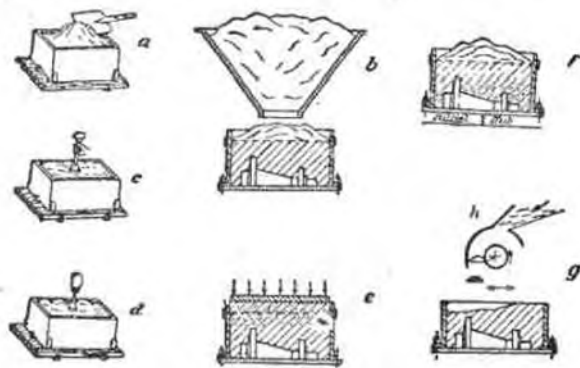


образно применение автоматических приспособлений для засыпки песка. На фиг. 1087 изображена схема различных методов уплотнения земли.

Прессованье дает наибольшую плотность песка в форме, поэтому удобно лишь для низких моделей, если модели не прессовываются в песок снизу. Для высоких моделей необходимы предварительные приспособления для прессования.



Фиг. 1087. Засыпка формы и утрамбовка земли.

а) Ручная засыпка, б) засыпка при помощи горшка, в) утрамбовка ручной колотушкой, г) утрамбовка пневматической колотушкой, е) утрамбовка вручную или механическим прессом, ж) утрамбовка встряхивателем, з) засыпка и утрамбовка при помощи центробежной силы, и) центробежная формовочная машина.

Ручная прессовка при помощи коленчатого и кривошипного прессы или ударного прессы.

Механическое прессование при помощи гидравлических прессы. Для чугуна 50 ат; для стального лития 100 ат; в Германии применяется почти во всех случаях. посредством пневматического поршня; применяется в Америке преимущественно перед другими системами. Применяется также прессование посредством винтовых и кривошипных прессы с электрическим приводом.

Встряхивание применяется особенно при высоких формах средних и больших размеров. Песок над модельной доской встряхивается в прикрепленной над ней опоке. На поршне укреплен стол с модельной доской, который приподнимается при помощи сжатого от 4 до 7 ат воздуха. Максимальный ход поршня 100 мм; большую часть применяют поршни со значительно меньшим ходом. При свободном падении получается удар о стыковую поверхность, вызывающий сотрясение. Число ходов 120/мин. Для встряхивания формы требуется, в зависимости от высоты опоки, от 15 до 50 ходов, из которых первый наиболее интенсивен, так как он уплотняет песок слоем от 10 до 20 мм. Постепенное уменьшение толщины слоя песка происходит во направлении к нижней опоки, что является желательным при литье, но требует дополнительного

утрамбовывания слоя песка в нижней опоки, особенно после того, как опоку приходится после встряхивания повернуть. Для того, чтобы избежать дополнительной утрамбовки, в настоящее время для опоки средних размеров применяются, соединенные в один прибор, встряхиватели с прессами. Сначала встряхивают, а затем обратную сторону формы пресуют. При больших встряхивателях применяются приспособления для смягчения ударов, благодаря чему толчки амортизируются в машине, так что удары не сообщаются близлежащим формам.

Центробежные стакны ¹⁾. Земля доставляется непрерывно горизонтальным ленточным конвейером в воронку центробежного станка, помещающуюся на конце приводимого в движение посредством электромотора рычага длиной в 3 м, быстро вращающегося, благодаря чему подаваемая земля спускается в небольшие плотные комки, лежащие в стоящую на модельной доске формовочную опоку. В минуту таких комков падает от 1000 до 1500, так что опока в 1 м³ наполняется в 3 до 8 мин. Формовщик проводит головку машины по плоскости опоки, при чем скорость, с которой это происходит, имеет влияние на плотность земли. Независимо от величины опоки, этот метод даже для больших опоки не требует дополнительной утрамбовки.

Трамбовка ведется посредством трамбовок с механическим приводом, которые, в количестве от 4 до 16, пружинно укреплены в движущемся вверх и вниз кольце. Она применяется исключительно при изготовлении форм для труб. Соединение нескольких приспособлений в одну формовочную машину делает наблюдение за установкой очень сложным; наблюдение за такими машинами достигается легче всего по методу Прусбергера ²⁾.

Формовочные машины для изготовления внешних форм.

1. Машины для ручной трамбовки: а) формовочные машины со съемной опокой и вертикальным ходом; б) формовочная машина со съемной опокой с приспособлением для боковой выемки (горшколообразные машины); изготовляет сердечники и оболочки как одновременно, так и порознь; в) машины с вращающейся модельной доской, подъем вращающейся доски ручной, гидравлический, электрический; опускание формы с модельной доски ручным или гидравлическим способом; г) поворотные формовочные машины; е) вытяжные формовочные машины (ручной подъем или механический).

2. Ручные прессы: а) машины без приспособления для съемки модели; б) машины с приподнимающим штифтом (обыкновенное или двустороннее прессование); в) машины с вращающейся модельной доской; г) вращающаяся формовочная машины (вся машина вращается — Бонвилли); е) вытяжные формовочные машины.

3. Механические прессы: а) формовочная машина со съемной опокой [обыкновенное прессование, простое или двойное машины (пресс обслуживает две модельные плиты), двойное прессование и двустороннее пресс-

¹⁾ Die Giesserei 1924, стр. 665.

²⁾ Geiger, Handbuch II, стр. 140.

соване), в) формовочная машина с поворотной доской, с) формовочные машины с поворотным приспособлением, д) вытяжные машины.

4. Машина для встряхивания: с приспособлением для смещения ударов и без него: а) встряхивание скатым воздухом, б) при помощи электричества, с) при помощи трансмиссии.

5. Центробежные формовочные машины: а) стационарные, б) перемещаемые, с) тракторные, д) локомотивные, е) с бункерами.

6. Машины для утрамбовки форм для груб. Машины, указанные в п. 4, работают в соединении со съемными поворотными досками, указанными в п. 5, из которых для германских условий применяются обозначенные буквами б) и с), соединенные с машинами с приподнимающим пиффом и гребенчатой с направляющей доской. Обе последние машины не являются частью центробежной машины, но работают вместе с ней в качестве ручных машин со съемными приспособлениями.

Кроме машин, упомянутых в п.п. 1-6, имеется еще большое количество формовочных машин особой конструкции, как напр., формовочные машины с поворотным столом, с тремя, или больше, малыми модельными досками, расположенными по окружности горизонтально вращающегося вокруг вертикальной оси стола, телескопическая машина для формовки ремешных шкивов, заключающая в себе до 10 моделей ремешных шкивов, которые устанавливаются по отдельке на различной высоте, так что шкивы различных диаметров могут формоваться одной машиной и др.

7. Формовочные машины с делительными моделями образуют, как и машины для формования зубчатых колес, особую группу и строятся как машины с формовочным столом со съемными формами— или формовочные машины на колонне. Они служат исключительно для производства форм для зубчаток в окнах, имеющих форму шаблона, при посредстве вращающегося рукава, перпендикулярно связанного с делительной моделью, для зубчатых колес—горизонтально с подвижной моделью для шлемок зубчатых колес, с которым зубчатый обод утрамбовывается в одной кольцевой форме.

Машины для формовки сердечников (шпшек).

Призматические или цилиндрические сердечники трамбуются ручным способом в перпендикулярных мешинках коробках и выталкиваются оттуда механически при помощи поршней.

Чистильные станки с ручным приводом снабжены металлическим разделенным ящиком, половина которого снимается с утрамбованного сердечника сбоку. Набивочная машина служит для приготовления призматических и цилиндрических сердечников посредством выдавливания материала при помощи вращающегося червячного кольца через мушкет, при чем все это червячное устройство работает как козловая или бычья машина. Система Кнюттеля делает возможным применение модельных досок на машинах для прессования сердечников, работающих ручным или гидравлическим способом. Для производства сердечников большого размера применяются также сотрясательные приборы, способствующие успешному выниманию моделк из окна.

Таким образом получаем следующую спецификацию.

1. Машины для выдавливания сердечников.

2.	..	..	снимания	..
3.	..	..	набивания	..
4.	..	..	прессования	..
5.	..	..	встряхивания	..

Вспомогательные приспособления. Для быстрой очистки модельных плит после изготовления половины формы служат продувные краны, снабженные рукавами, присоединенными к воздухопроводу. Вибраторы со сжатым воздухом или электрические укрепления на модельных плитах и служат для освобождения моделк от земли при вынимании ее. Часто автоматическое выключение и включение.

Автоматическая подача земли для больших формовочных машин является необходимым условием экономной работы, так как прилипание от руки огромных онок очень утомительно, требует значительного количества людей и очень длительно. Формовочная машина является средством для механизации литейной; она необходима для поднятия производительности, и является залогом удешевления продуктов литейной.

В. Ковочные машины.

Под ковкой, в широком смысле этого слова, понимается всякое изменение формы, вызванное прямым или косвенным давлением. В более узком смысле ковка обозначает придание формы действующими призматическими молотами и прессами¹⁾. Машины этого рода (молоты и прессы) описаны ниже, в п.п. б) и с), стр. 809 и сл. (Протяжные прокатные устройства, см. „Горный Hütte“, в п. же а) описаны все явления и процессы, относящиеся к деформации под давлением.

а) Явления, сопровождающие изменение формы металла под давлением.

Основания для числовых расчетов см. т. I, отд. 2, стр. 349.

Ниже приняты следующие обозначения:

F —давление в кг.

f, F —сечение формы в mm^2 .

k_f —сопротивление при изменении формы в kg/mm^2 .

μ_1, μ_2 —коэффициенты внешнего и внутреннего трения ($\mu = 0,2$ до $0,4$; $\mu_2 = \text{около } 0,5$).

1. Изменение формы под непосредственным давлением. Осаживание и клепка (фиг. 1088).

М а ш и н ы: Для более тяжелых работ—гидравлические прессы; для средних работ—парные молоты; осаживание головок и фланцев ковальными машинами; более легкие работы прессы Вензеля.

Специальные прессы, напр., ковальные машины для проковки головок болтов. Клепка при помощи пневматических молотов, гидравлических клепальных машин, фрикционных или колесчатых прессы.

Величина осадки h во избежание изгибания $< 2,5 d$.

При свободной осадке давление P при любом сечении f :

$$P = f k_f \cdot [1 + (1:3) \cdot \mu \cdot (d:h)] \dots \dots \dots (1)$$

¹⁾ См. Plastische Gestaltung, Maschb. V. Bd. 1926 г., стр. 106.

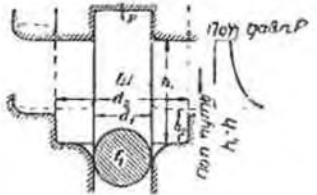
При осадке в штампах для получения острых краев давление P_{2d} следует принять равным:

$$P_{2d}' > 1,5 P_2 = 1,5 f_2 k_f \cdot [1 + (1:3) \cdot \mu \cdot (d_2 : h_2)] \dots (2)$$

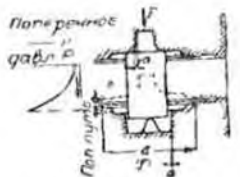
Для коочных машин штампы чаще всего закрыты, из трех частей однако открытые штампы более удобны для обслуживания.

