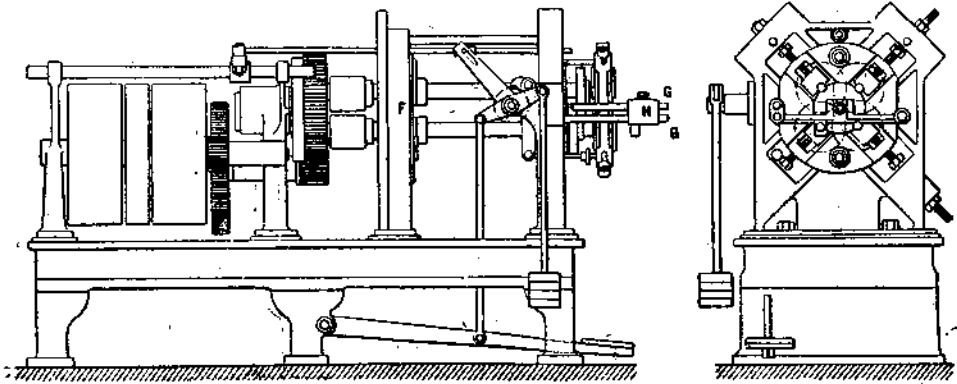


Рис. 1152 — 1153.

Изменяя поперечное положение подшипников в рамке *F*, оси валков можно располагать с небольшим уклоном относительно осевой линии, вследствие чего они придут изделию винтовое поступательное движение. На окружностях валков *D* (рис. 1156) нарезана винтовая резьба. Наклон этой резьбы с несколькими нитками почти одинаков с требуемым наклоном резьбы на винте. Шаг резьбы валков равен шагу резьбы винта. Эту резьбу предпочитают прерывать выборками на некоторых расстояниях друг от друга, направленными приблизительно под тем же углом относительно оси, но в противоположном направлении, чтобы получать более точную и гладкую резьбу винта.

Диаметры четырех валков *D* не одинаковы. Диаметр двух верхних валков немного больше диаметра двух нижних, вследствие чего наклон резьбы на меньших валках не одинаков с наклоном ее на больших валках. Впереди валков помещаются две направляющих *G* с поперечиной *H* (рис. 1152), в которой удерживается головка заготовки. Головка помещается между одним внутренним и одним наружным упорами, вследствие чего заготовка не имеет продольного движения, но может свободно вращаться. Поперечина *H* имеет регули-

¹⁾ Машина Léon Levent.

²⁾ Патент 31 декабря 1885 г.

руемый останов. изменяющий направление вращения машины, когда заготовка войдет достаточно далеко между валками.

На рис. 1157—1161 изображена машина с тремя валками, из которых верхний несколько толще двух других.

Небольшие винты лучше накатывать в холодную на последней машине. Крупные винты накатывают в горячую на первой машине, валки которой делают от 200 до 500 оборотов в минуту, вследствие чего она работает быстрее. Винты

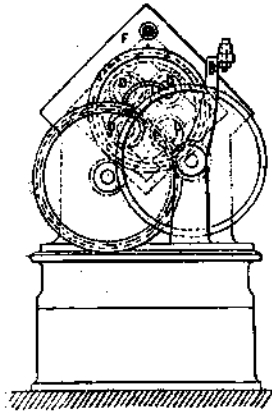


Рис. 1154.

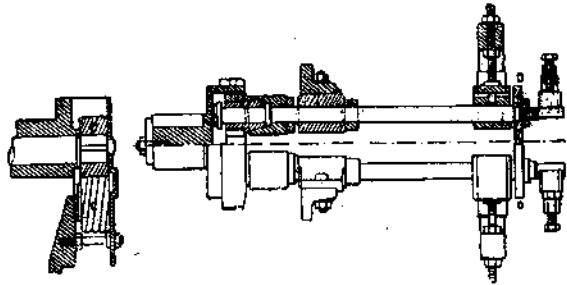


Рис. 1155 — 1156.

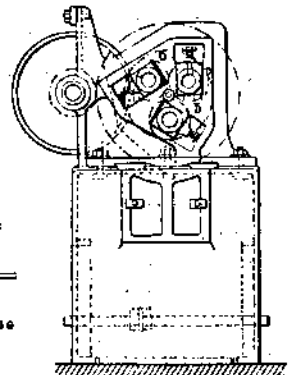
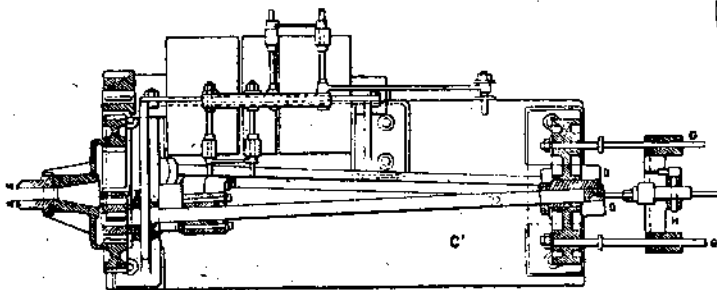
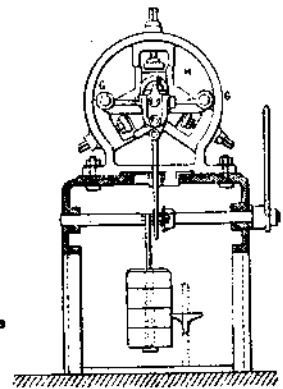
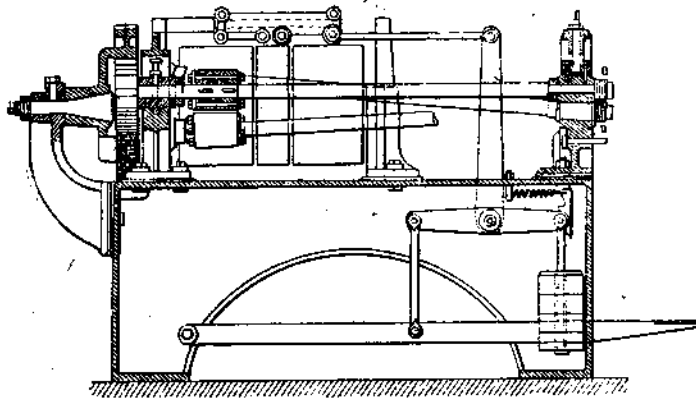


Рис. 1157 — 1160.

для сцепки вагонов, винты с квадратной или закругленной резьбой обычно накатывают. Такие винты можно накатывать как правого, так и левого шага и притом резьбой любого сечения. Накатанная резьба

обладает большим сопротивлением, нежели нарезанная, так как волокна металла не разрезаются, а изгибаются по профилю резьбы. Кроме того, накатка резьбы производится быстрее и обходится дешевле.

В машине системы Siro-Mallez, изображенной на рис. 1162 и 1163¹⁾, оба валка *D* можно устанавливать под определенным углом и изменять вертикальное расстояние между ними. Накатываемые стержни имеют продольное движение. Чтобы освободить готовый винт разводят валки. Валки установлены на сравнительно длинных валах, так что можно перемещать вертикально поддерживающие их подшипники, действуя на педаль, устроенную спереди и связанную с верхними упорными салазками.

Валки имеют резьбу левого шага, профиль которой соответствует требующейся форме винта. Валков надо иметь по две заменяемых пары для каждого рода резьбы.

Пара валков диаметром от 50 до 60 мм может накатывать от 10 000 до 15 000 глухерей, не требуя ремонта. Они могут служить несколько дней или только несколько часов, в зависимости от своего качества и ухода за ними. Валки поливают мыльной водой. Эта машина прекрасно накатывает от 5 000 до 7 000 винтов в день.

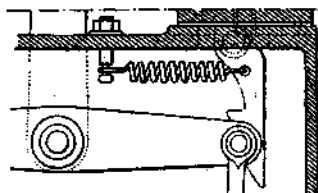


Рис. 1161.

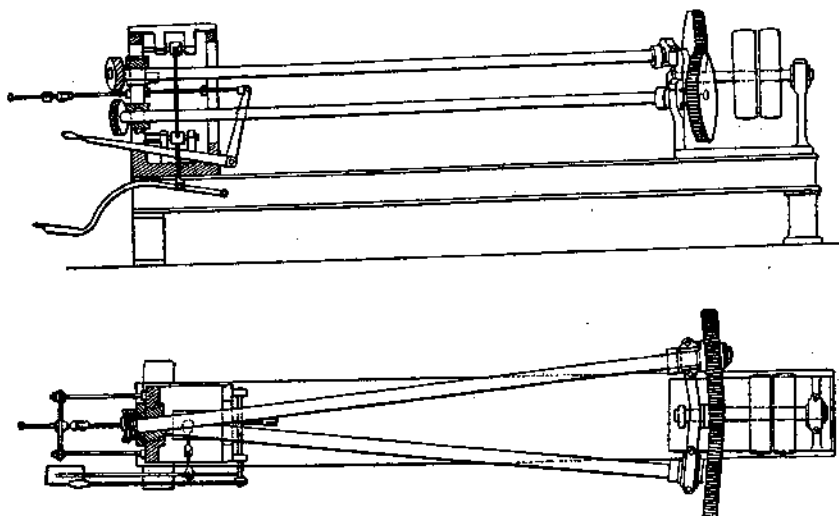


Рис. 1162 — 1163.

Винты большого диаметра от 20 мм и выше накатывают в два пропуска. Целую партию заготовок сперва накатывают начерно и затем после нагрева накатывают вторично начисто. Удлинение стержней при накатке резьбы равняется в среднем одной четверти полной длины. При таком способе получается значительная экономия материала против производства режущими инструментами. Вследствие этого от последнего процесса постепенно отказываются в особенности при массовом производстве.

Рассмотрим также машину (рис. 1164 — 1170), построенную Лебланом, для накатки винтов диаметром от 12 до 30 мм.

¹⁾ Патент 30 июля 1891 г.

Заготовка вводится между двумя цилиндрическими валками *A* и *B* с винтовой резьбой. Один из валков *A* представляет собой (рис. 1166) неполный чугунный цилиндр с укрепленным к нему стальным легко заменяемым рабочим цилиндром. Другой валок *B* окружен таким же рабочим цилиндром, укрепленным на его окружности. Иногда вместо цилиндрических валков пользуются сегментами (рис. 1169).

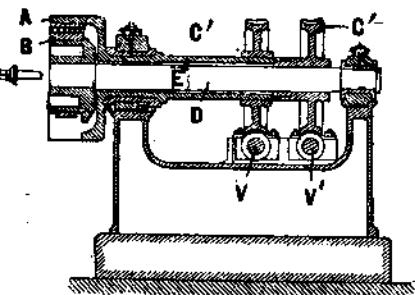


Рис. 1164 — 1165.

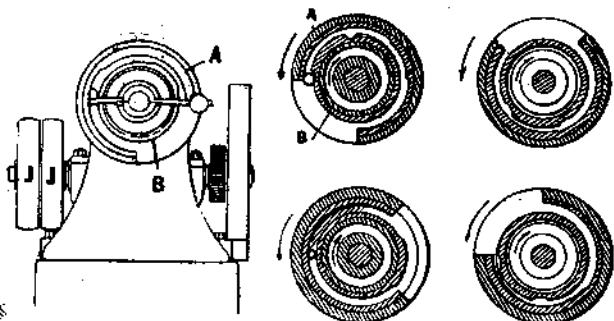


Рис. 1166.

Рабочие поверхности заканчиваются чистовыми частями, замена которых обходится недорого, вследствие чего замену необходимо производить как только будет замечено изнашивание.

На рис. 1167 — 1169 изображен вариант этой машины, но вместо цилиндрических валков устроены сегменты.

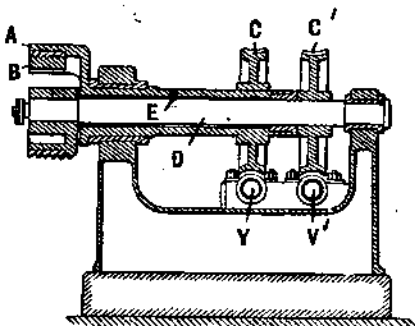


Рис. 1167 — 1168.

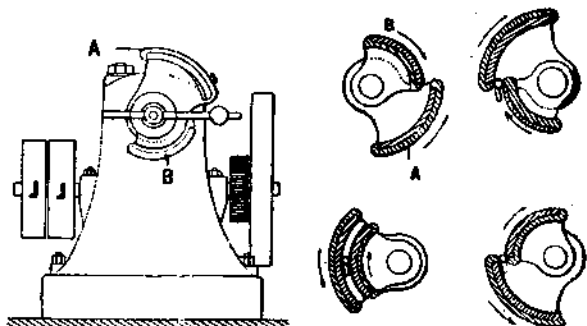


Рис. 1169.