При горячей клевке для достижения хорошего образования головок, плотного прилегания листов и полного зашлифывания стержней заклёпок для ковкого литого железа:

$$P = 75 \text{ до } 100 f_1 (f_1 \text{—сечение стержня в мм}^2)^{1/2} \dots (3)$$



Фиг. 1088.



Фиг. 1089.

Штамповна²⁾ (фиг. 1089).

Машины: Для железа и стали применяют, в первую очередь подающий молот (фиг. 1089), реже паровые молоты. Для мягких металлов, главным образом, фракционные прессы.

Конечное давление P при открытом штампе сечения f и при осадке h :

$$P = f k_f \cdot [1 + (1:3) \cdot \mu \cdot (d : h)] \dots (4)$$

(для закрытого штампа см. Осаживание). Кривая давления дает характеристику изменения давлений согласно фиг. 1089. Потребная работа A для литого железа при общей поверхности O (мм²) по Гофмейстеру:

$$A \approx 25 O \text{ (в кгм)} \dots (5)$$

Штампы для железа и стали открытые, для мягких металлов—закрытые в состоянии из нескольких частей. Для открытых штампов рекомендуются заусенцы (выступы), согласно фиг. 1089. Копуэность (α) стенок штампа в верхнем штампе 7°, в нижнем до 5°. Толщина выступа 2—5 мм. Поднимаемые части у молотов помещаются в верхней части штампов, у прессов в нижней.

Для уменьшения изнашивания штампа и потерь на заусенцы очень важна предварительная штамповка. Предварительная форма штамповки выбирается выше окончательной, так что материал при осадке стекает

¹⁾ По Р. Бауман, «Напряжение листов при клевке». Mitt. Forschungsarbeiten, тетрадь 252 (1922) при хорошо приращенных листах $P = 65 \text{ до } 80 \cdot f_1$ для получения, легко поддающихся клеванию, головок. Излишнее высокое давление заклёпок вылетит наружу листов.

²⁾ Литература: Гофмейстер, «Проектирование, изготовление и применение коочных штампов и прессов», Werkst.—Technik 1921, стр. 1.

в штамп. (Сравни, Изменения тел при истечении материала). Сложные предварительные формы готовятся под паровыми или воздушными молотами. Часто целесообразно применить соответствующие профили, подготовленные вальцовкой.

Вытяжка¹⁾ (фиг. 1090).

Машины: Паровые гидравлические прессы, паровые и пневматические молоты (ковка см. фиг. 1102, 1103 и 1104).

Вытяжкой называют ряд следующих операций осадкой с перемещением l_d и осадкой h_1 и h_2 , при чем вытесненный материал течет вперед и назад, и лишь незначительно по ширине. Давление P при ширине обрабатываемого предмета b будет

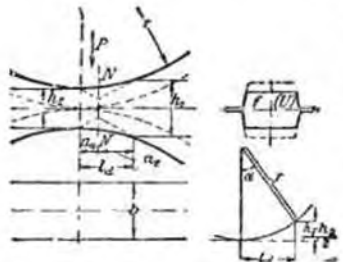
$$P \approx b l_d k_f \cdot [1 + (\mu l_d : 2 h)] \dots (6)$$

Расширение бруска Δb зависит от подачи штемпеда и вычисляется:

$$\Delta b \approx l_d \cdot (\sqrt{h_1 : h_2} - 1) \dots (7)$$

и прекращается при повороте бруска при последующем прохождении на 90°.

Для достижения лучшей вытяжки более выгодны узкие закругленные штемпеда. Боек для сглаживания—более широкий и плоский. Круглый предмет подвергается вытяжке штемпедем соответствующего размера. При изменении формы ковкой из различных сечений производится отделение материала посредством полей различной формы, трехгранных или круглых. Таким же способом производится оно у изделий подлежащих ковке в штампах. Для достижения высоких качеств материала необходимо достаточно проковать изделие. При предметах больших размеров сечение должно обрабатываться до тех пор, пока оно не достигнет одной трети сечения болванки.



Фиг. 1091.

Прокатка²⁾ (фиг. 1091).

Машины: прокатные мастерские (см. Горный Hütte).

Прокатываемая болванка силой трения втягивается в ручьи вальки и получает вытяжку.

¹⁾ Литература: Швейсгуг, «Ковка и прессование» и «Свободная ковка», Берлин, изд. Шарнхера.

²⁾ Литература: Горный Hütte, изд. 3, стр. 6, табл. «Прокатка и калибровка вальцев».

Обозначают:

 $l_d \approx \sqrt{r(h_1 - h_2)}$ — закругленная длина бруска в мм, $F = b l_d$ — проекция поверхности давления в мм^2 , $h_p = 2f$; U — высота трения в мм (f — сечение ручья, U — дуга касания), $K_f \approx k_f \cdot [1 + \mu(l_d : 2h_p)]$ — сопротивление изменению формы в $\text{кг}/\text{мм}^2$, $P = FK_f$ — давление вала в кг.

Тогда

$$P = b l_d k_f \cdot [1 + \mu \cdot (l_d : 2h_p)] \dots \dots \dots (8)$$

Опережение вызывается стеканием вытесненного в направлении прокатки материала.

Обозначения:

 $\varphi = \sqrt{(h_1 - h_2) : r}$ — угол захвата вала, $n = a_e : a_n = 1(\varphi : 2) + \mu : [(\varphi : 2) - \mu]$ — отношение зон стекания, $m_x = 1 : (n + 1)^2$ — опережение.

Тогда опережение в прокатанном материале по отношению к окружности вала выразится в %

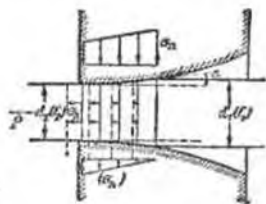
$$v = m_x \ln(h_1 : h_2) \cdot 100 \dots \dots \dots (9)$$

Поперечное расширение получается соответственно из уравнения \dots \dots \dots (7)

$$\Delta b \approx l_d \cdot (\sqrt{h_1 : h_2} - 1) \dots \dots \dots (10)$$

2. Изменение формы через посредствующее давление. Протяжка проволоки и штаг¹⁾ (фиг. 1092).

Машины: Для протяжки проволоки — волочильные станы с приводным барабаном, для прокатки тонких проволоки — многократные волочильные станы, для протяжки штага — волочильные станы с бесконечными цепями.



Фиг. 1092.

Обрабатываемый предмет протягивается силой P через отверстие, преодолевая сопротивление изменению формы и трению, и получает сечение f_2 на сечении f_1 . Коэффициент трения незначителен, благодаря смазке ($\mu = 0,1$ и менее).

$$P = -f_2 k_f \ln(f_1 : f_2) \cdot [1 + \mu \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{tg} \alpha)] \approx -(f_1 - f_2) \cdot k_f \cdot (1 + \mu \cdot \text{ctg} \alpha) \cdot (11)$$

Распределение напряжения по сечению в действительности происходит неравномерно. Наиболее сильное напряжение возникает в центре, и неравномерность его увеличивается с увеличением конусности отверстия. Во избежание разрыва материала, этот угол несомненно на большие потери от трения, выбирается очень малым и для литого железа он составляет $\text{tg} \alpha = 1:6$ до $1:8$, для стали $\text{tg} \alpha = 1:10$ и меньше. Поток материала определяется формой сечения отверстия.

¹⁾ Литература: Горный Институт изд. 3, отд. 6, R. P a r t e r, „Essai sur le tréfilage, изд. (Laine); П. E i c k e n a П e i d e n h a i n, „Плавильные скорости металла и т. д.“ Stahl u Eisen 1924, стр. 1687 и след.

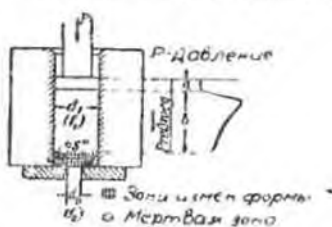
Прокатка (по методу Дяка¹⁾) (фиг. 1093).

Машины: Большею частью горизонтальные гидравлические прессы.

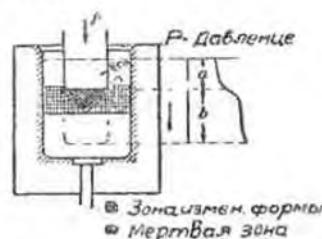
Материал (не продукты железа), чаще всего круглые болванки, вводится в приемник, проходит через штемпель и сдавливается в матрице. Металл течет через щель определенного сечения (мертвая зона сбоку отверстия). Давление P , находящееся под влиянием трения стенок, показывает характеристику согласно фиг. 1033 и определяется без учета потерь трения штемпеля по формуле

$$P = f_1 k_f \cdot [(1 + 2\mu) \cdot \ln(f_1 : f_2) + (4\mu h : d_1)] \dots \dots \dots (12)$$

Течение материала определяется формой матрицы. Выдавливание углублений²⁾ (фиг. 1094).



Фиг. 1093. а — перед осаживания, б — перед давлением.



Фиг. 1094.

Машины: гидравлические прессы. Для более легких работ по металлу, кроме железа, применяют коленчатые прессы.

Материалом, большею частью, служат четырехгранные болванки. Деформационная щель образуется стенками матрицы и поверхностью увеличенного перед штемпелем скользящего конуса (мертвая зона перед штемпелем). На фиг. 1094 изображена диаграмма давления прессы P , которое определяется без учета потерь на трение поднимающегося материала между штемпелем и матрицей по формуле

$$P = F k_f \cdot \left[\ln \frac{h}{F-f} \cdot (1 + 2\mu) + \frac{1}{3} \mu \frac{d}{h} \frac{f}{F} + \mu \frac{d}{D} \frac{f}{F-f} \right] \cdot (13)$$

(D , $[F]$ и d , $[f]$ — диаметры для сечения матрицы и штемпеля, h расстояние от дна). В уравнении (13) второе слагаемое представляет влияние дна, третье — влияния стенок. Стеkanie материала определяется кольцевой щелью.

Протяжка труб (фиг. 1095 и 1096).

Машины: Для труб значительных размеров первичная протяжка на сердечнике через 1 или 2 вала на гидравлическом прессе лезвочного типа, с той же температурой, что при пробитии дыр, дальнейшая прокатка на сердечнике волочильного станка, протяжка для уменьшения диаметра трубы при той же толщине стенки производится на щельном волочильном стане. Легкая протяжка на эксцентриковом прессе.

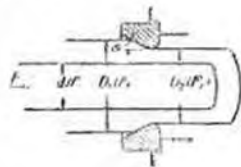
¹⁾ Литература: Z. d. V. d. I. 1918, стр. 281, Ш л e й e c y г.
²⁾ Литература: Гофман „Гидравлические прессы и исследование процесса работы при обработке стальной болванки в закрытой матрице“, Берлин 1912, Юл. Ш п р и н г е р.

При протяжке сплава P вычисляется (не учитывая трения сердечника) по формуле

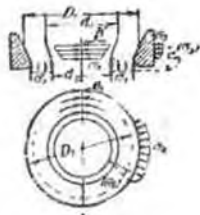
$$P = (F_2 - f) \cdot k_f \cdot \ln \frac{F_1 - f}{F_2 - f} [1 + \mu \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha)] \approx \\ \approx (F_1 - F_2) \cdot k_f \cdot (1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha) \dots \dots \dots (14)$$

Угол прокатки α , во избежание срезаания, не больше 15—25°. Истечение материала определяется формой матрицы.

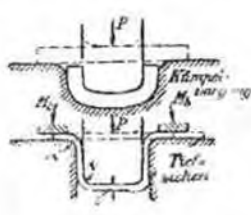
При протяжке без уменьшения толщины стенок отсутствует сердечник. Истечение материала происходит под действием силы (см. Механика пластических тел, т. I, отд. Механика), вследствие образования силового поля согласно фш. 1096 определяется статически, так как толщина стенок s остается без изменения.



Фиг. 1095.



Фиг. 1096.



Фиг. 1097.

$$P = (F_2 - f_2) \cdot k_f \cdot \ln \frac{F_1 - f_1}{F_2 - f_2} [1 + \mu \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha)] \approx \\ \approx (D_1 - D_2) \pi s k_f \cdot (1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha) \dots \dots \dots (15)$$

Угол протяжки, как при прокатке труб ($\alpha = 15 - 25^\circ$).

Штампование (фиг. 1097).

Машины: Для самых тяжелых процессов штампования (броневая плита, днища паровых котлов) гидравлические прессы, для более легких работ применяются винтовые прессы. Штампование с вытяжкой производится на волочильных станках, у которых в большинстве случаев винты приводятся в движение от кривошипа, а винтовые приспособления вращаются диском. Более легкие работы производятся на винтовых прессах.

При штамповке и вытяжке изменение формы производится одновременно с выдавливанием одновременно. У предметов незначительной толщины вдавливание производится за счет сгибания, так что для силы P получается следующее уравнение:

$$P = \pi D_2 s k_f \ln (D : D_2) + P_b + P_v \approx \pi \cdot (D - D_2) s k_f + P_b + P_v \dots (16)$$

где D и D_2 обозначают диаметр поддеформируемого штамповки или протяжки тела, P_b и P_v обозначают приближенные величины сопротивлений трению и изгибу. Эти сопротивления при протяжке могут быть приняты равными 150% давления для изменения формы (Е. Рюмпап, Штампование и вытяжка при обработке листового железа⁴, Mitt. Forschungsarb. вып. 277 (1926), так что для силы прокатки может быть принято:

$$P \approx 2.5 \pi \cdot (D - D_2) s k_f \dots \dots \dots (17)$$

Распределение напряжений аналогично распределению напряжений при протяжке (фиг. 1096), так как толщина стенок остается приблизительно без изменения. При очень узких улансонах эффективный расход энергии значительно превышает теоретический.

3. Изменения формы, вызываемые изгибом: изгиб, правка, изгиб бортов.

Машины: Для тяжелых работ по изгибу и правке применяются гидравлические прессы. Для правки профильного и брускового железа—станок для правки (см. Горное дело, изд. III, отд. 6, Прокатные установки) и эксцентриковые прессы. Для изгибания и тому подобных частей—кривошипные прессы горизонтально действующие (горизонтальные машины, стр. 819). Для легких работ по изгибанию (вагонки и хомуты) применяются винтовые прессы. Для работ по загибанию бортов применяются эксцентриковые прессы.

Расход энергии при процессе изгиба см. отд. Механика пластических тел, I т., отд. Механика, стр. 354.

Штамповка и вытяжка при низкой температуре, см. выше.

4. Резка (отрезка, очистка, вырезка).

Машины: для наиболее сложных работ по резке и очистке применяется гидравлический пресс; для обыкновенных работ—эксцентриковый пресс (стр. 818).

Для параллельно идущих лезвий сила P , необходимая для срезаания, при длине среза l и толщине среза s , определяется уравнением:

$$P = l s k_s \approx l s k_f \dots \dots \dots (18)$$

В этом уравнении k_s обозначает сопротивление срезаанию, которое приблизительно равно k_f . Значение k_f см. Механика пластических тел, т. I, отд. 2, стр. 352. Для вырезки круглых дыр, диаметром d , эта формула принимает следующий вид:

$$P = \pi d s k_s \dots \dots \dots (19)$$

При резании листов, установленным под углом, верхним ножом, получаем давление ножа на поверхность листа Π силы в сечении среза (применяя обозначения, согласно фиг. 1098):

$$P = 0.5 \cdot b_s \cdot r \cdot k_f = 0.5 \cdot b_s \cdot s \cdot k_s = s^2 k_s \cdot (k_s : k_f) \cdot \operatorname{ctg} \beta \operatorname{ctg} \gamma \dots (20)$$

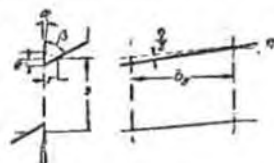
Во избежание потерь на трение, срезающая площадь имеет угол α от 5 до 10°, у ножей—2° к направлению резания. Угол резания β ножа равен 75° и угол γ верхнего ножа при резании листов—от 8 до 10°.

в) Молоты.

Кинетическая энергия молота превращается здесь в работу деформации (давление \times величину деформации).

Обозначим:

- A — кинетическая энергия удара в мкг ,
- A_f — переданная работа изменения формы в мкг ,
- A_v — потери, вызванные действием удара в мкг ,
- A_r — потери от трения в мкг ,
- G — вес бабы в кг ,



Фиг. 1098.

$\omega = G : g$ — масса бабы в $\text{kg sec}^{-2} \text{m}^{-1}$,
 v — скорость скачка в m/sec ,
 A — ход свободно падающего молота в m ,
 G — вес наковальни в kg ,
 m_s — масса наковальни $= G : g$ в $\text{kg sec}^{-2} \text{m}^{-1}$.

Имеем следующее соотношение:

$$A = m_s^2 : 2 = Gh - A_1, \dots \dots \dots (1)$$

и предполагая совершенно неэластичный удар, получаем:

$$A_1 = A \cdot [m_s : (m + m_s)] \text{ и } A_2 = A \cdot [m : (m + m_s)] \dots \dots \dots (2) \text{ и } (3)$$

Для того, чтобы потери от удара не были велики и во избежание обратного удара при легких наковальнях, вес наковальни берут от 12 до 20-кратного веса бабы, что соответствует потере 8—5%. Уничтожение потерь от удара при работе двух, ударяющихся друг о друга, баб одинакового веса предусмотрено только в некоторых конструкциях (напр., четырехударные молоты). Уменьшение потерь от удара, от применения больших фундаментов для наковален и при наковальнях, состоящих из нескольких частей, достигается хорошим соединением отдельных частей наковальни. Последние обыкновенно делаются с ласточкинским хвостом и кливом. Эластические подкладки между наковальней и фундаментом применяются для уничтожения передачи слишком сильных ударов на почву¹⁾.

В качестве инструментов для изменения формы применяются либо плоские бойки, либо штампы. Также и здесь происходит укрепление в бабе или в наковальне, большую часть с ласточкинским хвостом и кливом.

1. Рычажный (хвостовой) молот. Область применения: гидравлические хвостовые молоты применяются для вытяжных и точных отделочных работ, машинные молоты — для легких вытяжных работ.

Баба большей частью закрепляется на деревянном бруске, качающемся вокруг цапфы. Привод посредством схватывающего кулачного вала, действующего на головку молота (лобовой молот), или на рукоятку между цапфой и головкой (молот с прямым ударом), или на продолжение рукоятки сзади цапфы (хвостовой молот). Гидравлические молоты бывают всех трех вышеописанных типов. Машинные молоты бывают только с приводом последнего типа.

Для того, чтобы вызвать отбой, применяют деревянные или железные отбойные пружины и резиновые буфера (молот Вадлен). У хвостовых молотов рукоятка служит пружинным приспособлением. Поэтому нельзя провести строгую границу между рычажным и пружинным молотом.

Вес бабы гидравлического молота 200—750 kg , при 100—50 ходах в минуту, и высота подъема от 30 до 100 cm . Для машинных молотов число ударов достигает 200—400 в минуту при максимальном весе бабы в 100 kg и подъеме 30—50 cm .

2. Пружинный молот. Область применения: легкие вытяжные работы. Привод кривошипом. Ведущей для бабы является параллельная стойка,

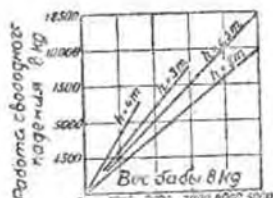
реже рукоятка или цапфа. Между кривошипом и бабой включена пружина. Продуктивная работа возможна, если число свободных колебаний пружинистой системы равно количеству оборотов кривошипного привода (резонанс: см. т. I, отд. Техническая физика, принудительные колебания). Пружина рассчитывается согласно с этими данными. Регулирование числа и силы ударов производится изменением числа оборотов привода. Для регулирования силы ударов эксцентриситет кривошипного вала делается иногда переменным. Вес бабы $G = 30$ до 100 kg . Число ударов $n = 300$ до 200 ударов в минуту. Потребная мощность $N = 0,03$ до $0,04 G \text{ P.S.}$

3. Молот с падающей бабой. Область применения: ковочная и штамповая. При движении бабы на обрабатываемый предмет действует только ускорение силы тяжести, в то время, как приближение производится или вследствие вращивания каната (молот с намоткой валиком барабаном), или вследствие захвата поднимающего приспособления посредством непрерывно вращающегося шкива при помощи трения (фрикционный молот), или приближением каната посредством ролика, перемещаемого паром или давлением воздуха, а также и под непосредственным действием пара или воздуха на поршень (подъемник для молота с падающей бабой).

При всех конструкциях баба движется по легко переставляемому, расположенному на самой наковальне направляющему квадратного сечения, что делает невозможным смещение верхнего и нижнего штампа. Это обстоятельство и то преимущество, что при штамповочной работе здесь может быть достигнута определенная точность формования массы переломочного механизма при ударе, так как подъемный механизм при падении не испытывает никаких нагрузок, делает эту конструкцию молота для ковочной и штамповой работы удобной. Штампы укрепляются часто регулируемыми винтами. Вес наковальни почти равен 20-кратному весу бабы. Область кузнечных работ и производительность молота с падающей бабой графически изображены на фиг. 1099 и 1100.



Фиг. 1099.



Фиг. 1100.

Молот с наматывающим барабаном. Наматывающий барабан приводится либо самостоятельно, либо подъемный орган вращивается при помощи движущейся дуги на свободный барабан (Масеви). Барабан и дуга соединены с трансмиссионным валом соответствующим образом для достижения соответствующего времени подъема, или приводятся в движение крыльчатым молотом с паровым, либо воздушным приводом. Захватные кулаки и действующие подобно им муфты — непригодны, так как они передают бабе полную скорость подъема, чем вызываются удары, повреждающие подъемный механизм и привод. Механически действующие

¹⁾ Ф. А. Шкойдер, «Фундаменты», Maschinenbau, т. V (1926), стр. 116 и сл.

фрикционные муфты более легко регулируются, но требуют большей частью чрезвычайной большой силы сцепления, поэтому в последнее время применяются фрикционные муфты, работающие сжатом воздухе.

Фрикционный молот. Подъемный механизм представляет собой деревянную доску или ремень. Молоты с доской имеют вес бабы до 500 кг и высоту подъема, не превосходящую 2,5 м, так как в этом случае давление фрикционного шкива будет очень велико и от удара место соединения доски с бабой испытывает слишком большое напряжение. При подвижном производится двумя роликами, нажимающими с силой P на доску или ремень, при чем один шкив или оба имеют свой привод.