Винтовая резьба накатывается при пропуске заготовок между обоими валками, вращающимися в обратных направлениях, после чего винт вываливается на наклонный стол ¹⁾.

Валки делают 16 оборотов в минуту и накатывают при каждом обороте по одному винту. Они установлены на концентрических валах, приводимых во вращение червячными колесами и червяками и промежуточными цилиндрическими шестернями, обеспечивающими правильное относительное положение и скорость отдельных частей.

Среди дисковых машин для накатки винтов, о которых говорится в первой части настоящей ей книги, мы упоминали машину Эриксона, имеющую кольцевую резьбу или резьбу, концентричную осям вращения валков. Такого рода резьба обладает многими недостатками: так, например, для того, чтобы установить под соответствующим

¹⁾ Патент 2 декабря 1895 г.

углом кольцевые резьбы обоих дисков, оси последних должны быть эксцентричны, а расстояния между ними должны быть такими, чтобы заготовка винта перемещалась на всю свою длину при каждом обороте. Каждый винт можно прокатывать настолько, насколько это требуется для придания ему желательной степени законченности. Кроме того, резьба образуется отчасти вдавливанием, отчасти выдавкой металла. Вследствие этого диаметр резьбы получается больше диаметра гладкой части винта.

Во избежание этих недостатков надо употреблять диски с циркулярными, наклонными или спиральными резьбами, занимающими узкую полосу (рис. 1171 и 1172).

Рабочие части обоих дисков сделаны из сталистого чугуна. Они установлены или параллельно или наклонены в противоположных направлениях, а оси их установлены эксцентрично (рис. 1172—1174).

Оба диска вращаются с одинаковой скоростью в противоположных направлениях.

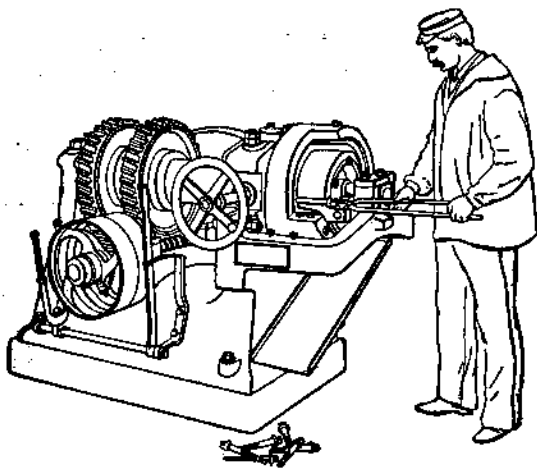


Рис. 1170.

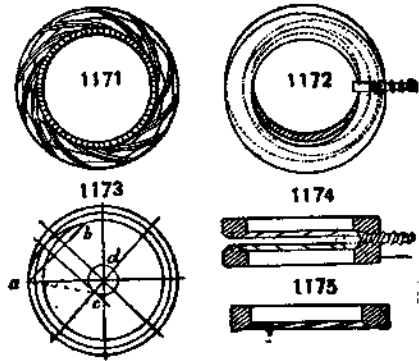


Рис. 1171 — 1175.

Полый вал D (рис. 1178) имеет продольное движение, позволяющее сближать и удалять диски для ввода нагретых стержней в начале операции и вынимания в конце операции.

Эксцентриситет изменяется винтами V , помещающимися под опорами вала A .

Резьбу вычерчивают как показано на рис. 1173. Диск разделяют на равные секторы, допустим на восемь секторов. Затем берут соответствующий радиус от 12 до 15 мм и вычерчивают среднюю окружность кольца. На расстояниях, равных приблизительно шести или семи десятым диаметра нарезаемого стержня от средней окружности, проводят внутреннюю и наружную окружности.

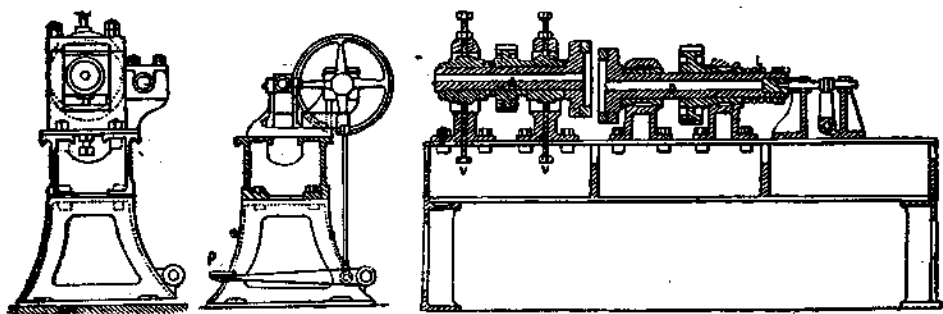
Через конец каждого радиуса проводят хорду ab дуги в 45° . Центр этой дуги будет находиться в точке c .

Эксцентриситет зависит от глубины накатки винта. Чем больше эксцентриситет, тем скорее накатывается винт. В среднем эксцентриситет может равняться от половины до трех четвертей радиуса окружности d , на которой находятся центры c .

Для ввода заготовки и для вынимания винта (рис. 1176 и 1180) нажимают на педаль P , перемещающую вал D . Как только отпускают педаль, пружина L отталкивает диск D назад и винт вываливается.

Диски должны вращаться лучше в таком направлении, чтобы прокатка винта заканчивалась его концом и чтобы винт выходил в направлении стрелки (рис. 1174).

Перемещение подвижного диска регулируют в зависимости от диаметра винта посредством передвижного останова. Точно так же необходимо скашивать углы дисков для облегчения ввода заготовки.



Дисковые машины изготовляют один винт за каждый оборот. Рабочие части снашиваются довольно медленно, и замена их не представляет затруднений.

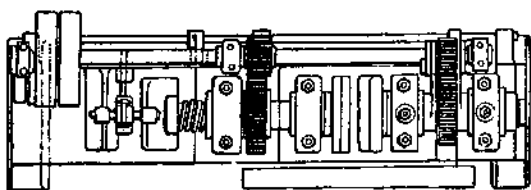


Рис. 1176 — 1179.

Диаметр проволоки для изготовления железных, латунных и медных винтов должен быть немного меньше диаметров изделия. В машине (рис. 1180) проволоку сперва разрезают на куски и высаживают головки. Резьба накатывается затем между двумя плитами, из которых одна неподвижна, а другая имеет возвратно-прямолинейное движение.

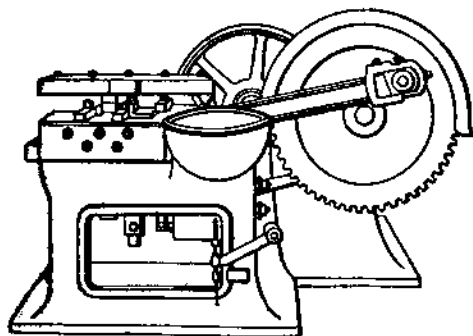


Рис. 1180.

Головки винтов для дерева после их высадки обтачивают на токарном станке, профрезуют прорезь, и затем накатывают резьбу между двумя плитами.

Машины различных типов выделывают от 30 до 45 grossов винтов в час, в зависимости от диаметра последних.

Процесс высадки и накатки точно так же значительно экономичнее процесса нарезки резьбы на автоматах.

Для изготовления 1000 штук латунных винтов длиной 19 мм с круглыми головками диаметром 6 мм достаточно 2,2 кг металла, тогда как для изготовления тех же винтов на автомате требуется свыше 7 кг металла.

Машина завода Acme Machinery Company в Кливленде, С.А.С.Ш. (рис. 1181 и 1182) быстро накатывает всевозможные резьбы. Заготовка D

прокатывается между валками *АА* с резьбами, вращающимися непрерывно, и сектором *В*, положение которого на станине можно изменять двумя винтами с поворотными маховичками.

Заготовка *Д* захватывается тисками *Е* на опрокидывающихся салазках с пальцем *F*. Салазки подводят рукояткой так, чтобы палец *F*

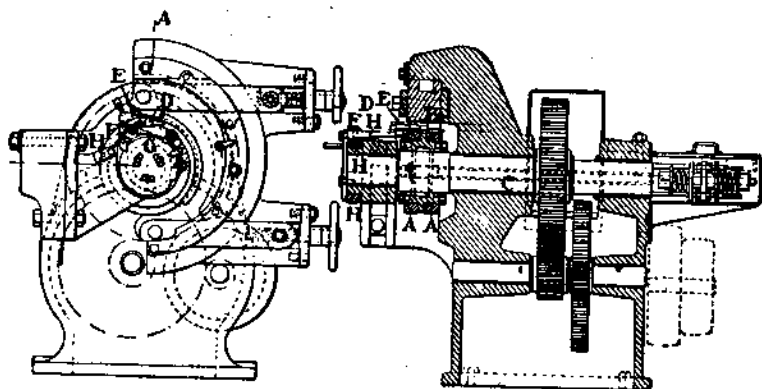


Рис. 1181.

вошел в одну из четырех зарубок диска *Г*, увлекающего заготовку к сегменту *В*, при входе в который тиски *Е* открываются и опрокидывают заготовку, при чем палец *F* выходит из своей зарубки, что позволяет салазкам *Н* возвратиться под действием своего веса в свое начальное положение.

Машина приводится в движение ремнем и двухступенчатым шкивом и двумя парами шестерен, дающими две скорости.

Продольное смещение инструментов *А* предупреждается двумя сильными пружинами на центральном валу *С*. Вал имеет шпонку, входящую внутрь муфты, на которой укреплен инструмент. Вал лежит в двух длинных подшипниках с бронзовыми вкладышами.

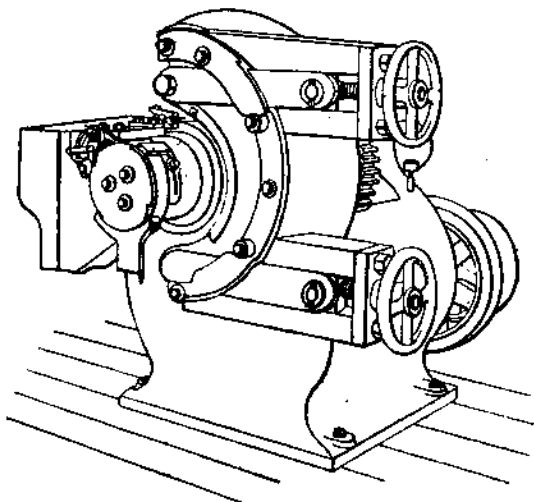


Рис. 1182.

Размеры такой машины для накатки винтов диаметром до 25 мм равняются 1,50 × 2,00 м, а вес ее равняется 4 500 кг.

Машина для накатки винтов до 50 мм весит 9 тонн и занимает площадь пола в 2,00 × 2,70 метра.

Производство болтов.

Болты отличаются от винтов тем, что навинтованные части их снабжаются гайками. Заготовки болтов среднего и небольшого раз-

мера выделяются совершенно так же как и заготовки винтов. В настоящее время только большие болты, которые выделяются всегда в ограниченном количестве, выковывают поштучно кузнечными процессами, высаживая или приваривая головки. Затем нарезают резьбу, резами или прокатывая в горячую при больших размерах болтов.

Большая часть гаек в настоящее время выделяется механическими специальными машинами. Только в исключительных случаях гайки специального типа или очень больших размеров выделяются по одной нитке или из куска прута, который штампуют и пробивают в горячую или же изготовляя сварное кольцо, которое затем штампуют в призматическую форму. Гайки, изготовленные последним способом, обычно применяются в машиностроении.

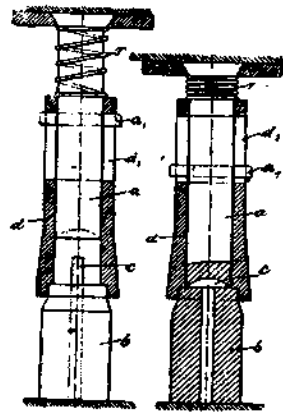


Рис. 1183 — 1184.

Нарезка резьбы гаек производится резцом. Различие в типах болтов ведет лишь к несущественным видоизменениям производственных процессов.

Так, например, болты с круглыми головками изготавливаются штампованием при одном нагреве, подобно заклепкам.

Предварительно от прута отрезают несколько кусков, длина которых разнится друг от друга от 1 до 2 мм. Диаметр прута, от которого отрезают заготовки, должен равняться диаметру болта. Из каждого отрезка выштамповывают болт.

Головки одних из них получаются со слишком большими заусеницами, тогда как для образования других замечается недостаток железа. За правильный размер заготовки принимают тот, который дает хорошо сформированную головку без чрезмерно больших заусениц. По этому размеру устанавливают ножницы.