Если обозначим:

- P — силу нажима в кг,
- G — вес бабы в кг,
- K — силу подъема в кг = или $> G$ (ускорение силы тяжести),
- μ — коэффициент трения.

Тогда $K = \mu P$ (один ролик во вращении) или $= 2 \mu P$ (два ролика вращаются) (4)

Значение трения μ между деревом и железом, см. т. I, отд. Механика, I, табл. 5, Согласно этому μ может быть вато от 0,3 до 0,4. Для фрикционных молотов с доской $\mu \approx 1$ m/sec.

Ременный фрикционный молот готовится для бабы весом до 2000 кг. Соотношение сил ременного привода см. стр. 285 и след. Для ременных молотов может быть принято:

$$K = P\epsilon^{\alpha} = 4 \text{ до } 10 P, \dots \dots \dots \epsilon$$

соответственно $\alpha = \pi$ и $\mu = 0,4$ до 0,7.

Подъем ремня со шкива при падении возможен только у легких молотов.

У тяжелых молотов движение каната P производится не ручным способом, а при помощи укрепленного на рычаге шкива, прижимающего подъемный механизм к диску. Сила нажима — см. уравнение (4).

- Ширина ремня $b_p = 0,3 \text{ до } 0,4 G + 75 \text{ мм.}$
- Окружная скорость диска $v = 1,5 \text{ до } 2,5 \text{ м/сек.}$
- Высота подъема $h = 2 \text{ до } 4 \text{ м.}$

Привод должен иметь мощность $N_{\text{полн}} = Gv : 75 \text{ P. S.}$, при условии поглощения возникающих торможений энергией вращающейся массы.

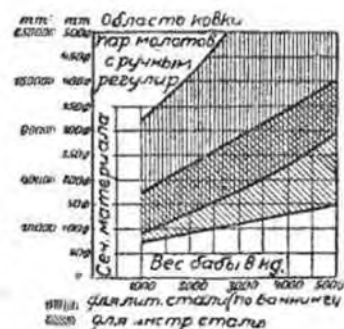
Подъемник молота о падающей бабой. Для придания бабы весом более 1500 кг употребляют большей частью подъемник с паровым или гидравлическим приводом. В качестве подъемного механизма служит поршень, соединенный с бабой или канатом (Беше и Грос), или тонким штоком (Эй м у к о).

В первой конструкции проволочный канат, пружинно прикрепленный к стойке, движется посредством шкива, приводимого в движение поршнем, второй конец каната обходит неподвижный шкив и прикрепляется к бабе. Так как подъем поршня при таком устройстве составляет только $\frac{1}{2}$ подъема бабы, вся конструкция несколько утолщена; однако, вследствие противодействия, при ударе может произойти некоторое ослабление каната, что влечет за собой потерю в 5 до 10%. Вторая конструкция, вследствие необходимости для достижения хорошего действия удара большой высоты подъема, — очень пыльная, но зато здесь не приходится иметь дело с большим износом каната, особенно вероятным при незначительном уходе.

В обоих случаях очень важно присутствие широкой выхлопной трубы, так как при повышении давления падает. Расход пара и воздуха — неблагоприятны, так как работа производится с наполнением в 100%.
Вес бабы до 6000 кг. Высота подъема от 2 до 3 м.

4. Паровой молот. Область применения: кузнечные фасонные работы (конструкция а) работа по вытяжке (конструкция а, б и с — быстроходный молот) ковка в штампах (конструкция а и с).

Привод при помощи поршня со штоком, соединенным пальцоу с бабой. Поршень движется сжатым воздухом, или паром, вверх и вниз. Цилиндр покоится на двух станинах, где укреплены и направляющие для бабы. Станины, помимо особой конструкции, устанавливаются на фундаменте, отдельном от фундамента наковальни. В последнее время предлагается упругое укрепление фундамента станины на выложенном в виде лестницы фундаменте наковальни. Распространение звука уменьшается посредством сделанного вокруг фундамента воздушного зазора. Части станины соединены между собою стяжными анкерными кольцами или пружинными болтовыми креплениями, при чем смещение невозможно, благодаря вложенным клиньям. Поршень, шток и баба у малых молотов сделаны часто из одного куска, у больших же молотов изготавливаются из отдельных кусков. Поршень навивчивается на шток или укрепляется при помощи конуса и гайки с предохранителем. Баба насаживается или при помощи конуса (M a c c e й), или укрепляется муфтой. Шток подвергается напряжению на растягивание и сжатие, и момент же удара — на продольный изгиб, действием силы ввертца массы поршня, поэтому изготавливается из высококачественного материала, как, напр., хромо-никелевая сталь с содержанием 0,2 до 0,3 % С, 2 до 3% Ni, 0,6 до 0,8% Cr, или из марганцевой стали с содержанием 0,4 до 0,5% С и 0,8 до 1,2% Mn. Распределительным устройством служат вентили и золотники. При паровой установке очень важно устройство водоспускных приспособлений на подводных паровых трубах и в цилиндре. В пневматических установках, в большинстве случаев, имеет место предварительный подогрев воздуха отходящим теплом до 200°.



Фиг. 1101.

Давление пара свыше 12 ат. применяется редко, так как слишком подвергается ударам. Использование отработанного пара весьма мало. Вес наковальни — 15-ти кратному весу бабы.

Паровой молот с ручным управлением (а). Вес бабы, в большинстве случаев, 1000 кг и выше. Наибольшая из построенных конструкций с бабой — весом в 125 т. Область применения согласно фиг. 1101. Станины, большей частью, сделаны с колоннами из листового металла, стоящими на дятах; сверху они связаны мостом, сделанным из корб-

чатых бабок, на которых установлены ребристые или полые стойки, поперечна и цилиндр. Конструкция с восо установленными стойками, связанными на поперечине в снизу якорями, дает преимущество статически определенного сооружения и устраняет разрыв системы и раздвигание фундамента. Для достижения равномерного расширения и с целью избежать потери на конденсацию, поперечина нагревается отработанным паром. Все молоты, кроме больших, работают верхним паром (над поршнем). Распределение пара—посредством приводных в движение от кулачкового вала впускного и выпускного клапана и установленного перед ними парозапорного клапана.

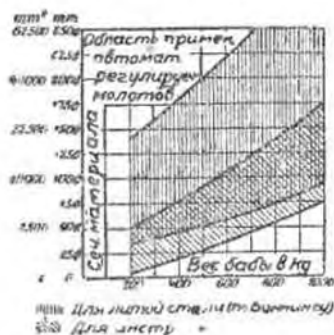
Подъем: 1 до 2,5 м.

Наибольшее количество ударов: 40 до 60 ударов/мин.

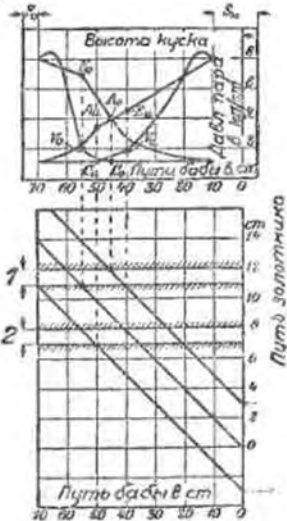
Диаметр поршневого штока: $d \approx 2 \sqrt{B}$ мм.

Паровые молоты с автоматическим распределением пара (в). Вес бабы до 1000 кг; редко больше. Область применения указана на фиг. 1102.

Станина, несмотря на особенность конструкции, сделана из ребристого или полуго чугуна. Для небольших молотов, по преимуществу встречается тип с одной станиной внизу, обхватывающей наковальню (легкая доступность), для более тяжелых молотов—уравновешенный тип с двумя станинами. Распределение, зависящее от движения бабы и работающее от



Фиг. 1102.



Фиг. 1103.

бабы через рычаг, рычажную муфту, эксцентрик, подкладку, систему рычагов—на поршневый золотник, при чем возвратная точка рычажной муфты (Ба и и и г), или система рычагов (Б р и и к м а и) переставляется эксцентриками и изменяет высоту подъема. Диаграмма работы золотника, согласно фиг. 1103; распределение пара улучшается игрой в системе рычагов; распределение золотниками (Ба и и и г). Дальнейшее усовер-

шенствование достигнуто применением отдельной, подводящей пар трубы для нижнего пара, понижением давления свежего пара перед впуском в золотник до давления, достаточного для подъема бабы (экономическое распределение).

Подъем H	= 300 до 600 мм.
Диаметр поршневого штока	$\approx \frac{1}{2}$ дим. наковальни.
Скорость при ударе v	= 4 до 8 м/сек.
Наибольшее потребление энергии при холостом ходе	= 0,04 до 0,05 P.S. (3 до 4 мк/сек).
Количество ударов n /сек	= 130 до 60.
Расход пара	= 20 до 30 кг/P.S. л.

Особые конструкции паровых молотов (в). Подъемники паровых молотов описаны в отд. б, 3 стр. 812 „Подъемник молота“.

Штамповочные паровые молоты, во избежание смещения между верхним и нижним штампом, имеют станину, помещенную на наковальне. Соединение между наковальней и стойками посредством зажимного кольца—целесообразно; надлежит употребить, во избежание ударов, кружачные винты. Стойки поставлены узко и снабжены для достижения точной работы, по возможности высокопускающей, прочной направляющей. Стойки сделаны из коробчатого или ребристого чугуна. Конструкция с одной стойкой получает особенно невыгодные напряжения и не рекомендуется.

Целесообразный вес наковальни = 20 до 25 \times вес бабы.

Вес бабы до 500 кг. Ручное распределение с золотниками или клапанами.

Быстроходный молот—это молот с автоматическим регулированием и чрезвычайно большим количеством ударов при небольшом подъеме и весе бабы. Распределение происходит, большей частью, при помощи поршня, который служит золотником. Высота подъема, поэтому, не поддается регулированию, так что такой молот выгоден лишь для мелких поковок (меньше 50 мм).

Вес бабы 100—200 кг; высота подъема 150 до 250 мм.

Число ударов в мин. 250 и больше.

5. Пневматические молоты Область применения: вытяжка, гредварительная ковка. Воздух подается от компрессора, составляющего часть самого молота; молот работает от этого компрессора. Особых регулирующих приспособлений не требуется. Регулирование силы удара происходит включением дроссельных приспособлений между компрессорным поршнем и поршнем бабы. Для регулирования один или два направляющих золотника соединяются с одним или двумя обратными клапанами. Таким образом, возникают следующие возможности распределения:

холостой ход (компрессор включен),

поднятие бабы (компрессор производит избыточное давление при помощи обратного клапана на нижней части поршня),

падение бабы (компрессор производит избыточное давление при помощи обратного клапана на верхней части поршня).

рабочий ход (компрессор работает на поршень бабы).

Поршень компрессора приводится в движение от кривошипа и либо работает в том же цилиндре с поршнем бабы, либо баба присоединена к качающемуся цилиндру, в котором движется поршень компрессора или,

наконец, цилиндр компрессора и бабы отделены друг от друга. Последнее устройство применяется чаще всего. Верхняя и нижняя части компрессора соединены с бабой при помощи вала, в котором помещается распределительное устройство. Поршень компрессора, большую часть, дифференциальный, с длинной направляющей и непосредственно захватывающим коленчатым валом. Поршень бабы или нормального типа, при чем баба имеет особые ведущие (Баннинг, Эймуко), или в виде пырля, причем сальник служит ведущей (Беше, Саксонский механ. завод, Эймуко). При последней конструкции размеры молота очень ограничены и применение его возможно только при малых и средних размерах установки (вес бабы до 500 kg).

Вес бабы $G = 30$ до 1000 kg.

Количество ударов $n = 150$ до 200 при легком, 100 до 150 при тяжелом молоте.

Коэффициент полезного действия — до 70%.

Потребная мощность — $N \approx 0,1 G P.S.$

Область применения, как и у автоматических регулируемых паровых молотов (фиг. 1162).

Особые конструкции, которые в основном имеют то же устройство, как и указанные выше, применяются для обработки листового железа иковки подкосных колес. Для выгибки особых сортов стали применяются молоты с большим количеством ударов; у них потери на лучевыпускание, при наличии охлаждающей рубашки, значительно уменьшаются.

е) Пресса.

У прессов, в противоположность молотам, сила давления возникает не от кинетической энергии, а путем механической передачи или гидравлической. Внутри системы происходит уравновешивание сил, так что силы, возникающие между обрабатываемым предметом и прессующими плоскостями, вызывают равные силы реакции в соответствующих частях привода и станины.

Соотношения сил, действующих в станине, более ясно выявляются, если станина состоит из двух колонн, связанных насадками, так как при этом колонны подвержены только растяжению, насадка же — изгибу. Такому расположению поэтому отдают предпочтение для тяжелых прессов, особенно для гидравлических прессов с давлением выше 500 t. Для станин в виде ворот, чугунных, или литой стали, это распределение сил теряет свое значение, так как выгибающие силы проявляются в боковых частях, и, кроме того, не принимаются во внимание, напряжение чугуна. Не менее часто эта конструкция применяется у прессов с механическим приводом, вследствие дешевизны ее изготовления (обыкновенная конструкция винтовых прессов). Крепость чугунного корпуса может быть еще увеличена анкерами. Станина формы С подвержена растяжению и изгибу, легко доступна, однако, для действия инструментов и легко может быть сделана вереносной (железная машина). Она встречается у эксцентриковых прессов, вожжип, штампов и гидравлических быстрходных прессов. Станины очень часто делают из стальных плит. Лучшее расположение станины применяется для особых целей (волоочные стали, гибочные станки, копочные машины).

Направляющие бабы пресса, ударника или салазок находятся на колонных станинах, или на особых направляющих плоскостях. При поточном, эксцентриском действии давления, направляющие часто сильно выгибаются, что при выборе размеров следует принимать во внимание. В таких конструкциях очень ценна возможность легкой замены изношенных частей и легкая регулировка направляющих брусьев.

Пневматические инструменты укрепляются посредством засточкина хвоста и клиньев в кованных прессах, у остальных же — винтами, хвосты которых и головки молотов укреплены в соответствующих гребнях в стеле и ударнике. У легких прессов штемпель укрепляется просто посредством шайбы и ударника.

1. Пресса с механическим приводом. Пресса с механическим приводом производит давление при помощи вивта или кривошипа (эксцентрика), в некоторых случаях кулачковым валом, причем давление пресса может быть увеличено силой ввертной массы и действием рычага.

Винтовые пресса. Ручные винтовые пресса применяются для легких просечных и вытяжных работ, обыкновенных фрикционных прессов для гибочных работ (изготовление магнитов), тяжелых штамповальных работ, вытяжных работ и работ по выгибанию (изготовление дуг), а также для изготовления металлических прессованных частей. Пресса Венса для работ по высадке (изготовление болтов, винтов и заклепок).

У небольших установок — ручной привод при помощи рычага загнутого вниз и сидящего на вивте; у больших — от особой конструкции, работающей от передачи при помощи конических барабанов, посредством надетого на вивт обшита кожей обода махового колеса, и двух сидящих на двигающемся валу фрикционных дисков. Во время, когда вал вращается от ременного шкива, приподнимание и опускание бабы производится попеременным нажимом диска на обод махового колеса. Вивт или весь принимает участие в движении бабы и ввинчивается в гайку, находящуюся в верхней насадке пресса (обыкновенный фрикционный пресс), или вивт не выполняет вертикального движения, а нажимающее приспособление поднимается и опускается при помощи укрепленной в станине рамы гайки, скользящей по вивту (пресса Венса). Эта рама или баба в обоих соединенных между гайкой и штампом подвергается во время давления сильному изгибу и поэтому делается из стали. Баба в прессах Венса работает при ударе снизу вверх, производя давление на укрепленный на нижнем конце вивта штамп. Действие силы происходит, таким образом, между бабой и вивтом, и станина не нагружена.

Стальной вивт снабжен квадратной врезкой (двухходовой или трехходовой) и скользит в гайке из фосфористой бронзы. Замена этих частей, а также хорошая конструкция подшипника очень важны для долговечности работы пресса. Расчет см. отд. Части машины.

Действие винтовых прессов, вследствие внезапного торможения вращающихся масс, имеет ударный характер.

Обозначим:

I — момент ввертной вращающейся массы в kgm^2 ,

$\omega = 2\pi n$ — угловая скорость вращающейся массы в начале давления в сек^{-1} ,

A — ввертная для штамповки в kg раны:

$$A = I\omega^2 \cdot 2.$$

Эта энергия превращается в работу, идущую на изменение формы. Энергией ударяющих масс по отношению к энергии масс вращающихся можно пренебречь.

Эксцентровый (кривошипный) пресс. Область применения обыкновенных эксцентриковых прессов: они употребляются для всех работ по высечке, пробиванию дыр, очистке и для более легких и мелких работ по протяжке. Особые конструкции применяются для работ по штампованию, клепке, осаживанию и волочению; правильные станины употребляются для выправления пружин и для винтов, болтов и гаек.

В более старых конструкциях кривошип работает часто с движущимся камнем и рамой, непосредственно перемещающейся в параллельных направляющих ударника. В новых конструкциях между кривошипом и ударником постоянно включается каретка шатуна, так как только такое приложение сил обеспечивает большое давление. Для легких работ часто применяется привод ударника при помощи ролика, на который давит эксцентриковый диск. У особенно больших прессов, изгибабельных прессов, пожим и прочего, привод производится от двух одинаково вращающихся, в большинстве случаев сидящих на том же валу, кривошипов. При большом количестве операций, производимых за один нагрев и на том же прессе, ставится большее количество ударников, расположенных рядом (многочисленные пресса, машины - молоты).

Привод эксцентрикового или коленчатого вала у прессов небольших размеров работает от ременного шкива, непосредственно насаженного на маховое колесо. При давлениях выше 40 т и у тихоходных конструкций применяется фрикционная передача. Рабочие ходы пресса следуют непрерывно один за другим, например, у правильных машин, — или же вся работа производится за один ход (у штампов, пожим и машин для снятия заусенцев и т. п.). В последнем случае привод работает с клинчатой муфтой, болтовой муфтой, кулачковой муфтой, освобождающими автоматический коленчатый вал после одного поворота от махового колеса или передачи. У кривошипных прессов между шатуном и ударником помещаются различные типы выходящих муфт: муфта с пальцем у прессов для срезания заусенцев и муфта с западающей шпонкой у коловочных машин.

Рабочая высота подъема ударника часто регулируется винтовым соединением на шатунах. Иногда эксцентриситет может быть перемещен. У тяжелых прессов, работающих с небольшим количеством оборотов, ударник уравновешивается противовесом и рычагом. У остальных удары усугубляются, по возможности, применением махового колеса. Так как подъем пресса является установленной конструктивной величиной, независимой от противодействующих сил, то очень важно иметь обеспечение на случай перегрузки (гидравлически или стянким соединительным болтом), однако, это очень трудно осуществимо. Независимо от особых названий, эксцентриковый пресс применяется, в первую очередь, для работ по снятию заусенцев, различного рода работ по высечке и штампованию, при которых ударник по окончании работы, свободно продолжает колебаться.

У многочисленных систем прессов с механическим приводом для осуществления давления предпочитают эксцентриковый привод и привод с кулачковым валом. Так рабо-

туют механические клепальные машины с давлением от эксцентрика, усиленным посредством коленчатого рычага. Волочильные станины имеют штемпель, приводимый от кривошипа, придержка же (для предупреждения подвеса листа) работает от кулачкового диска. У горизонтальных коловочных машин салазки высаживающего штампя, работающие от кривошипа, приводятся в действие коленчатым рычагом или шпонкой, перемещающимся по кривой ³⁾.

Коловочные машины для поковок головок болтов работают двумя взаимными колоками от двух эксцентриков и салазками, приводимыми в движение от главной кривошипа высаживающей машины; салазки, в свою очередь, двигают работающий к ним перпендикулярно штемпель.

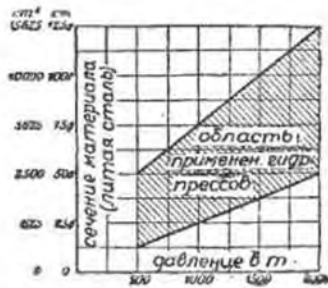
2. Гидравлические пресса. Область применения паро-гидравлических прессов в первую очередь: для коловочных работ, и виде чисто гидравлического пресса, тоже для коловочных работ, пробивки дыр, протяжки труб, гнба и т. п. (фиг. 1104).

Системы прессов. У гидравлических прессов давление производится действием воды на поверхность поршня. Только небольшие прессы до 500 т изготавливаются в виде пресса с одной станиной, со станиной в форме С. Более тяжелые конструкции снабжены верхней и нижней насадками, связанными колоннами, при чем колонны служат в качестве направляющих. В верхней пасалке укреплены цилиндры давления и обратного хода. В небольших установках они образуют вместе с насадкой один общий чугунный корпус. У кузначных прессов нижнее осло выдвигается гидравлическим способом. Диропробивные пресса снабжены особыми выкидными приспособлениями.

Для обратного хода и часто для холостой подачи при вертикальном расположении пресса приспособлены особые цилиндры. Изменение величин давления достигается применением большого числа цилиндров, могущих быть соединенными попарно и попарно. Вторым средством для этого является изменение гидравлического давления. Цилиндры обратного хода — укреплены попарно и симметрично вокруг главного цилиндра, укрепленного по средней оси пресса. Часто цилиндр для обратного хода располагается на главной оси, над и под главным цилиндром, откуда он, при помощи поперечной балки и двух стержней, действует на главную салазку.

Для развития усилия служит вода, подаваемая под давлением от 150 до 250 кг/см², которая служит одновременно и для обратного хода. В тяжелых конструкциях (выше 1000 т), во избежание больших размеров поршня, применяют более высокое давление (до 500 кг/см²). Цилиндры обратного хода питаются водой с давлением до 50 кг/см². Работа цилиндров обратного хода помощью пара встречается очень редко. Поршень главного цилиндра, и по возможности, и цилиндры обратного хода, делаются в виде шара, так как лишь при такой форме возможно достиженье достаточной плотности на скользящих плоскостях. (Об уплотнениях и салазках см. отд. Детали машин, салазки, стр. 93).