Чтобы получить правильные головки, полосу надо разрезать в горячую (около 700°) пилой или гладким диском и высаживать затем при температуре в 1000°.

Болты с задержниками (рис. 1185) штампуют в матрицах одним ударом. Нижняя матрица выдерживает штампование 2000 болтов, а верхняя до 10000 болтов.

Эти инструменты выделяют преимущественно из железа, прокованного под молотом. Матрицы цементируют и закалывают.

Если головка делается квадратной или закругленной, то матрицы устраивают, как показано на рис. 1186.

Если головки делаются шестигранными, как это чаще всего бывает, они изготавливаются в матрицах, куда высаживают железо.

Операция чаще всего производится в два нагрева. Она выполняется при одном нагреве, если высота высаживаемой части стержня

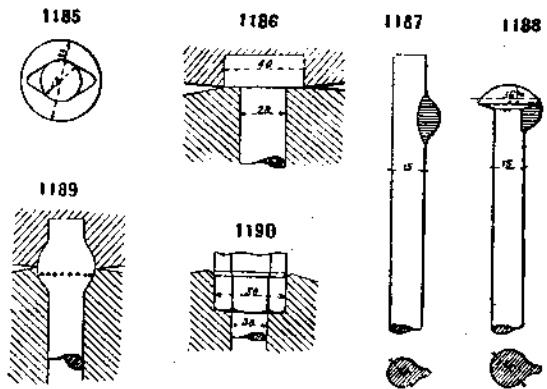


Рис. 1185 — 1190.

меньше трех диаметров последнего. Устройство матриц изображено на рис. 1189 и 1190.

Если желательно высаживать весь металл одним ударом, к инструменту добавляют муфту, которая в момент операции охватывает выступающую часть стержня, чтобы он не сдвинулся в сторону вместо высадки.

Это приспособление изображено на рис. 1183 в положении до удара, а на рис. 1184 в положении, соответствующем концу операции высадки¹⁾.

Штамп *a* вставлен в муфту *d*, которая может перемещаться вдоль него и имеет две прорези *d*₁. В последних помещаются шпонки *a*₁, укрепленные к штампу. Пружина *r* постоянно нажимает на муфту *d*, вследствие чего последняя всегда упирается во время ударов в нижнюю матрицу *b*. Форма нижней части муфты соответствует форме матрицы и несколько охватывает последнюю.

При нисходящем ходе штампа *a* муфта *d* не допускает изгибания высаживаемого стержня.

Несколько иначе изготовляют болты для дерева с большими задержниками (рис. 1187 и 1188). Таких задержников нельзя получить иначе как высадкой. Прежде всего в ковочной машине образуют выступ, который затем штампуют в матрице. Эти болты обычно делают значительной длины (40 мм и больше); их трудно поместить в матрицу и еще труднее вынуть из последней, так как они сгибаются и скручиваются. Таких болтов выделывают не свыше 2000 штук в течение двенадцати часов.

Зазор матрицы для свободного прохода стержня колеблется от 0,3 до 0,5 мм, а иногда при неровных стержнях и несколько больше.

Для штампования болтов типа, изображенного на рис. 1191 и 1193, пользуются указанными на чертеже матрицами.

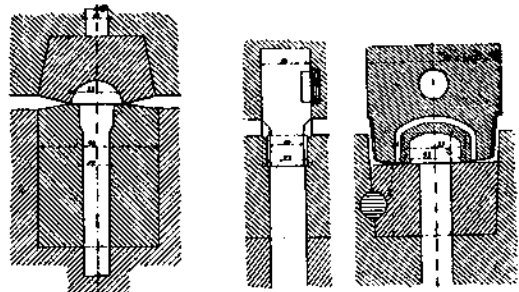


Рис. 1191 — 1193.

Заусеницы на головках болтов обрезают или в матрице или шлифовальным кругом, после чего на болтах нарезают или накатывают резьбу.

Машины для штампования головок болтов делают или вертикальными или горизонтальными.

На рис. 1194 изображена машина первого типа. Эта машина двойного периодического действия, т.-е. в то время как одни инструменты работают, другие инструменты бездействуют.

В машине имеется нижняя матрица со стержневым экстрактором. Эту матрицу продвигают вперед рычагом, чтобы в нее можно было свободно вкладывать стержень болта.

Верхний штамп укреплен к ползуну, приводимому в движение шатуном или эксцентриком. Оба штампа работают от одного привода. Станина машины очень массивная, вследствие чего очень устойчивая и прочная.

Этот тип машин особенно пригоден для выделки болтов среднего и большого размеров.

¹⁾ Патент Ноэль (Noël).

В машине Пиншà-Дени (Pinchat Deny) (рис. 1195), оба ползуна, к которым крепятся инструменты, помещены бок о бок. Машина приводится в действие электромотором. Машина эта пригодна также для всевозможных штамповальных работ.

Иногда две машины для штампования головок болтов соединяют вместе и устраивают только один приводный

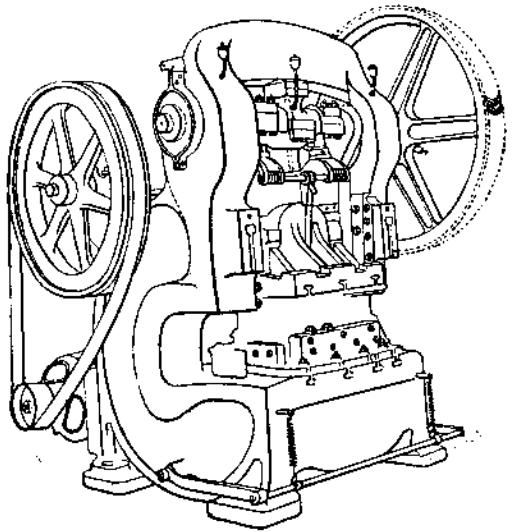
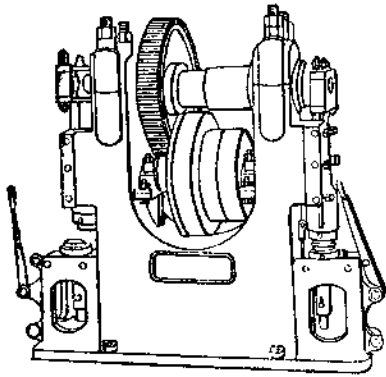


Рис. 1194 — 1195.

винт, как-то показано на рис. 1196—1198. На этих рисунках изображена машина Прикелье (Piquelier)¹⁾ с винтом V, установленным горизонтально, чем облегчается подача стержней под штамп.

Маховик А, служащий одновременно фрикционным диском, установлен на середине длины винта V.

Винт вращается в противоположных направлениях двумя дисками QQ', валы

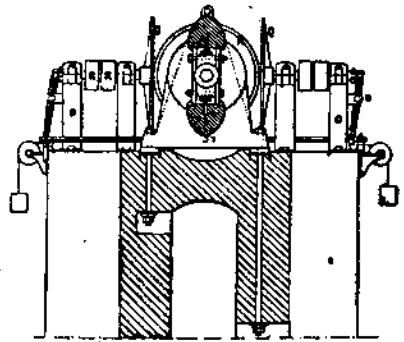
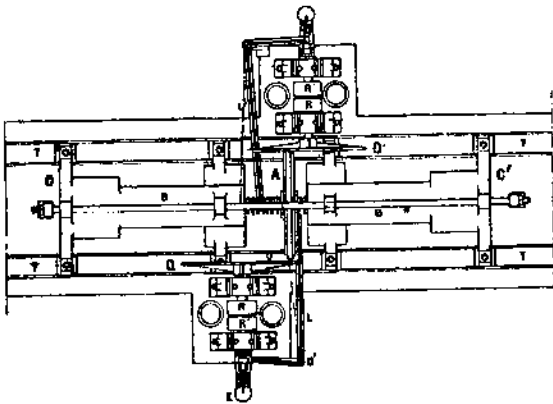
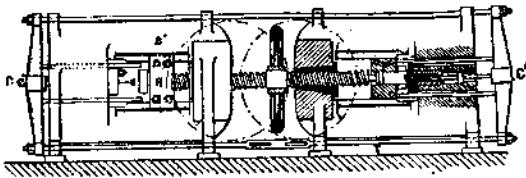


Рис. 1196 — 1198.

которых могут перемещаться в продольном направлении. Эти валы вращаются шкивами RR' и приводными ремнями. Соприкосно-

¹⁾ Патент 18 октября 1876 г.

вание между дисками QQ' и дисковым маховиком A поддерживается автоматически.

Экстракторы, выталкивающие болты с готовыми головками, приводятся в движение траверсами C или C' , связанными штангами T , передающими движение винта V и штампа противоположному экстрактору. Экстракторы одновременно служат опорами для стержней при штамповании головок.

Ковочная машина Хорсфалля (Horsfall, рис. 1199) имеет двое салазок, расположенных со стороны приводного электромотора. Этой

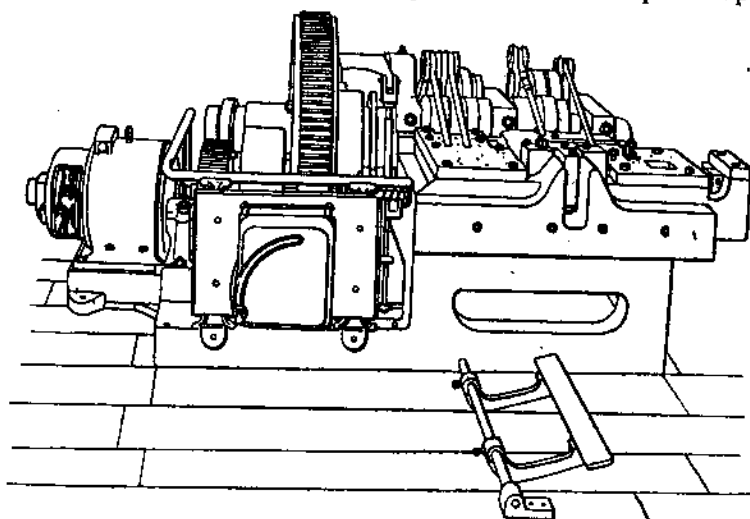


Рис. 1199.

машиной можно пользоваться дляковки болтов, болтов для рельсовых накладок, заклепок, а также гаек. Изделия выделываются прямо из прута и штампуются при одном нагреве. При применении этой машины не требуется ни предварительной нарезки заготовок, ни последующей обрезки заусениц. Производительность машины зависит от ловкости рабочего и мальчика нагревающего прутья и от мощности машины.

В следующей таблице приводится производительность различных машин этого типа.

Модели	0	1	2	2B
Диаметр изделий мм . . .	10	16	25	32
Производительность в час (штук)	300	200	150	120

Чтобы избежать высадки головки в два последовательных нагрева завод Boistel et Coignet выпустил машину для штампования при одном нагреве, не вынимая изделия, в промежутке между двумя ударами штампа. Для этого регулировочный винт A машины (рис. 1200 и 1202)¹⁾ имеет центральное отверстие (рис. 1202), в которое входит стержень C .

¹⁾ Патент 2 апреля 1875 г.

с колодкой *E*, на которой лежит поперечина *D*. Колодка *E* удлинена (рис. 1201 и 1202) при чем в этом удлинении устроена направляющая для ползуна *F*, приводимого в движение рычагом *G* с противовесом и педалью *P*.

Рычаг поворачивается на болте, укрепленном в вилке *G* на конце стержня *C*.

При первом ударе штампа поперечина *D* лежит на плоской

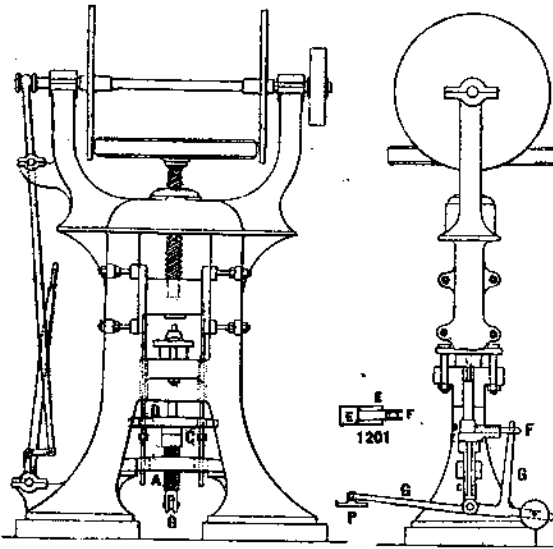


Рис. 1200 — 1202.