³⁾ См. А. Георг, Новые типы коловочных машин (Maschinenbau, 5 т. (1926), стр. 114).



Фиг. 1104.

Обыкновенно голова пресса (при холостом ходе) опускается, благодаря собственному весу и вследствие давления воды из высоко-расположенного резервуара или воздушного колокола. При развитии давления вода спускается на поршень. При обоих этих движениях вода устремляется из цилиндра обратного хода в трубы, наполняющие резервуар. При обратном ходе цилиндры находятся под давлением воды и при поднимании поршня вода, находящаяся над ними, устремляется в трубы.

Регулирование в большинстве случаев происходит при посредстве разгруженных клапанов, так как при заслонках вследствие ржавления уменьшается плотность. Тарелки клапана прижимаются при этом к седлу или давлением пружины, или давлением воды, и приподнимание происходит посредством соответствующих рычагов или кулачков. Клапан, включающий трубопровод главного цилиндра для наполнения водой, регулируется гидравлически небольшим аппаратом, действующим посредством воды или масла.

Давление воды равно 1,5 до 2 kg/cm^2 abs и достигается или посредством высоко расположенного бака, или соответствующих размеров воздушного колокола. Скорость воды в трубопроводах, выходящих под давлением, равна от 40 до 50 м/сек, в обратных трубах — 10 до 20 м/сек. Превышение этого предела ведет, наряду с большими потерями давления, к неравномерной работе пресса вследствие ударов воды.

Во избежание излишних обременений силами повышенный давления (см. Легкая машина, стр. 338), обратные трубопроводы следует особенно выбирать короткими и большого диаметра и включением воздушного колокола уменьшать ускорение; то же достигается применением нагнетательного поршня, принудительно работающего с главным поршнем. Для бесперебойной работы всей установки и особенно для распределения важно для наполнения пресса применять исключительно чистую воду, без примеси песка в других посторонних тел, чтобы избежать ржавления и засорения распределительного устройства в таких труб. Тем не менее всегда желательно устройство очистительной установки. Плотность всей установки тоже является важным фактором, так как предохраняет от завоза посторонних примесей вместе со свежей водой.

Рабочее давление воды. Рабочее давление воды различают гидравлическое и паро-гидравлическое. В первом случае вода подается кривошипным насосом, причем для достижения наилучшего коэффициента полезного действия между насосом и прессом включают аккумулятор. Во втором случае давление получается при помощи мультипликатора, работающего давлением пара или воздуха. Первое устройство очень дорого из-за аккумуляторной установки, но допускает большой ход пресса, и поэтому всегда применяется для дуплопробивных и волоочильных прессов, а также для штамповочных работ (напр., изготовление шкивов). С приводами достигается только небольшой ход пресса (от 20 до 25 см), что требуется для формовочных, кузнечных и вытяжных работ, в то время, как большие ходы поршня должны происходить с перерывами. Для кузнечных прессов часто применяют комбинированное устройство, в котором вода для рабочего цилиндра подается при помощи привода, вода же для цилиндров обратного хода и для распределения — при посредстве насосов и аккумуляторов.

Паро-гидравлические прессы работают с 100%-м наполнением. Можно считать, что для 1000 шкг заарматурной на поковку работы для изменения формы, без затрачиваемой для обратных ходов энергии при 10 ат рабочего давления, — расход пара

от 0,07 до 0,1 кг. Коэффициент полезного действия установки, в переводе на теплосодержание пара, от 2 до 3%.

Работа чисто гидравлических прессов обуславливается наличием экономично работающего нетребовательного насоса. Потери являются: потери на трение и торможение в трубах и распределительных устройствах (если пресс работает с неполной нагрузкой, давление аккумулятора должно соответственно тормозиться), потери от неплотности поршня, потери на трение в аккумуляторе и в сальниках. Сюда следует еще отнести потери в униформерах для преобразования тока, необходимого для работы, так что общий коэффициент полезного действия, в переводе на теплосодержание пара, незначительно превышает коэффициент полезного действия паро-гидравлических прессов.

Паровой привод состоит из парового и гидравлического цилиндров или лежащих один над другим, или, большей частью, для более легкого надзора за сальниками, соединенных между собой посредством фланца. Паровой поршень регулируется поршневым волоочником, действующим непосредственно или через вспомогательный аппарат. Поршневой шток, или продолжение его, образует гидравлический поршень. Паровые приво-ды строятся стоячими с расположенными сверху в низу гидравлическими цилиндрами и устанавливаются вблизи пресса, с целью избежать необходимости устройства длинных трубопроводов. Некоторые фирмы достигают этой цели тем, что устанавливают привод над гидравлическим цилиндром, что, однако, затрудняет доступ к сальникам.

Насосы делают стоячие и лежащие, с целью равномерной подачи воды, в большинстве случаев, с тремя работающими от кривошипов, размещенными относительно друг друга на 120° качающимися поршнями. После наполнения аккумулятора, они выключаются или автоматически (и работают до опорожнения аккумулятора до определенного предела), или снабжаются циркуляционным приспособлением, действующим при достижении наивысшего уровня воды; это приспособление собирает подаваемую воду обратно во всасывающую камеру. В качестве предохранителя в случай порчи этих приспособлений, в поршне аккумулятора имеется отверстие, через которое, при переходе воды за пределы высшего уровня, вода выпускается (см. отдел: Насосы, стр. 1055).

Аккумулятор состоит из длинного поршня (M б п с h), вдавливаемого в цилиндр при помощи гири или слатого воздуха. У аккумулятора имеется один сальник, что дает ему преимущество по сравнению с воздушным аккумулятором. У такого аккумулятора при внезапном переключении могут, под действием масс, происходить значительные повышения давления. Обе эти системы аккумуляторов очень легко могут быть приспособлены для включения и выключения при помощи гири, а также понижением давления воздуха быть приспособлены к различному гидравлическому давлению.

Определение целесообразной емкости аккумулятора производится так, чтобы она была достаточна для полного рабочего хода. Насосы рассчитываются для максимального постоянного потребления пресса плюс потери в трубопроводах, и только в этом случае он будет полностью нагружен. Для того, чтобы обеспечить бесперебойную работу насоса, в случае небольших неплотностей в трубах и обратных клапанах, мощность насосов целесообразно выбирать с запасом от 10 до 25%. При наличии большого количества прессов, насосы могут быть соединены к одному аккумулятору. При достаточной величине аккумулятора, удары

при нагрузке отдельных агрегатов выравниваются, чем достигается выгодная нагрузка насосов.

Пример: Расчет необходимого количества воды для прессов при изготовлении цельнотканых труб:

1 гидравлический пресс: 600 т, нормальный ход пресса 50 см,

1 водочастичный станок: 300 т, " " " 250 см.

Эксплуатационное давление 200 кг/см².

Рабочий ход — по 1 ходу на оба пресса.

$$\text{Потребное количество воды} = \frac{600000 \cdot 50}{200 \cdot 1000} + \frac{300000 \cdot 250}{200 \cdot 1000} = 525 \text{ л.}$$

К этому еще следует прибавить 50% на обратный и холостой ход горизонтальной водочастичной машины, так что общее количество потребной воды составляет 800 л.

Максимальная емкость аккумулятора должна быть, таким образом, рассчитана на 800 л, а насос на производительность (800 : 2) + 25% = 500 л/мин.

С. Металлорежущие станки ¹⁾.

а) Общие обозначения.

δb — толщина стружки в мм,

b — ширина стружки в мм,

K — сопротивление резанию на 1 мм² сечения стружки в кг,

W_1 — сопротивление резанию в кг,

α — передний угол ²⁾,

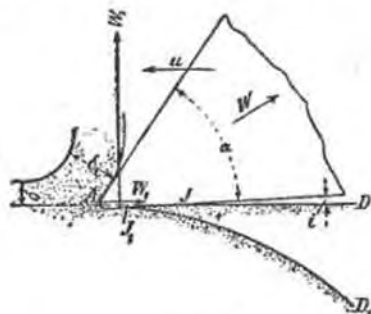
i — угол установки (задний угол),

α — угол реза,

d — глубина резания в мм,

Δ — подача на 1 оборот.

Режущая грань вытесняет стружку от места ее отделения у A (фиг. 1105) вверх, при чем происходит осаживание стружки от первоначальной ее толщины δ на боковую толщину δ_1 . В среднем $\delta_1 = 1,5$ до $2,5 \delta$. Плоскость резания AD уклонится у точки A кверху, и у точки J она имеет свою первоначальную высоту. Таким образом, у передней части реза, равно как и у его задней части AJ вызываются давления, стремящиеся изогнуть резец. Для правильной работы реза необходимо, чтобы давление на заднюю его часть было равно или больше (последнее лучше), чем давление на переднюю его часть. Это регулируется при помощи угла установки i . Угол i при обточке



Фиг. 1105.

(линии AJ , D_1) делается 2° до 4° , для строгания (линия AJD) в 4° до 6° и для расточки до 7° и больше ³⁾.

¹⁾ Литература: F i s c h e r, Werkzeugmaschinen, Berlin, 1905 г., Ю. Ш р и н г е р, — ср. также отдел „Werkzeugmaschinen“, стр. 1066, в немецком справочнике для производителей-инженеров Hülse, 2 изд. Верлин, 1924, В. Э р и с т и сын.

²⁾ Поинте переднего угла значение; дословно для характеристики реза угла резания α и i и угол i . Прим. переводчика.

³⁾ По опытам Ф. Тейлора $i = 6^\circ$ при машинной заточке и $i = 9^\circ$ при ручной заточке. Прим. ред.

Угол установки при малых диаметрах может быть меньше, чем при больших, при грубой обточке больше, чем при чистой. Угол наклона, образуемый лезвием реза с горизонталью для отделения стружки в сторону и уменьшения бокового давления на резец, увеличивается с увеличением подачи реза и уменьшается по мере уменьшения диаметра обрабатываемого предмета. Если через b обозначим ширину стружки, то сопротивление резанию $W_1 = K \delta b$, где K сопротивление

Таблица 1. Наиболее выгодные углы резания ¹⁾.

	Латунь, красная медь, бронза, амалит.	Ковкое железо, мягкая сталь, мягкий чугун (серый).	Средняя и твердая сталь, высококачественный малопроцентный чугун	Твердая сталь, твердый чугун.	
Черновой резец	задний угол i	6—12	6—12	5—10	3—8
	передний угол α	30—15	30—22	16—8	6—6
Чистовой резец	задний угол i	3—8	2—6	2—5	2—3
	передний угол α	30—15	12—6	10—4	0

резания 1 мм² сечения стружки в зависимости от твердости металла и состояния режущей грани равно: а) K_1 известное количество кг, б) K_2 зависит от крепости материала K_2 в кг/мм².

Таблица 2. Значения для определения сопротивления резанию ²⁾.

	Машинный чугун Серый чугун	Мягкое железо, машинная сталь.	Средняя и твердая машинная сталь.	Латунь, красная медь, бронза.
	$K_2 = 17-19$	$K_2 = 24-26$	$K_2 = 60-80$	$K_2 = 17-25$
K_1 , кг/мм ² . .	70—100	100—140	100—150	150—250
K_1 , кг/мм ² . .	4,5—5,5 K_2		2,5—3,2 K_2	

В общем, K для больших значений δ несколько меньше, чем для малых δ . Давление W_2 на заднюю часть реза должно быть больше нуля; как первое приближение целесообразно принимать $W_2 = W_1$.

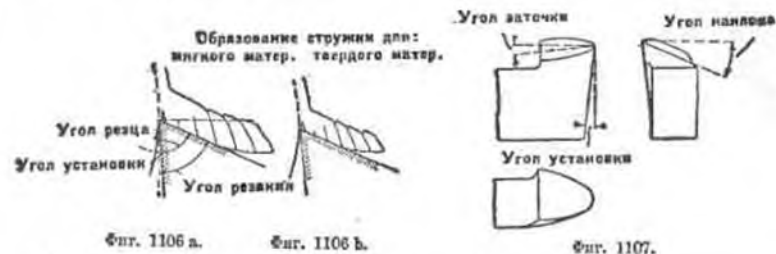
При грубой обработке быстрорежущей сталью по Тейлору ² отделение стружки происходит так, что стружка, производящая давление на рабочую поверхность реза, служит как бы рычагом для отделения следующей части стружки (фиг. 1106а)а)

¹⁾ Simon, Schneidstähle; Берлин, 1919, Ю. Ш р и н г е р.

²⁾ Simon, S. A. O. стр. 13.

³⁾ Taylor Wallichs, Über Dreharbeit und Werkzeugstähle. Berlin 1920, J. Springer

По Никольсону ¹⁾ стружка надламывается в двух, трех местах ранее окончательного излома. При мягком материале толщина стружки δ_1 равна тройной толщине δ . Плоскость, которою стружка лежит на рабочей поверхности реза, больше для резов мягкой стали (фиг. 1106а), нежели для резов твердой стали (фиг. 1106б).



Угол установки для резов быстрорежущей стали колеблется между 4 и 12°, большей частью 6° и более. Для быстрорежущей стали Тейлор дает (фиг. 1107) следующие значения характерных углов.

Таблица 3. Угол заточки для быстрорежущей стали.

При обточке.	Угол реза.	Угол заточки.	Угол наклона.
Чугуна и твердой стали (сплав 0,45% С)	68°	8°	14°
Мягкой стали (меньше 0,45% С)	61°	8°	22°
Закаленного чугуна	80—90°		
Твердой стали	74°	8°	9°
Очень мягкой стали	< 61°		

Никольсон нашел, что наименьшее давление на резец достигается при угле реза в 54° и угле установки 6°. Скорость резания оказывает весьма малое влияние на давление на резец; напротив, сечение стружки оказывает влияние на давление на резец в том смысле, что большая стружка вызывает сравнительно меньшее сопротивление, чем малая стружка. Если сопротивление резанию для всего сечения стружки назовем через W , d —глубину резания и Δ —подачу реза на один оборот, то будем иметь по Тейлору:

$$\begin{aligned} \text{для мягкой чугуна } W &= 88 d^{14/15} \Delta^{2/3} \\ \text{„ твердого „ } W &= 135 d^{14/15} \Delta^{2/3} \\ \text{„ средней стали } W &= 200 d \Delta^{14/15} \end{aligned}$$

Производительность резания сталлита и т. в. см. т. I, отд. 6, стр. 927. Резцы из быстрорежущей стали слишком дороги, сваривают пластинки из этого материала на резце из обыкновенной стали. Навариваемые пластинки и сечение резов нормированы, см. таблицу 4.

¹⁾ Tool and Die, Neuezeitliche Betriebsführung und Werkzeugmaschine, Berlin, 1918, Jul. Springer, S. 11.

Таблица 4. Нормы DIN 770.

Сечения резов сплошных и для державок.				Сечения навариваемых пластинок.
Круглое.	Квадратное.	Прямоугольное.		
4	4 × 4	4 × 8	—	—
6	6 × 6	6 × 10	6 × 12	—
8	8 × 8	8 × 12	8 × 16	—
—	(9 × 9)	—	—	—
10	10 × 10	10 × 16	10 × 20	—
12	12 × 12	12 × 20	12 × 25	4 × 12
(15)	(15 × 15)	—	—	—
16	16 × 16	16 × 25	16 × 30	4 × 16
(18)	(18 × 18)	—	—	—
20	20 × 20	20 × 30	20 × 40	5 × 20
25	25 × 25	25 × 40	25 × 50	6 × 25
30	30 × 30	30 × 50	30 × 60	8 × 30
—	(35 × 35)	—	—	—
40	40 × 40	40 × 60	—	10 × 40
50	50 × 50	—	—	10 × 50
—	—	—	—	12 × 60

Заключенных в скобки сечений сколь возможно избегать.

Фрезы ¹⁾.

Если обозначим:

v — скорость фрезерования в м/сек,

v_p — скорость подачи в м/сек,

d — толщину удаляемого слоя металла в мм,

D — диаметр фрезера в мм,

z — число зубьев,

R — давление, действующее перпендикулярно к оси фрезера, в кг,

M — момент сопротивления в кгмм,

то будем иметь:

Для фрезеров с малым числом зубьев и малым d :

$$R \leq (8,85 : z) b (v : v_p) K \sqrt{dD - d^2},$$

$$M \leq (3,2 : z) b (v : v_p) K D \sqrt{dD - d^2}.$$

Для фрезеров с большим числом зубьев:

$$R = 1,4 b (v : v_p) K d,$$

$$M = 0,5 b (v : v_p) K d D.$$

Обыкновенные сверла ²⁾.

Обозначим: d — диаметр сверла в мм,

S — подача на 1 оборот сверла в мм,

P — усилие по направлению оси сверла в кг.

Для продольно-сверлящих сверл с двумя режущими гранями:

$$R \leq 2,2 b (v : v_p) K D,$$

$$M \leq 1,1 b (v : v_p) K D^2,$$

Для фрезеров продольно-сверлящих:

$$R = 1,1 b (v : v_p) K D,$$

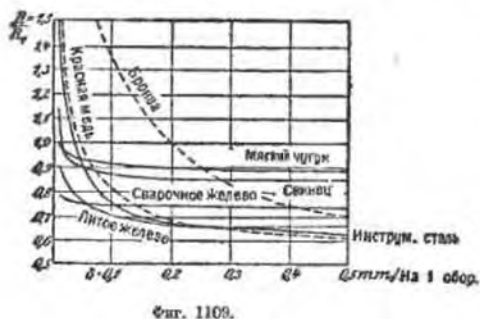
$$M = 0,5 b (v : v_p) K D^2.$$

¹⁾ Fischer, Werkzeugmaschinen, 2 издание. Berlin, 1905, Jul. Springer, I том, стр. 16.

²⁾ Fischer, Werkzeugmaschinen.

Тогда $M = d^{2.5} K : 8$, для пушечных сверл $P \leq 0,5 \delta d K$, для других сверл $P \leq 0,44 \delta d K$.

Сопротивления R_1 в kg/mm^2 материала сверлению даны Л и П (в kg/mm^2 для подачи δ мм на оборот и указаны на фиг. 1108; приведенные значения не зависят от угла при вершине сверла. Отношение вертикального давления на сверло R к горизонтальному R_1 дано на фиг. 1109. Режущие грани у обыкновенного центрального сверла образуют между собою угол от 90° до 120° , у спирального — большую часть 116° , задняя заточка на внешней поверхности 6° (фиг. 1110).



Круглошлифовальные машины.

Обозначим: P — касательное усилие у наждачного круга в kg ,
 v — скорость на окружности наждачного круга в $\text{m}/\text{сек}$,
 w — боковое перемещение наждачного круга на один оборот обрабатываемого предмета в mm ,
 t — глубина, на которую производится шлифовка, в mm ,
 E — расход энергии в члк на 1 г веса стружки.

Тогда по Шлезингеру²⁾ для стали ($K = 50 \text{ kg}/\text{mm}^2$), для чугуна $P = 7$ до 40 kg и не более 80 kg . Величина P возрастает с увеличением w и t и уменьшается с увеличением v .

¹⁾ По Cochrane, Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux.

²⁾ Шлезингер, Leistungsversuche mit wassern Schmirgel- und Karborundumschleibem. Mitt. Forschungsarb. 1907, Heft 43.

Удельная производительность при шлифовке (вес стружки в kg при расходе наждака на 1 kg) для стали средней твердости увеличивается с увеличением скорости наждачного круга (до 35 m); она уменьшается по мере увеличения подачи w и увеличения глубины шлифовки t .

Для чугуна удельная производительность увеличивается с увеличением v и t и уменьшается с увеличением w . Среднее количество стружек в kg/h для стали ($K = 50 \text{ kg}/\text{mm}^2$) 20 kg , для чугуна средней твердости 50 kg .

Удельный расход энергии E в члк на 1 г стружек возрастает с увеличением скорости v и уменьшается с увеличением w и t . Средние значения для E можно принимать при скорости обрабатываемого предмета в $30 \text{ m}/\text{min}$ по следующей таблице:

Таблица 5. Средние значения для расхода энергии.

v	Сталь			Чугун		
	25 м	35 м	45 м	25 м	35 м	45 м
t	0,02	0,14	0,14	0,02	0,14	0,14
w	12	12	24	12	12	24
E	1930	635	525	2070	685	540

Скорости резания и подачи реза. В таблице 6 приведены средние значения, которые можно принять для расчета машин-орудий. На практике приведенные нормы часто увеличиваются или уменьшаются. Скорость резания зависит от твердости обрабатываемого предмета, от толщины стружки, от формы реза, от химического состава режущего инструмента и способа его охлаждения. Для быстрорежущей стали рекомендуется закругленная режущая грань, при чем для обработки мягкой стали и железа радиус закругления меньше, чем для стали твердой и чугуна. При работе быстрорежущими резами эвонимическая скорость резания зависит в высокой степени от приведенных выше условий. Нормальная скорость резания v (та скорость, при которой резец по истечении 20 минут становится больше непригодным) определяется по Тэйлору из следующей формулы:

$$v = \frac{C(1 - 0,72 \cdot r^2)}{(0,0394 F)^2 (D \cdot 1,5 \cdot r)^6}, \text{ где } \begin{cases} a = 0,4 + [2,12 : (5 + 1,25 r)], \\ b = 0,13 + 0,0675 \sqrt{r} + [r : (7,35 r + 1,88 D)]. \end{cases}$$

где обозначают:

- F — подача реза на один оборот в mm ,
- D — глубина резания в mm ,
- r — радиус закругления режущей грани реза у его конца в mm ,
- τ — $\frac{1}{16}$ ширины сверлила — $3,97 \text{ mm}$ (для резцов шириной от 12 до 33 mm),
- C — величина постоянная.

C зависит от свойств как обрабатываемого предмета, так и инструментальной стали; она тем меньше, чем тверже обрабатываемый предмет, и тем больше, чем выше качество инструментальной стали. При обработке стали средней твердости быстрорежущей сталью, имеющей состав 0,3 V, 18 W, 5,6 Cr, 0,68 C, 0,1 Mn, 0,046 Si, — величина C в среднем равна от 6,3 до 6,8; при обработке стали средней твердости быстрорежущей сталью: 8,4 W, 1,86 Cr, 1,43 C, 0,23 Mn, 0,126 Si, — величина C равна приблизительно $\frac{1}{4}$ от вышеприведенной.