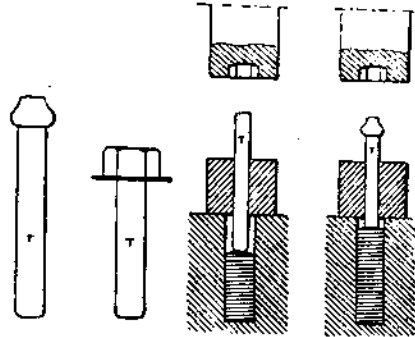


Рис. 1203.

Рис. 1204.

части колодки *E*, при чем через нее проходит только конец стержня *T* болта (рис. 1203), необходимый для высадки металла и образования его головки. Перед тем как дать второй удар, рабочий ставит ногу на педаль, ползун *F* входит между колодкой *E* и поперечиной *D*, вследствие чего стержень *T* продвигается вверх (рис. 1204) и в этот момент штамп придает головке окончательную форму. Машину можно также приспособить для штампования тремя ударами.

Такими способами избегают раздутья стержня болта, придающего ему коническую форму, и, кроме того, работа производится скорее и экономичнее.

Для штампования головок крупных болтов пользуются также гидравлическими прессами, как, например, прессом Брауна (рис. 1205)¹⁾. Пресс этот имеет ныряло *P*, в головке которого укрепляют штампы. Ныряло всегда стремится занять свое верхнее положение. Опускание ныряла происходит при впуске воды, давящей на его верхнюю поверхность.

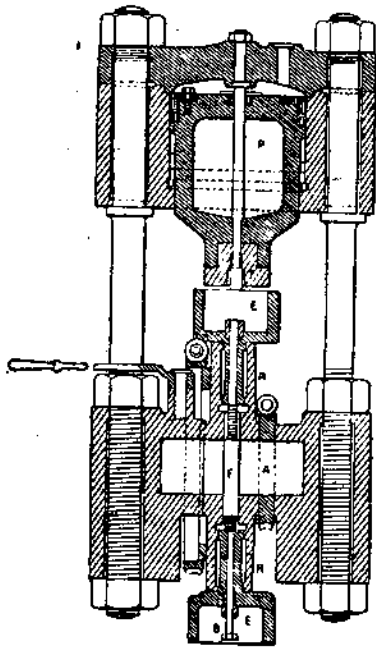


Рис. 1205.

На диске *R* с горизонтальной осью *A* установлены шесть нижних матричных коробчатых наковален *E*. Эти коробки имеют цилиндрическую форму, охватывающую головку *T* гидравлического

¹⁾ Патент 13 февраля 1875 г.

ныряла. Диск *R* имеет периодическое вращательное движение, угол поворота которого равняется $\frac{1}{6}$ оборота, и таким образом оно последовательно подводит каждую матрицу против штампа.

Вал *A* вращается в своих опорах, не вызывая вращения диска *R*, установленного на нем вхолостую. Эксцентрик *F*, соединенный с валом *A*, выкидывает болт, когда последний находится в положении, противоположном его рабочему положению в точке *B*. Диск *R* приводится во вращение червячными шестернями и червяком с фрикционным сцеплением.

Накатка резьбы болтов.

Болты (рис. 1206) для колесных бандажей, стержни которых между головками и навинтованными частями имеют продольные выступы и дорожки, выделяются поперечной прокаткой.

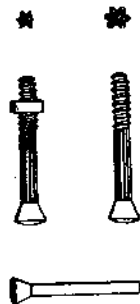


Рис. 1206.

Матрицы (рис. 1207) устраиваются таким образом, чтобы накатывать на заготовки болта одновременно и резьбу и дорожки.

Верхняя часть матрицы имеет параллельные дорожки и выступы для накатки стержня болта, а нижняя часть ее покрыта рубцами для накатки резьбы винта.

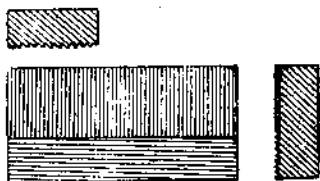


Рис. 1207.

Для прокатки заготовки с выштампованными головками вводят поочередно между обеими матрицами, движущимися воз-

вратно поступательно. Заготовка прокатывается и вываливается из матриц в готовом виде.

Дорожки на стержнях болтов устраиваются для предупреждения вращения их в отверстиях¹⁾.

Болты, винты, глухари можно также быстро прокатывать между валками.

Напомним, что прокатный стан Симондса прокатывает по пяти болтов в минуту с такой точностью, что гайка, пригнанная к первой сотне готовых болтов из партии в 5 000—10 000 штук, пригодна и для последней сотни болтов, при чем для этого не требуется никакой регулировки матриц²⁾.

Металл после накатки резьбы обладает тем же сопротивлением и той же вязкостью, которыми он обладал и перед началом операции.

¹⁾ Патент The American Screw Company 11 ноября 1890 г.

²⁾ Машина Симондса была удостоена в 1888 году премии имени Франклина за лучшие и превосходнейшие результаты.

ГЛАВА XI.

Производство гаек.

Гайки выделываются двумя способами, а именно: ковкой из полового железа или же отрезкой от соответствующего прута.

Первым способом пользуются при выделке больших гаек. Отрезок железной полосы свертывают в кольцо (рис. 1208—1210), которое нагревают до белого каления и превращают в гайку между штампами под молотом или, еще лучше, в закрытых матрицах под прессом.

Если требуется увеличить упругость гаек для более сильного охвата винтов, их сваривают из полос, концами которых придают форму зубцов (рис. 1211)¹⁾. Шестигранную форму гайкам придают штампованием при красном калении.

В машинах для производства гаек, появившихся около 1860 года, гайки полу-

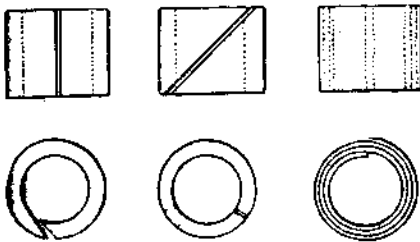


Рис. 1208 — 1210.

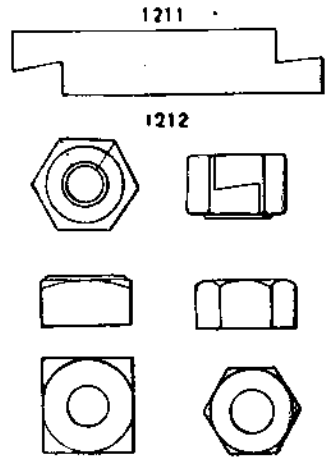


Рис. 1211 — 1212.

чались путем обрезки раскаленного конца железной полосы. Этому обрезку придавали шестигранную форму с отверстием в середине путем высадки металла, доводя таким образом до минимума потерю материала. Для изготовления гаек пользуются железом специального качества, хорошо поддающимся горячей обработке. Особенно пригодно мягкое железо, которое не вызывает чрезмерного изнашивания инструментов.

Одна из простейших гаечных машин—машина Кюслера²⁾—изображена на рис. 1213 и 1214.

Раскаленную железную полосу вводят поперек станины пока она не упрется в упор у (рис. 1215). На этом рисунке можно видеть готовую, почти совершенно отрезанную от полосы заготовку гайки *x'*.

¹⁾ Патент завода Elastic Nut Company 1 марта 1892 г.

²⁾ Патент 25 октября 1876 г.

Два ножа *i* и *j*, укрепленные к рычагам *k* и *l*, приводятся в действие кулаком *o* (рис. 1214) установленным на валу *b*. Этот кулак действует на рычаг *n* (рис. 1214), а также на тяги *p* и *r* и на вал *q* (рис. 1215 и 1216).

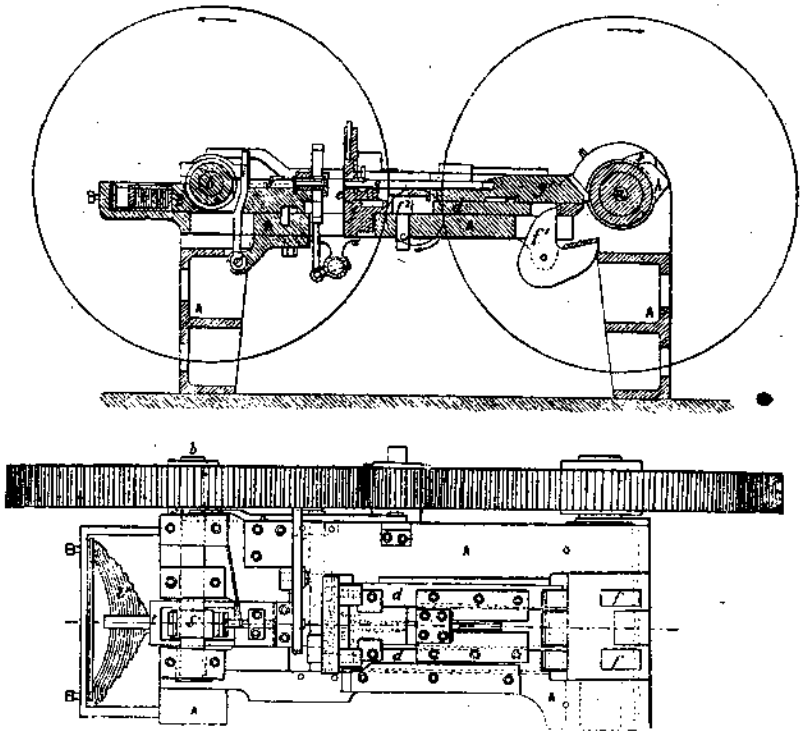


Рис. 1213 — 1214.

Как только полоса подана для обрезки следующей гайки, отрезанная заготовка входит в матрицу *e'*, установленную на диске *e* салазок *d*, которые приближаются к пруту в соответствующий момент. Движение салазок *d* производится кулаком *f*, при чем ход их ограничивается рычагом *f'* и остановом *f''* (рис. 1213).

Как только гайка входит в матрицу *e'*, она немедленно же пробивается двумя скомбинированными пуансонами *g* и *s* (рис. 1213). Пуансон *g* укреплен на ползуне *g'*, который приводится

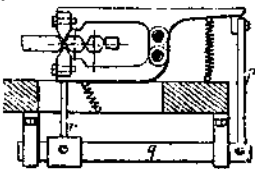
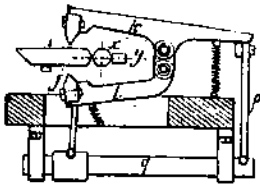


Рис. 1215 — 1216.

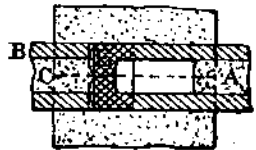
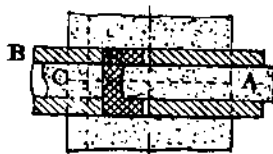


Рис. 1217 — 1218.

в движение кулаком *h* на валу *a*. Пуансон *s* укреплен на ползуне *t*. Последний приводится в движение кулаком *s'* на валу *b*, действующем на вертикальный рычаг *s''*, вращающийся вокруг оси *s'''* в его

нижнем конце. Ползун t упирается в пружину t' , ограничивающую усилие пуансона и предупреждающую поломку частей.

Высадка металла обоими сближающимися пуансонами g и s , выдавливающими отверстие, вызывает образование поверхности гайки в матрице e' . Когда салазки d отходят назад, гайка выбрасывается из матрицы экстрактором и падает в углубление, устроенное в станине.

Пуансон и экстрактор одновременно давят на оба основания гайки, выправляя последнюю. Оба пуансона приводятся в действие таким образом, что когда концы их близко сходятся друг с другом, они оба начинают двигаться в сторону экстрактора, разделенные очень тонкой перемычкой (от 5 до 6 мм) металла (рис. 1219); этот слой представляет главную потерю материала.



Рис. 1219.

Когда матрица e' отходит назад, перемычка выдавливается.

Другой процесс заключается в том, что после поступления заготовки E в матрицу, приходит в движение пуансон A (рис. 1217), продавливающий отверстие глубиной несколько больше половины высоты гайки, в то время как последняя упирается на втулку B и пуансон C .

Когда пуансон A отходит, пуансон C приходит в движение и высаживает металл, одновременно придавая окончательную форму отверстию (рис. 1218). При этом противоположное основание гайки упирается во втулку, охватывающую пуансон A .

Гайка выходит из матрицы в совершенно готовом виде, — остается только нарезать резьбу.

Машина Saup дляковки гаек.

Гаечная ковочная машина системы Saup, изображенная на рис. 1220—1222, аналогична с предыдущей.

Нагретый квадратного сечения прут поступает перпендикулярно оси матрицы и пуансонов между двумя штампуемыми и обрезающими инструментами $и'$ (рис. 1223). Заготовка гайки остается соединенной с прутком одной из своих граней. Верхний штамп $и$ приводится в движение кулаком s' (рис. 1220), действующим на изогнутый рычаг T .

По окончании этой первой операции заготовка отрезается от прута шестигранным пуансоном i' , который вводит ее в матрицу o (рис. 1225), укрепленную к наковальне U (рис. 1224).

Пуансон i' укреплен на скользящей раме F , приводимой в движение кулаком i (рис. 1220).

Вслед затем в гайку проникает пуансон f (рис. 1225), выдавливая отверстие, так же как и пуансон d' . Эти пуансоны выдавливают металл, который прижимается к охватывающим пуансонам и к стенкам матрицы o (рис. 1224).

Давление охватывающего пуансона h' (рис. 1220) уравновешивается пружиной x (рис. 1222) из шайб Бельвиля, действующей на рычаг x' с регулировочным винтом x^2 , упирающимся в рамку H , соединенную с пуансоном h' (рис. 1222—1224).

Пуансон d' , продолжая свое движение вперед, выдавливает тонкую металлическую перемычку и отводит пуансон f , пока не войдет в пуансон i' (рис. 1226), который остается пока неподвижным. Затем последний также начинает двигаться назад, увлекая пуансон f . Одновременно левый пуансон h' выталкивает гайку из матрицы o , а экстрактор y' (рис. 1222) выбрасывает ее из машины. Экстрактор y' , соединенный со

штангой Y (рис. 1222), имеет на своем конце ролик a , который в соответствующий момент соприкасается с выступом на ободу шестерни R , вследствие чего штанга Y получает периодическое движение. Эта штанга возвращается в свое первоначальное положение под действием пружины, установленной на другом ее конце.

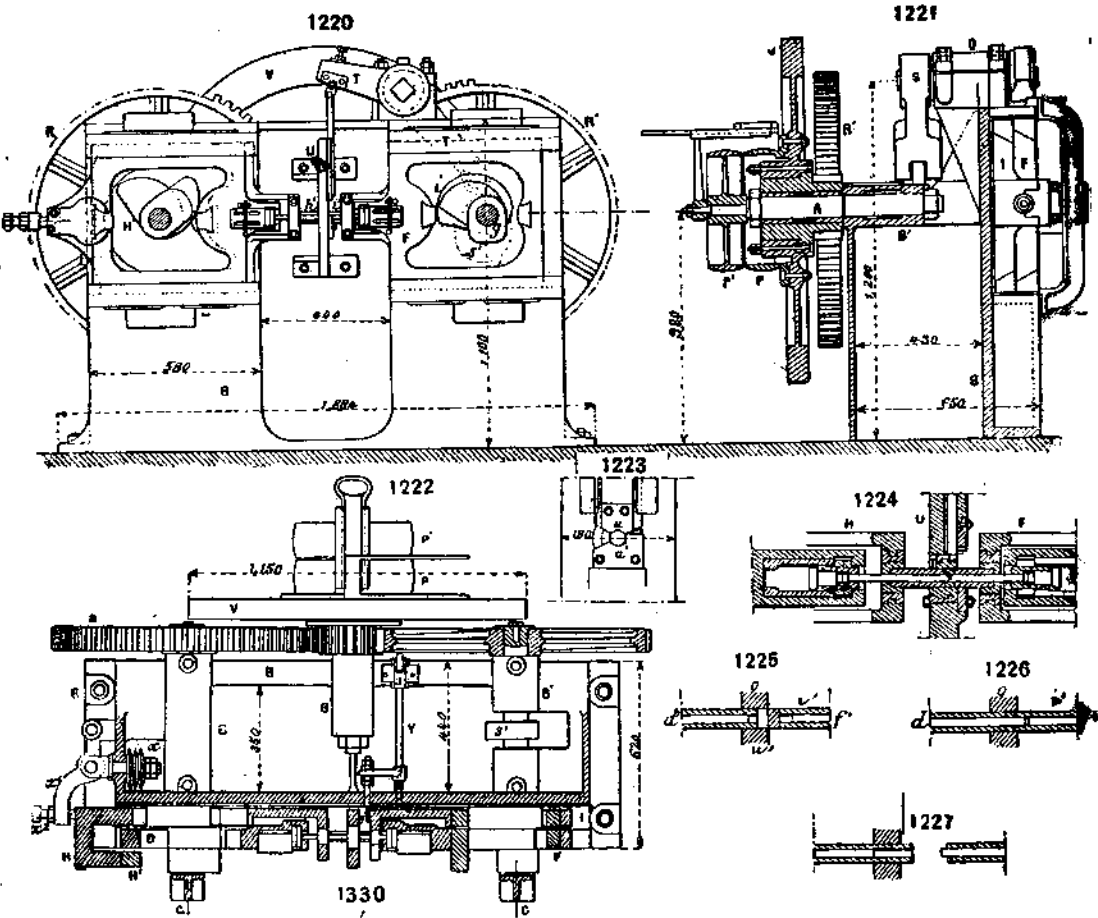


Рис. 1220 — 1227.

Наконец, пуансон f под действием кулака g движется вперед и выталкивает вырезанную перемычку гайки из пуансона i' (рис. 1227). Пуансон h' вновь занимает в матрице свое первоначальное положение под действием кулака на валу H' , и инструменты готовы для следующей операции.

Эта машина при 45 оборотах в минуту штампует от 20 до 25 гаек, вследствие различных потерь времени. Машина штампует гайки с диаметром отверстий от 10 до 40 мм.

Завод Ле-Блан выпустил более новую штамповальную машину (рис. 1228), в которой матрица устанавливается на наковальне больших размеров с вертикальным перемещением в направляющих станины.

Перемещение этой наковальни производится горизонтальным валом с двумя кривошипами и двумя шатунами.

На верхней головке машины, соединенной с основанием станины прочными колоннами укрепляются различные штампы. Штампы, имею-

щие поперечное движение приводятся в действие рычагами, соединенными двумя шатунами с шейками кривошипов на торцах вала машины.

Гайки штампуются одним ударом непрерывно одна за другой из нагретой полосы, которую рабочий подает в поддерживающих ее направляющих.

Машина дает от 55 до 80 ударов в минуту и в зависимости от степени нагрева полосы штампует от 25 до 35 гаек в минуту.

Инструменты укреплены к головке станины, вследствие чего легко очищаются от обрезков и обильно поливаются водой. Так как металл подвергается сильному прессованию, то все части его становятся однородными и гайка принимает правильную форму. Потери металла составляют приблизительно 10 процентов.

В машине Хорсфалля (Horsfall) гайка образуется из конца круглого прута, посредством высадки металла, совершенно так же как высаживаются шестигранные и квадратные головки болтов. После штампования боковых граней в гайке проделывают отверстие, высаживая металл назад в сторону прута. Таким образом совершенно не получается обрезков. Машина отрезает и заканчивает гайку при одном нагреве.

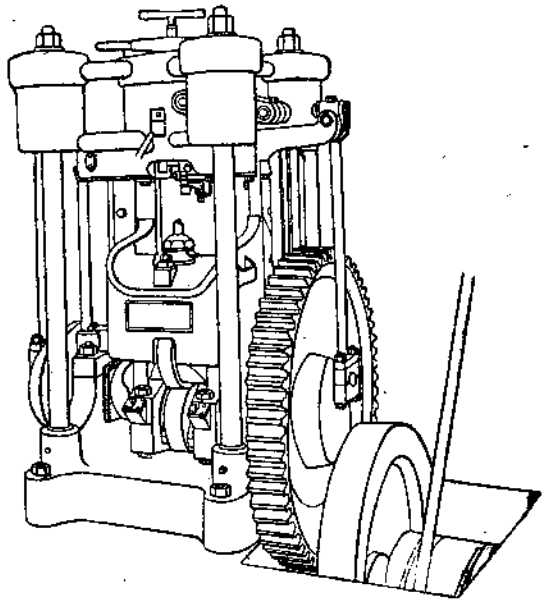


Рис 1228

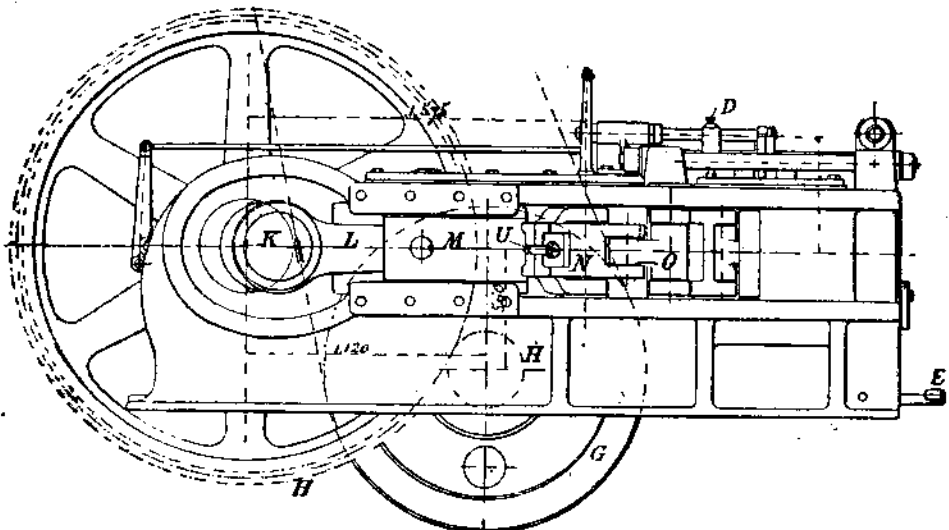


Рис. 1229.

Совершенно также работает и машина Блисс (Bliss) (рис. 1229 и 1230). Отдельные фазы операции изображены на рис. 1231—1233.

Первая операция образует на конце прута головку; вторая операция придает ей шестигранную форму; при третьей операции в образовавшуюся гайку входит пуансон *A*, выдавливающий часть металла *B* из

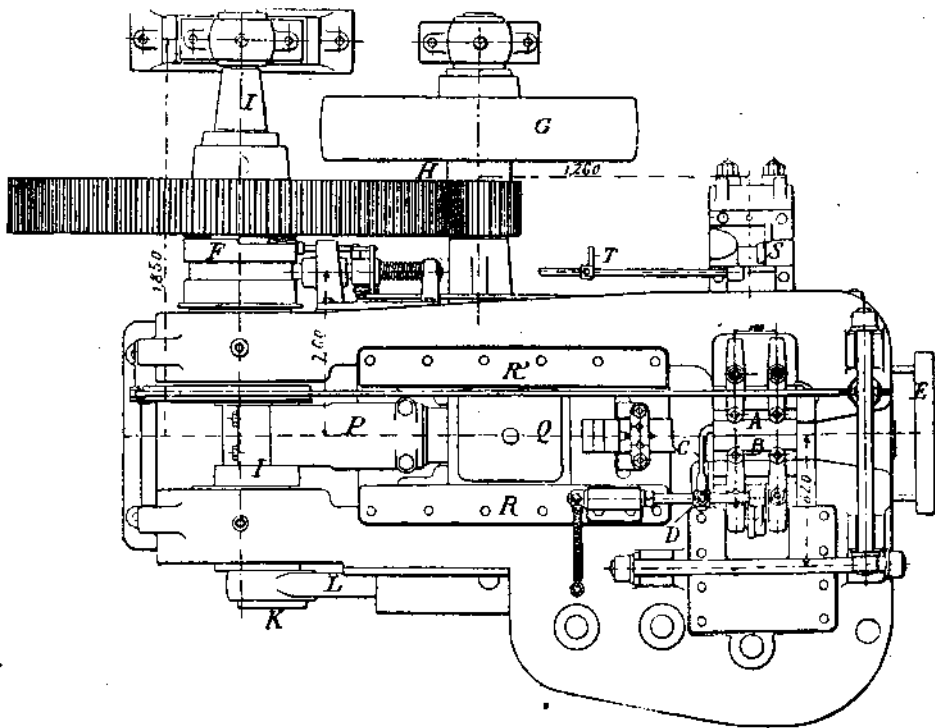


Рис. 1230.

гайки. Таким образом при применении трех матриц, расположенных друг над другом, гайки получаются при одном нагреве и притом без заусениц. Машина дает от 200 до 250 гаек в час при 70 оборотах в минуту.

Машина Блисс пригодна также для производства всякого рода изделий, для штампования которых требуются одна неподвижная и одна подвижная матрица. Когда матрицы *A* и *B* расходятся, между ними вводят прут до упора *C*; установку последнего можно изменять винтом *D*. При нажиме на педаль *E*, приводящую в действие сцепление *F*, приводный механизм вызывает движение ползуна *M*, при чем коленчатые рычаги *N* и *O* сближают матрицы *A* и *B*, плотно зажимающие прут, пока шатун *P*, соединенный с эксцентриком на валу, толкает ползун *Q*, движущийся в направляющих *R* и *R'* и приводящий в действие выдавливающий пуансон. В этой машине можно устраивать вертикально друг над другом два или три выдавливающих инструмента, комбинируя их с двумя или тремя комплектами матриц, в которые последовательно вводят нагретый прут.

Длину шатуна *P* можно по желанию изменять винтом с запирающим механизмом.

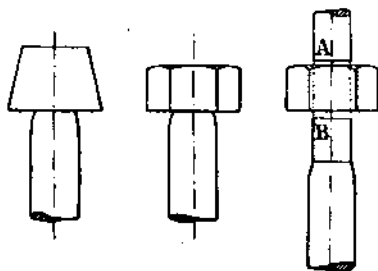


Рис. 1231 — 1233.

Для предупреждения последствий слишком большого усилия или перегрузки, механизм рычагов *N* и *O* снабжают предохранительным болтом *U*, который при перегрузке срезается. Кроме того, на ползуне *M* устанавливается компенсатор Уильцина (Wilzin), ограничивающий максимальное давление в направлении выдавki. Машина имеет также предохранительное фрикционное сцепление на случай неправильного действия педалью *E*.

Машина имеет ножницы *S* с упором *T* для отрезка заготовок определенной длины. Машину можно снабдить приспособлениями для выделки из прута одной комбинированной отрезной и высадочной операцией болтов, винтов и заклепок в количестве до 1000 штук в час, обрабатывая одновременно 5—6 изделий при одном нагреве.

Эта машина отличается своей прочностью, простотой и абсолютной надежностью работы всех ее частей.

Производство шайб.

Шайбы нормального типа, служащие опорами для головок винтов, заклепок, болтов и т. п. (рис. 1234) обычно выделывают из полосы со скошенными концами, свертывая ее и сваривая концы.

Шайбы точно так же вырезают из железных листов небольшими дыропробивными машинами.

Упругие стальные шайбы (рис. 1235), служащие опорой для гаек и предупреждающие расхождение частей, вырезают из по-

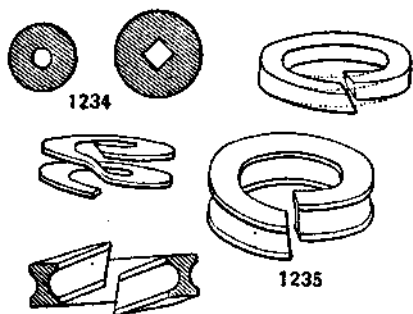


Рис. 1234 — 1235.

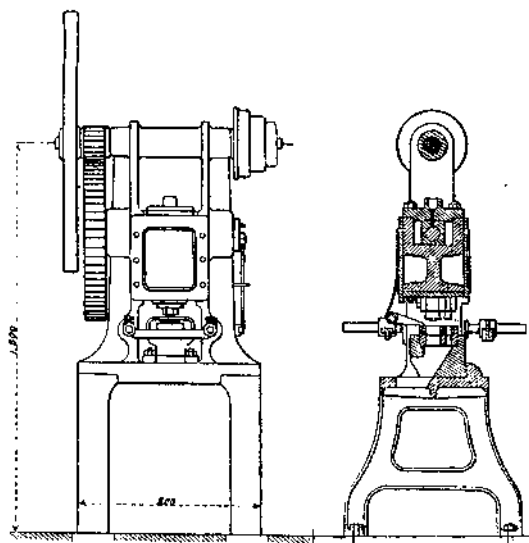


Рис. 1236 — 1237.

лосы металла, свернутой спиралью на оправке специальной машины. Если шайба состоит из нескольких витков, соединенных изогнутыми частями (рис. 1234), то полосы наматывают вокруг вращающейся оправки с винтовой дорожкой, после чего снимают шайбу при продольном перемещении оправки. Шайбы слегка закалывают для увеличения упругости стали.

В главе о производстве рессор и пружин мы приведем способы изготовления специальных шайб.

Для производства вырезных шайб пользуются полосами, отрезаемыми от обрезков листов. Ширина этих полос превышает наружный диаметр шайб на несколько миллиметров. Точно так же пользуются обручным железом или специально прокатываемыми полосами.

В прежнее время шайбу сперва вырезали пуансоном, а затем помещали в матрицу и выбивали отверстие. Шайба снималась с пуансона экстрактором. Таким образом, требовалось две операции. В настоящее время операция производится машиной с двумя пуансонами (рис. 1236 и 1237), действующими одновременно по двум разным шайбам. Сперва в полосе пробивается отверстие, после чего полоса проходит под пуансон большего диаметра, выбивающий шайбу с вполне концентричным отверстием, в то время как первый пуансон выбивает в полосе следующее отверстие.

Машина дает от 30 до 35 шайб в минуту. Обрезки составляют приблизительно две трети от веса заготовочных полос.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Т О М II

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ.

Г Л А В А I.

Обработка отливок и пакетов.	стр.
Прессование болванок в жидком и тестообразном состоянии	9
Обжим отливок в изложницах на прокатном стане	15
Центрифугирование отливок	15
Сравнение процессовковки и прессования отливок	16
Обработка железных криц	19
Молоты дляковки криц	19
Прессование криц	23
Продольная прокатка криц	26
Поперечная прокатка криц	29
Сварка железных пакетов	33
Прокатка отливок	38
Блуминг-трио с чередующимися ручьями	41
Блуминг-трио с переменными расстояниями между валками	42
Разрезка и обрезка блюмов	50

Г Л А В А II.

Производство сортового железа и катаной проволоки.

Ковка квадратного и полосового железа	53
Прокатка полосового железа	55
Пакеты для прокатки квадратного железа	56
Ручьи для прокатки квадратного железа	57
Прокатка полосового железа	65
Стан-трио с перестановочными кольцами	68
Универсальные станы для прокатки полосового железа	69
Станы непрерывного действия или сквозные станы	70
Холодная прокатка полосового железа	75
Прокатка полосового железа в жидком и тестообразном состоянии	77
Прокатка полосового железа из бракованных рельс и профилей	78
Винтовая прокатка полосового железа	81
Производство прутьев продольной разрезкой полосового железа	82
Правка полос	83
Прокатка полос полигонального сечения	83
Ковка круглого железа	84
Прокатка круглого железа	84
Холодная прокатка круглого железа	88
Винтовая прокатка круглого железа	88
Чистовая отделка круглого железа	89
Протяжка круглого железа через волоочильные доски	90
Прокатка круглых прутьев и проволоки	90

Петлевая прокатка проволоки	91
Комбинированный проволочно-прокатный стан	99
Проволочно-прокатная установка Гаррета	100
Сквозной проволочно-прокатный стан системы Бедсона	102
Сквозной проволочно-прокатный стан системы Комера	104
Проволочно-прокатная установка завода American steel and Wire Co. Rankin (Pa).	112
Холодная прокатка проволоки	114
Одновременная прокатка нескольких проволок	114

Г Л А В А III.

Волочение проволоки.

Отжиг проволоки	125
Последовательная протяжка проволоки через несколько волоочильных отверстий	126
Непрерывная протяжка проволоки	127
Непрерывная закалка стальной проволоки	130
Гальванизация проволоки	131
Производство цинковой проволоки	131
Протяжка проволоки между роликами	131
Производство проволоки разрезкой и протяжкой	132
Разрезной и профилирующий проволочный стан	135
Производство проволоки из жидкого металла	135
Производство литой прессованной проволоки	135

Г Л А В А IV.

Прокатка фасонного железа.

Прокатка простейших профилей	139
Прокатка двутаврового железа	139
Прокатка двутавровых балок особо крупных размеров	143
Прокатка крестового железа	146
Прокатка таврового железа	150
Прокатка углового железа	152
Прокатка зетового железа	155
Прокатка швеллерного или коробчатого железа	155
Прокатка корытного железа	156
Прокатка железа Зореса	158
Прокатка карнизного железа	158
Прокатка профилей специального назначения	158
Прокатный стан системы Flotat для фасонного железа	163
Прокатка полых балок	166
Правка и обрезка фасонного железа	167
Сгибание фасонного железа	167
Прокатка фасонного железа с переменными сечениями	168
Производство фасонного железа в жидком, тестообразном или холодном состоянии	168
Протяжка фасонного железа через волоочильные доски	172

Г Л А В А V.

Производство листов.

Ковка тонких оловянных, свинцовых, латунных, медных, алюминиевых листов	176
Прокатка листов в твердом состоянии	178
Прокатка листов в жидком и тестообразном состоянии	180
Прокатка свинцовых листов	183
Производство листов свинцовых процессом выдавки	183
Производство свинцовых листов спиральной разрезкой болванок	184
Производство медных листов	185
Прокатка цинковых, латунных и алюминиевых листов	185
Прокатка котельных листов из черных металлов	188
Прокатка котельных листов из стали и литого железа	188
Прокатка котельных листов из сварочного железа	190

	стр.
Правка котельных листов	191
Прокатка кровельного железа	192
Производство кровельного железа по Уральскому способу	193
Листопрокатные станы	194
Универсальный листопрокатный стан системы Билей и Адамс	196
Листопрокатный стан допель-дуо завода Forges de l'Norme	198
Листопрокатный стан-трио системы Вельмана	199
Прокатка изогнутых листов	207
Производство штампованных листов	208
Гофрирование металлических листов	208
Подольный гиб гофрированных листов	210
Гофрировка крупными волнами	211
Дисковые вальцовки для гофрирования листов	211
Производство ребристых листов	213
Производство вафельных листов	213
Производство гофрированных листов протяжкой через волочильные доски	214
Изготовление сеток разрезкой и растяжкой листов	214

Г Л А В А VI.

Производство сельскохозяйственных инструментов, ножевых и скобяных изделий.

Производство кованых лопат и заступов	216
Производство лопат прокаткой	217
Стан-трио для прокатки лопат	218
Производство лопат с цельнотянутой трубкой	219
Производство заготовок лопат с полкой головкой	220
Производство заготовок лопат с двумя перьями	220
Производство заготовок лопат с полым гребнем	221
Окончательная обработка трубок лопат	221
Производство вил	222
Производство вил прокаткой	223
Производство пахотных орудий	225
Производство и закалка кованых кос	226
Производство кос прокаткой	227
Производство вырезных кос	229
Производство топоров	229
Производство кирок	230
Ножевое производство	231
Ковка штыков	231
Прокатка холодного оружия	232
Производство цельнотянутых ножен	233
Производство рашпилей и напильников	234
Машина для одновременной насечки четырех напильников	238
Производство пил	239
Скобяное производство	241
Производство скоб	242
Машина длягиба колен	242
Производство изоляторных крюков	243
Производство стремянных скоб	244
Производство тормозных подвесок	246
Производство конских подков	246
Производство подков процессом Сибю	250
Производство алюминиевых подков	253
Производство подков с язычками	253

Г Л А В А VII.

Гвоздильное производство.

Производство насеченных гвоздей	259
Производство кованых гвоздей	260
Производство гвоздей прокаткой	263
Производство подковных гвоздей	264
Производство заготовок для подковных гвоздей	267
Гвоздильно-прокатный стан Фуллера	268

	стр.
Машина для производства гвоздей при электрическом нагреве	269
Производство крученых гвоздей	272
Производство гвоздей поперечной разрезкой полос	273
Производство гвоздей разрезкой полос с последующей прокаткой	275

Г Л А В А VIII.

Производство штифтов, костылей, клиньев и шпонок.

Производство костылей	278
Машина для производства шплинтов	280
Производство крюков	281

Г Л А В А IX.

Производство заклепок.

Заклепочная машина Гуэна	287
Обрезка заусениц	289

Г Л А В А X.

Производство винтов и болтов.

Производство шурупов для дерева	291
Шурупная машина системы Слоана	296
Производство глухарей	297
Молот (прессы) Венсана и Ле-Блана	300
Штампование и накатка резьбы на глухарях	300
Машина для накатки резьбы с четырьмя валиками	302
Производство болтов	308
Накатка резьбы болтов	314

Г Л А В А XI.

Производство гаек.

Машина Саина дляковки гаек	315
Производство шайб	321

Проф. К. КОДРОН

ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

В 3-х ТОМАХ

ОКОЛО 2000 СТРАНИЦ БОЛЬШОГО ФОРМАТА
С 4518 РИСУНКАМИ

ПЕРЕВОД С ФРАНЦУЗСКОГО
ПОД РЕДАКЦИЕЙ
ПРОФ. А. В. ПАНКИНА

УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЦЕНА ПО ПОДПИСКЕ
ЗА ТРИ ТОМА В КОЛЕНКО-
РОВЫХ ПЕРЕПЛЕТАХ 40 РУБ.

ПРИ ПОДПИСКЕ ВНОСИТСЯ ЗАДАТОК
В РАЗМЕРЕ 6 РУБ., ОСТАЛЬНАЯ СУММА
УПЛАЧИВАЕТСЯ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ.

При получении I тома 12 Руб.

" " II " 12 "

" " III " 10 "

ПЕРЕСЫЛКА ЗА СЧЕТ ПОДПИСЧИКА

Заказы и деньги направлять:

АКЦИОНЕРНОМУ ОБЩЕСТВУ

МОСКОВСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО „МАКИЗ“.

= Москва, „6“, Цветной бульвар, 25. Телефон 32-21. =

ИЛИ ПЕРЕДАВАТЬ УПОЛНОМОЧЕННЫМ, СНАБЖЕН-
НЫМ СООТВЕТСТВУЮЩИМИ УДОСТОВЕРЕНИЯМИ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
МОСКОВСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАКИЗ»

МОСКВА

1 9 2 9

ХАРАКТЕРИСТИКА

труда С. Codron „Procédés de Forgeage dans l'Industrie

в 3 томах.

Предлагаемый к изданию труд представляет совершенно исключительную по богатству и современности содержания и в то же время по ясности изложения книгу.

Он захватывает целиком всю область горячей обработки металлов во всем ее промышленно-заводском разнообразии.

„Современные методы и оборудования для горячей обработки металлов“. **Первый том** представляет изложение вопросов, касающихся изменения формы без изменения количества материала. Здесь дается полное теоретическое освещение деформации металлов при обработке давлением, протажкой, гибом и кручении. Сюда входят процессыковки под молотами, прессами, в матрицах и без них, прокатка, операциигиба на бульдозерах и скручивания. Следует обратить внимание на исключительную полноту, простоту и ясность изложения всех теоретических вопросов о деформации нагретого металла под давлением и посредством удара. Подобного освещения, можно утверждать, не имеется ни в английской, ни в немецкой, ни в американской литературе.

Наряду с теорией мы встречаем изложение многочисленных опытов в областиковки, прокатки, протажки, еще не опубликованных. Ценность их исключительна, так как они дают целый ряд самых необходимых коэффициентов к теоретическим формулам. Вместе с этим книга иллюстрирована ясными и схематическими чертежами и описаниями тех машин-орудий, которые применяются для упомянутых деформаций: молоты, прессы, станы, бульдозеры самых новейших конструкций.

Второй том носит характер более заводский и промышленно-экономический. Здесь разбираются важнейшие и современные методы обработки листов, литых болванок, пакетов, протажки проволоки круглой и фасонной, протажки брусьев фасонного сечения, изготовление листов кровельного, котельного железа и т. п. Далее описывается производство лопат, киркомоты, грабель, кос, каменотесного инструмента, штыков, лопатников, пил, подков, топоров, болтов, подковых гвоздей, фундаментных болтов, крючков, петель, костылей, закладок, шурупов, винтов посредством накатки и гаек. Нет ни одной области кузнечно-штамповального дела ни одного изделия массового обиходно-крестьянского, с.-х., инвентаря, каменотесного, железарматурного дела и деталей для связи частей машин, которая бы не была разобрана основательно в этом томе.

Особенный интерес представляют для практики современные методы прокатки под электрическим нагревом, непрерывной прокатки и прокатки тестообразного полужидкого металла.

Если второй том посвящен описанию производства средней, мелкой железодельцательной и индустрии, носящей заводский полукустарный и кустарный характер, то третий том касается крупного машинного железодельцательного производства.

Здесь мы встречаемся с производством валов и осей всевозможного назначения: трансмиссионных, железнодорожных, автомобильных и, главным образом, кривошипных валов; далее идет описание производства рельс различных сечений, вагонных колес и вообще колес разных сечений, автомобильных колес, багдажей, стальных кабелей, цепей, рессор; далее изложено производство труб различными методами, производство котлов и сосудов, горячая часть производства артиллерийских орудий, сваряядов, броневых плит.

Все три тома имеют объем около 100 печатных листов. Рисунки выполнены весьма отчетливо и без затеяющих конструкций деталей.

Труд премирояв и вышел уже вторым французским изданием. Богатство и разнообразие содержания, как теоретического, так и практического, обеспечат труду Codron'a широкое распространение среди учащихся и учащихся во ВТУЗ'ах, среди заводских работников самых разнообразных промышленности: крупной металлообрабатывающей, средней и мелкой полукустарной.

Нужно заметить, что горячие цеха наших заводов отнюдь не могут похвастаться совершенством постановки и дела; поэтому наши поковники, штамповки и другие изделия кузнечно-штамповального цехов стоят дорого. Особенно значение книга будет иметь для сельскохозяйственного машиностроения и для вагоно-паровозостроения, а также для автомобилестроения, для военной промышленности.

В труде Codron'a имеются подробнейшие сведения о всех новейших методах горячей обработки металлов. Наряду с этим известно, что труды по горячей технологии металлов наших авторов имеют 15—20-летнюю давность (Кнабе, Гавриленко и друг.).

Перевод этого классического труда на русский язык можно принять без натяжки делающим эпоху в литературе этой области.

Простота и ясность изложения делают книгу доступной всякому лицу, получающему среднее образование. Весь материал доступен также всякому мастеру, технику, пожалуй лишь за исключением I тома, но и для него нужно знание лишь элементарной математики.

Проф. А. Панкин.

Москва, январь 1929 г.

Моск. Мех. Инстит. им. М. В. Ломоносова.

СОДЕРЖАНИЕ

ТОМ I.

Теоретические и экспериментальные основы процессов горячей обработки металлов.

Глава I.

- I. Процессы действия машин-орудий.
Классификация.
- II. Процессы обработки прессованием
Усилия сжатия.
Энергия сжатия.
- III. Центробежное сжатие.
Эффект сжатия.
- IV. Воздействие местным давлением.
Влияние толщины предмета и величины поверхности давления.
- V. Опыты над сжатием.
Влияние скорости.
Влияние высоких температур.
Сжатие при постоянном максимальном давлении и переменной температуре.
Энергия сжатия различных металлов.
Значение тягучести.
- VI. Прессы.
Прессы Витворта.
Прессы Дви, 4000 тонн.
Прессы Делаттр и Ко.
Пресс Об-ва Горн и Бюир.

Глава II.

- I. Процессыковки ударами.
Закон подобия при ковке.
Влияние массы и скорости молота.
Влияние массы наковальни.
Опыты над влиянием веса наковальни.
Механическая энергия молота.
Полезное действие молота.
- II. Исследование явлений удара.
Опыт над загонкой стержня в кольцо.
Ручной молот.
Лобовой молот.
Опыт над падением бабы с переменных высот.
Сравнительные опыты над ударом и сжатием.
Опыты Ковалонга.
Опыты Шомиенна.
Опыты над повторными ударами.
Отношение затрат энергии для сжатия свинца и стали при вишнево-красном нагреве.

Опыты над повторными ударами той же бабой при различной высоте падения.
Те же опыты при весе бабы 30 кг.
Опыты над повторными ударами латуни.
Опыты над повторными ударами по железу.
Сравнительные опыты над сжатием и повторными ударами по медным цилиндрам.
Сравнительные опыты над сжатием и повторными ударами по свинцовым цилиндрам.
Сравнительные опыты над сжатием и ударами возрастающей силы по трубчатым свинцовым цилиндрам в 40 мм. высотой.
Сравнительные опыты над сжатием, ударами возрастающей силы и повторными ударами постоянной силы.
Опыты над сжатием и ударами возрастающей силы по свинцовым трубчатым цилиндрам высотой 20 мм.
Сравнительные опыты над сжатием, ударами возрастающей силы и повторными ударами постоянной силы.
Опыты над сжатием и повторными ударами по трубчатым железным цилиндрам.
Опыты при красном и вишнево-красном нагреве.
Общие замечания по опытам над медленным сжатием и ударами.
Сравнительная мощность молота и прессы.

III. Молоты.

Механические молоты.
Воздушные молоты с атмосферным давлением.
Паровые молоты.
Гидравлические молоты.
Гидравлический молот Аллена.

Глава III.

- I. Общее приложение различных процессов прессовки иковки.
Сбивание и обжимка криц.

I. Вытяжка.

Энергия для вытяжки.
Инструменты и орудия для вытяжки.
Обжимка.
Выглаживание.
Выравнивание.

III. Высадка.

Опыт над высадкой с оправками и матрицами.

IV. Работа на оправках.

V. Ручная штамповка.

VI. Ковка в матрицах.

Работа в матрицах под молотом.

VII. Клепка.

Давление при клепке.
Клепальные машины.
Клепальные молоты „Аллен и Редер“.
Клепально-ропочные машины.
Клепальные машины Ле-Брюнна с фрикционными дисками.
Паровые клепальные машины.
Клепальные машины Кука.
Клепальные машины Гузи.
Гидравлические клепальные машины.
Гидравлические клепальные машины прямого действия.
Переносные гидравлические клепальные машины.

VIII. Процессы сварки.

Электрическая сварка.
Ацетиленовая резка.

IX. Пробивка отверстий, отрезка,

насечка и накатка.

Отрезка зубилом и ножницами.
Циркулярные ножницы.
Параллельная разрезка.
Опыт резки зубилом.
Опыт резки ножницами.
Резка косыми лезвиями.
Резка круглыми лезвиями.
Резка циркулярной пилой.
Равновесие циркулярной пилы.
Резка гладкими дисками.
Насечка.
Накатка.

Глава IV.

Прокатка.

I. Продольная прокатка.

Системы прокатных станков.
Деформации болванки при прокатке между гладкими валками.
Механическая работа прокатки.
Энергия при прокатке.
Захват валками.
Способ расчета работы при прокатке.
Опыты над прокаткой.
Опыты над прокаткой между валками диаметром 100 мм, с последовательным обжимом в 3,7-мм. свинцовых брусков, сечением 20 × 20 мм.
Сравнительные опыты прокатки между валками разного диаметра.

II. Поперечная прокатка.

Прокатка с электрическим нагревом.

III. Геликондавальная прокатка.

Глава V.

I. Процессы протяжки.

Правка протяжкой.
Протяжка и сжатие.
Протяжка через матрицу.
Одновременные протяжка и прокатка.
Проволочноволоочные станки.
Давление и работа протяжки через волокни.
Опыты над протяжкой через волокни
Влияние диаметра.
Влияние трения.
Влияние скорости.
Сравнительные опыты над протяжкой меди, латуни, железа, свинца.
Опыты и протяжки давлением.
Опыты над протяжкой через волокни с пропускной оправкой.

Глава VI.

I. Процессы гйба.

Гйб, складка.
Гйб коленом.
Гйб валками.
Станки для гйба полос.
Трехвалковые вальцы для загйбки.
Станки для гйба листов.
Вертикальные станки для гйба.
Гйб в матрицах.
Гйб листов судовой обшивки.
Гйб труб.
Гйб на оправке.
Гйб протяжкой через матрицу.
Энергия при гйбе.
Гйб двумя сжимающими валками и одним направляющим.
Гйб валками в несколько пропусков.
Опыты над гйбом валками.
Испытание станков для гйба листов завода в Фивес-Лилль.
Станок для гйба котельных листов Менье и К°, в Фивес-Лилль.
Правка и выпрямление.
Правка металлической проволоки.
Навивка.
Фальцовка и циковка.
Закатка фальцев.
Сложная складка.
Выдавка.
Выдавка молотом на фигурных оправках.
Эстампирование на листах.
Усилие при выдавке поверхности листов.
Опыты над выдавкой.
Токарнодавильные операции.

Глава VII.

Процессы скручивания.

Глава VIII.

I. Термические обработки нагретом и охлажденном.

Изменения формы и размеров.

Закалка, отпуск и отпуск.
 Двойная закалка.
 Повторные закалка и отпуск.
 Исследование влияния закалки, отпуска
 и отпуска на микрофотографиях.
 Алюотрпия железа, критические темпе-
 ратуры нагрева и охлаждения.

Алюотрпия железно-углеродистых сплавов или сталей.
 Влияние закалки.
 Отпуск и отжиг.
 Сталь с содержанием других примесей
 кроме углерода.
 Закалка шпатем.

Т О М П

Заводские производственные процессы горячей обработки металлов.

Глава I.

- I. Обработка болванок и пакетов.
 - Прессование в жидком и тестообразном состоянии.
 - Прессование болванок между цилиндрами.
 - Центрифугирование болванок.
 - Кованные и прессованные болванки.
 - Сбивание криц.
 - Молоты дляковки криц.
 - Прессование криц.
 - Прокатка криц.
 - Сварка в крицы мелких железных обрешков.
 - Сварка крупных железных обрешков в пакеты.
 - Первичный обжим болванок.
 - Станы трио с переменными ручьями.
 - Станы трио с сближаемыми вальками.
 - Обрезка прибылей.
 - Ковка полос. Полосы квадратного сечения и плоские.
 - Прокатные полосы.
 - Пакеты из железного лома для прокатки.
 - Ручьи для прокатки пакетов.
 - Прокатка плоских полос.
 - Станы трио с переставляемыми кольцами.
 - Универсальные станы для плоских полос.
 - Станы для непрерывной прокатки.
 - Холодная прокатка лент.
 - Прокатка полос в тестообразном состоянии.
 - Обращенная прокатка полос.
 - Гелькондальная прокатка плоских полос.
 - Производство прутьев разрезкой полос.
 - Правка полос.
 - Полосы полугонального сечения.
 - Круглое штампованное железо.
 - Продольная прокатка круглого железа.
 - Холодная прокатка круглого железа.
 - Гелькондальная прокатка круглого железа между цилиндрами.
 - Калибровка круглого железа.
 - Производство прутьев протяжкой.
 - Протяжные полосы.
 - Прокатка круглого железа.
 - Станы микет.
 - Прокатка болванок в прутья.
 - Стан для прямолинейной непрерывной прокатки.
 - Стан Капера для непрерывной прокатки.

Проволочный стан.
 Холодная прокатка проволоки.
 Одновременная прокатка нескольких проволок.

Глава II.

- I. Протяжка проволоки.
 - Проволочное производство.
 - Отжиг.
 - Многokратная одновременная протяжка.
 - Непрерывная протяжка.
 - Непрерывная закалка стальной проволоки.
 - Гальванизация проволоки.
 - Цинковая проволока.
 - Протяжка проволоки через роликовые вальки.
 - Производство проволоки спиральной разрезкой листов и протяжкой.
 - Прокатные станы для спиральной разрезки и протяжки проволоки.
 - Изготовление проволоки непосредственно из жидкого металла.
 - Машина Левассера.

Глава III.

- I. Прокатка профилей.
 - Простейшие профили.
 - Двутавровые балки.
 - Усиленные двутавровые балки.
 - Крестовое железо.
 - Тавровое железо.
 - Универсальный прокатный стан для таврового железа.
 - Угловое железо.
 - Угловое железо с равномерными полками.
 - Зётовое железо.
 - Коробчатое железо.
 - Желобчатое полукруглое железо.
 - Карнизное железо.
 - Прокатка специального железа.
 - Прокатные станы Флота для профильного железа.
 - Полые бруски.
 - Правка и обрезка торцов.
 - Гнутые полосы.
 - Прокатка полос различной формы разных сечений.
 - Прокатка профилированных полос тестообразным и холодном состоянии.
 - Выдавка профилированных полос (процесс Дика).

Глава IV.

I. Изготовление листов.

Жесть.
 Прокатка тонких листов.
 Прокатка тонких листов.
 Листовое полированное железо.
 Прокатный стан с двумя парами валков или дубль-дуо.
 Непрерывная или полунепрерывная прокатка листов.
 Прокатка листов в тестообразном состоянии.
 Литые и прессованные листы.
 Свинцовые листы.
 Свинцовые листы, процесс сжатия и истечения.
 Разрезные свинцовые листы.
 Медные листы.
 Цинковые, латунные и алюминиевые листы.
 Железные и стальные листы малой, средней и большой толщины.
 Листы из литой стали или железа.
 Пакеты для изготовления листов.
 Правка листов.
 Прокатные листовые станки.
 Универсальный прокатный стан Билена и Адама.
 Прокатный стан с двумя парами валков дубль-дуо.
 Листовые станы трио.
 Изогнутые листы.
 Штампованные листы.
 Гофрированные листы.
 Гиб на валках гофрированных листов с медными волнами.
 Гофрированные листы с крупными волнами.
 Станки с дисками для гофрировки листов.
 Ребристые листы.
 Протяжные гофрированные листы.
 Изготовление сеток разрезкой листов и разводкой полос.

Глава V.

I. Ножевое и скобяное производство.

Производство лопат и заступов ковкой.
 Производство лопат и заступов прокаткой.
 Стан трио для прокатки лопат.
 Изготовление лопат с цельнотянутой трубкой.
 Изготовление лопат с двумя перьями.
 Чистовая отделка трубки.
 Вилы.
 Катаные вилы.
 Земледельческие орудия.
 Механическое производство кос.
 Вырезные косы.
 Производство кирок.

ТОМ III.

Заводские производственные процессы горячей обработки металлов.

Глава I.

I. Оси, валы.
 Оси.
 Вагонные оси.

Производство мотыг.
 Производство режущих инструментов.
 Ковка штыков.
 Прокатка холодного оружия.
 Производство ножен без шва.
 Производство напильников и рашпилей.
 Машины для насечки напильников.
 Пилы.
 Скобяные изделия.
 Производство стяжных скоб.
 Производство изоляционных крюков.
 Производство стропильных скоб.
 Производство тормозных подвесок.
 Производство конских подков.
 Производство подков по способу Сибю.
 Холодная ковка алюминиевых подков.
 Производство подковных шипов.

Глава VI.

I. Гвозди и шпильки.

Рифленые гвозди или шпильки.
 Кованые гвозди.
 Производство прокатных гвоздей с ершом и насечкой.
 Подковные гвозди.
 Прокатный гвоздильный стан.
 Гвоздильный прокатный стан Фуллера.
 Гвоздильный станок с электрическим нагревом гвоздей.
 Крученые гвозди.
 Вырезные гвозди.
 Вырезные и прокатные гвозди.

Глава VII.

I. Шпильки, костыли, крючки и шпонки.
 Шпильки, костыли.
 Машина для изготовления шпильков.
 Прокатка крюков.

Глава VIII.

I. Производство заклепок.
 Машина Гуэна.

Глава IX.

Шурупы и болты.
 Шурупы для дерева.
 Машина Слоана.
 Машина Винченца и Ле-Блана.
 Горячая накатка резьбы.
 Станки для накатки резьбы с четырьмя цилиндрами.
 Болты.
 Накатка резьбы на болтах.

Глава X.

I. Гайки.
 Станки для ковки гаек Сайна.
 Шайбы.

Стальные оси.
 Трубочатые оси.
 II. Буксы осей.
 Валы.

Протяжка валов через волоки.
 Протяжной гидравлический стан Робертсона.
 Правка валов.
 Гидравлический правильный станок.
 Прокатка валов в жидком состоянии.
 Высадка заплечиков и электрическая наварка заплечиков.
 Полые валы большого диаметра.
 Валы и оси из трубчатых частей.
 Гибкие валы из стальной проволоки.

III. Рычаги.

Шатуны.
 Кривошипны.
 Коленчатые валы.

Глава II.

I. Траверсы.

II. Направляющие, вилки, кулисы.

Глава III.

I. Рельсы.

Стальные рельсы.
 Прокатка рельс в теснообразном состоянии.
 Полые рельсы.
 Обрезка рельс.
 Правка рельс.
 Рельсовые накладки.
 Шпалы.
 Полые траверсы.

Глава IV.

I. Колеса.

Дорожные экипажные колеса.
 Бандажи без сварки.
 Металлические дорожные колеса для сельскохозяйственных машин.
 Комбинированные железные и деревянные колеса.
 Прессы для сварки колес электрическим нагревом.
 Колеса со сварной ступицы, процесс Гарнье.

II. Железнодорожные колеса.

Колеса микст.
 Железные колеса.
 Сварные колеса.
 Колеса гнутые из полос.
 Колеса завода Лоретт.
 Производство втулок.
 Производство спиц.
 Монтаж колеса:
 Сварка колеса в матрице.
 Дисковые колеса.
 Дисковое колесо (процесс Арбелля).
 Процессы завода в С-т Этиенне.
 Колеса из листовых секторов.

III. Ребристые колеса.

Изготовление пакета колеса со спицами.
 Сварка диска.
 Прокатка колеса.
 Прокатный колесный стан Петин и Годв.
 Прокатный стан с четырьмя коническими валками.
 Прокатный колесный стан Риттенхауза.

Процессы завода С-т Шамон.

Стальные колеса.

Навивка колес из полос, процесс Жиберы.

Процесс Андера.

Ковочные процессы завода в Фирмини.

Дисковые колеса из литой стали прессованные и закаленные.

IV. Бандажи для железнодорожных колес.

Штампованные бандажи.

Литые стальные бандажи.

Высадка бандажей методом Кеннеди.

Стальные прессованные бандажи.

Прокатные бандажные станы.

Прокатный стан Гентильсталь.

Прокатный бандажный стан Вилкерса.

Прокатный стан Лонгриджа.

Прокатный стан Муитона.

Калибровка бандажей прессованием.

Различные части колес.

Глава V.

I. Металлические кабели.

Машины для кручения металлических кабелей.

II. Колючая проволока.

Сетка.

Машина Томе для изготовления металлических сеток.

Противоминные сети.

Глава VI.

I. Петельные цепи.

Цепи с восьмерочными звеньями.

Обыкновенные цепи с клепанными звеньями.

Цепи со сварными звеньями.

Электрическая сварка звеньев цепей.

Цепи без сварки.

Стан Киндера для штамповки цепей без сварки.

Цепи с выдавленными звеньями.

Подвесные крюки и гайки.

Кошки и якоря.

Якорь Мартена.

Глава VII.

I. Рессоры, пружины.

Листовые рессоры.

Эксцентриковый стан для прокатки рессорных листов.

Рессоры Клиффа.

Спиральные рессоры.

Геликоидальные рессоры.

Пружинные рессоры с двойным копусом.

Пружинные шайбы.

II. Буферные коробки и буфера.

Обыкновенные буфера.

Глава VIII.

I. Трубы и трубки.

II. Клепанные трубы.

Трубы клепанные по образующей.

Штамповки фитингов.

Трубы из вытяжных лент.

II. Сварные трубы.

Сварные трубы по образующей.
Обжим бортов.
Гиб железных труб.
Гиб труб вальками.
Гиб на оправке и на прокатном стане.
Стан для свертывания труб из полос.
Сварка труб.
Направляющая оправка.
Стан для свертывания и сварки.
Протяжка сварных труб.
Трубы из спирально свернутых лент.
Сварка труб трением.
Трубы из нескольких лент в накрой.
Машины для электрической сварки труб.
Нагрев электрическим током.
Резьбистые прокатные трубы.

IV. Цельнотянутые трубы.

Протяжка муфт.
Трубы с канелюрами.
Прокатка труб на оправках.
Непрерывная прокатка.
Трубы, изготовленные прокатно-протяжным методом.
Конические трубы.
Прокатка на сердечнике.
Прокатка фасонных труб посредством осадки.
Прокатка труб в тестообразном состоянии.
Прокатка труб из болванок.
Прокатка с оправкой.
Глухие трубы.

V. Изготовление труб пуансированием через матрицы.

Матрицы для пуансирования труб.
Поверхностная отделка труб.
Выдавка труб на вращающейся оправке.
Производство медных труб электролизом.
Раскатка труб.
Правка труб.
Станки для правки труб с вращающимися дисками.
Колена и замесвики.
Гибкие колена.
Гибкие трубы.

Глава IX.

I. Сосуды.

Клепаные сосуды.
Сварные барабаны.
Волнистые жаровые трубы.

Штампование волнистых труб.

Прокатные гофрированные барабаны без сварки.
Прокатные барабаны модель Делена.
Прокатные станы Делена для барабанов.
Сварные сосуды.
Штампованные сосуды.
Огневые коробки паровых котлов.
Производство бочек.

Глава X.

I. Цилиндры и поршни.

II. Поршни и поршневые скалки.
Скалки.
Поршни со скалками.

Глава XI.

I. Огнестрельное оружие.

Ружейные стволы.
Пневматические пушки.
Стальные пушки.
Прессование пушечных болванок.
Стальные литые цапфенные кольца.
Витые проволочные пушки.

II. Снаряды.

Гильзы.
Гранаты.
Обыкновенные гранаты.
Ковка 75-мм гранат на заводе American Schell and Co в Патербоне (Нью-Джерси).
Штампованные и прокатные гранаты.
Стальные снаряды кованные в жидком состоянии.

Глава XII.

I. Броневые плиты.

Железные плиты.
Прокатка стальных плит в тестообразном состоянии.
Прокатка тонких броневых плит.
Бронепрокатный стан Крезю.
Прокатка плит различной толщины.
Гиб плит.
Фасонный гиб плит.
Вспомогательные операции.
Процесс Гарвея.
Цементация поковки.
Закалка в свинце.
Закалка в глицерине и наштагере (процесс Фродосева).
Резьбистые плиты.