Таблица 6. Скорости
(скорости шлифова)

РОД РАБОТЫ	Обрабатываемый									
	Инструм. сталь:		Стальное лезвие:			Ковкий чугун:				
	твердая	мягкая	твердое	среднее	мягкое	твердый	средний	мягкий		
Резка обдирочной углеродистой стали	Отрезка и разрезка	7	9	2	5	8	3	6	9	
	Точение	Обдирка	6	8	6	9	12	6	10	14
		Очистка	7	11	11	13	15	13	15	17
		Нарезка	3	6	6	6	8	3	6	8
		Спиральн. сверл.	4	6	6	9	12	6	10	14
	Сверление	Боритангой	4	6	6	9	12	6	10	14
		У. свд. сверл.	5	10	6	8	10	5	8	10
	Рейберовка	Нарезка	3	4	3	4	5	3	4	5
		Предварительная	4	7	6	9	12	6	9	12
		Окончательная	6	9	4	7	10	4	7	10
Фрезование	Обдирка плоская	4	8	8	12	16	8	12	16	
	Очистка плоская	6	10	10	14	18	10	14	18	
	Круга, фрез.	10	15	6	9	12	8	11	14	
	Зубчатых колес	8	12	5	8	10	8	10	12	
Строгание	Нарезка	4	8	8	12	16	8	12	16	
	Долбление	Горизонтальное и вертикальное	4	6	6	9	12	6	10	14
		4	6	6	9	12	6	10	14	
Резка быстрорежущей стали	Отрезка и разрезка	6	10	4	10	14	4	10	16	
	Точение	Обдирка	11	14	11	14	17	14	17	21
		Очистка	14	17	17	20	24	19	22	26
		Нарезка	4	8	4	8	12	4	8	12
		Спиральн. сверл.	6	10	8	12	16	10	14	18
	Сверление	Боритангой	6	10	8	12	16	10	14	18
		У. свд. сверл.	7	13	8	10	13	7	10	13
	Рейберовка	Нарезка	3	4	3	4	5	3	4	5
		Предварительная	4	7	6	9	12	6	9	12
		Окончательная	6	9	4	7	10	4	7	10
Фрезование	Обдирка плоск.	4	8	8	12	16	8	12	16	
	Очистка плоск.	6	10	10	14	18	10	14	18	
	Круга, фрез.	10	15	14	18	22	16	20	25	
	Зубчат. колес	15	18	12	16	20	14	18	22	
Строгание	Нарезка	4	8	8	12	16	8	12	16	
	Долбление	Горизонтальное и вертикальное	6	10	8	12	16	10	14	18
		6	10	8	12	16	10	14	18	

Скорости шлифования в м/сек.

Ч у г у н

Надлежте | Круг

Шлифование	Грубое круглое	10—12	30
	Чистое круглое	14—16	30
	Внутреннее шлифование	18—22	22—25
	Плоское шлифование	8—14	22—25
	Заточка		25

резания в м/мин
внн в т/sec).

материал:

Чугун:	Литая сталь и железо, сопротивлене разрыву кг.мм ²				Бронза и медные сплавы:		Латуни и алюминий				
	твердый	средний	мягкий	60	80	60	40	твердые	мягкие	твердые	мягкие
				60	80	60	40	твердые	мягкие	твердые	мягкие
4	8	12	7	9	12	15	6	12	15	20	30
6	12	18	9	10	11	12	6	18	25	30	35
11	15	15	13	15	17	19	8	16	30	40	50
3	6	8	4	6	8	10	4	8	12	16	20
6	12	18	6	10	14	18	12	18	25	30	35
6	12	18	6	10	14	18	12	18	25	30	35
5	8	10	6	8	10	12	15	16	18	20	25
3	4	5	3	4	5	6	3	5	8	10	12
6	9	12	6	8	10	12	4	10	16	22	28
4	7	10	2	4	6	8	9	12	10	16	22
8	12	16	6	10	14	18	8	16	15	20	25
10	14	18	10	14	18	22	6	18	20	25	30
6	10	14	6	10	14	18	15	25	25	30	35
4	8	12	6	10	12	14	15	18	18	22	25
8	12	16	8	12	16	20	8	16	20	25	30
6	12	18	4	8	12	16	6	18	25	30	35
6	12	18	4	8	12	16	6	18	25	30	35
6	12	18	12	14	18	22	10	18	20	35	50
11	14	17	15	17	19	21	8	22	40	50	60
14	17	21	17	21	24	27	14	26	50	65	80
4	8	12	8	10	12	14	6	12	20	25	30
10	16	22	12	16	20	24	10	22	40	50	60
10	16	22	12	16	20	24	10	22	40	50	60
6	11	14	8	10	13	16	20	24	24	28	32
3	4	5	3	4	5	6	3	5	8	10	12
6	9	12	6	8	10	12	4	10	16	22	28
4	7	10	2	4	6	8	9	12	10	16	22
8	12	16	6	10	14	18	8	16	15	20	25
10	14	18	10	14	18	22	6	18	20	25	30
6	10	14	10	14	20	26	25	35	30	40	50
4	8	12	8	12	18	24	25	30	30	35	40
8	12	16	8	12	16	20	8	16	20	25	30
8	14	22	6	12	16	22	8	22	40	50	60
8	14	22	6	12	16	22	8	22	40	50	60

Мягкая сталь

Закаленная сталь

Бронза и латуни

Мягкая сталь		Закаленная сталь		Бронза и латуни	
Надлежте	Круг	Надлежте	Круг	Надлежте	Круг
8—10	35	8—10	35	14—16	35
12—14	35	14—16	35	18—20	35
15—20	22—25	18—22	22—25	28—35	22—25
8—14	22—25	8—14	22—25	8—14	22—25
	25		25		

Таблица 7. Подачи в мм.

РОД РАБОТЫ		Инструментальная сталь	Чугун	Легие: сталь и железо	Латуны (медные сплавы)	
Резы обыкновенной углеродистой стали	Отрезка и разрезка	0,02—1	0,05—1,5	0,02—1	0,02—1	
	Точение	Обдирка	0,3—5	0,3—5	0,3—5	0,3—5
		Сметка	0,05—0,2	0,3—0,6	0,05—0,2	0,3—0,6
	Сверление	Сpirальн. сверл.	0,1—0,5	0,1—0,5	0,1—0,5	0,1—1
		Бориталгой	0,1—3	0,1—3	0,1—3	0,1—3
		Ушачи. сверл.	0,02—0,5	0,02—0,5	0,02—0,5	0,02—1
	Рейберовка	Предварительная	0,2—1	0,2—1	0,2—1	до 10
		Окончательная	0,2—1	0,2—1	0,2—1	до 10
	Фрезование	Обдирка плоская	50—100	50—100	50—100	100—150
		Обдирка коническая	30—35	30—35	30—35	30—35
Кругл. фрезой		12—40	20—60	15—50	15—80	
Зубчатых колес		12—40	15—75	15—50	25—100	
Паралл.		40—100	40—100	40—100	40—100	
Строгание	Вертикальное	0,1—8	0,1—8	0,1—8	0,1—10	
	Горизонтальное	0,1—5	0,1—5	0,1—5	0,1—6	
Долбление вертик. и горизонт.	0,1—2	0,1—2	0,1—2	0,1—2		
Резы быстрорежущей стали	Отрезка и разрезка	0,02—1	0,05—1,5	0,02—1	0,02—1	
	Точение	Грубое	0,3—5	0,3—5	0,3—5	0,3—5
		Чистовое	0,05—0,2	0,3—0,6	0,05—0,2	0,3—0,6
	Сверление	Сpirальным сверлом	0,2—1,5	0,2—2	0,2—1,5	0,1—1
		Бориталгой	0,1—2	0,2—5	0,1—2	0,2—5
	Фрезование	Плоское	50—200	50—200	50—200	75—250
		Чистовое	30—35	30—35	30—35	30—35
		Грубая парковка зубьев	20—60	25—90	25—70	—
	Строгание	Вертикальное	0,5—12	0,5—12	0,5—12	—
		Горизонтальное	0,5—10	0,5—10	0,5—10	—
Долбление вертик. и горизонт.	0,2—5	0,2—5	0,2—5	—		

Шлифование { Грубое
Чистовое

$\frac{1}{2} \frac{v_2 - v_1}{v_1}$

Точение, сверление, рейберовка:

подача в мм на 1 оборот,

Фрезование:

в мм/мин,

Строгание и долбление:

в мм на 1 ход,

Шлифование:

в доле ширины шлифовального круга.

Величины подачи зависят от сопротивления зубчатых колес в частой машин (напр., при бориталгах плечо изгиба велико, поэтому нельзя брать больших подач. Средства для изменения подачи таковы, как для изменения числа оборотов, т. е. ступенчатые шкивовые эксцентрикные (кулисные) передачи у строгальных машин и у фрезерных станков шарнирные валы. Изменения скоростей обыкновенно устанавливаются по закону геометрического ряда и притом так, чтобы при включении перебора не нарушался этот закон.

Если u_1 наименьшее и u_n наибольшее число оборотов в минуту, которое требуется достичь, и φ знаменатель прогрессии, то ряд выражается 1):

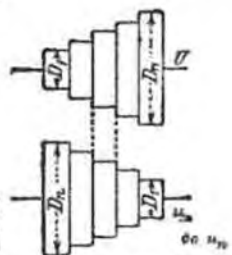
$$u_1, u_1 \varphi, u_1 \varphi^2, \dots, u_1 \varphi^{n-2}, u_1 \varphi^{n-1}$$

и

$$\varphi = \sqrt[n]{u_n : u_1}, \quad n = 1 + \frac{\log(u_n : u_1)}{\log \varphi}$$

Обыкновенно φ выбирается между 1,25 и 2.

Величины подачи резца зависят, большей частью, от прочности частей механизма подачи; при работе быстрорежущей сталью передача для подачи резца должна обладать той же прочностью, что и главная передача к станку.



Фиг. 1111.

Для ступенчатых шкивов без перебора (если ступенчатые шкивы между собою равны, фиг. 1111) имеем число оборотов U движущего вала

$$U = u_1 \sqrt{\varphi^{n-1}} = u_n : \sqrt{\varphi^{n-1}}$$

Диаметры шкивов равны:

$$\frac{D_1}{D_n} = \frac{1}{\sqrt{\varphi^{n-1}}}, \quad \frac{D_2}{D_{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{\varphi^{n-3}}}, \quad \frac{D_k}{D_{n-2}} = \frac{1}{\sqrt{\varphi^{n-5}}},$$

и т. д.

Ряд может быть получен при помощи $n:2$ ступеней и одного перебора, так что получаются два ряда:

$$u_1 \varphi^{n-1}, \quad u_1 \varphi^{n-2} \dots \quad u_1 \varphi^{n-(n:2)} \text{ без перебора,}$$

$$u_1 \varphi^{(n:2)-1}, \quad u_1 \varphi^{(n:2)-2} \dots \quad u_1 \quad \text{с перебором,}$$

при чем передаточное число перебора ψ равно $\psi = 1 : \varphi^{n:2}$.

1) Schlesinger, журн. Werkstatt-Technik 1910, стр. 289.— См. также Хютте, в II, изд. Часте машин, стр. 261 и 309, а также Туссен, „Современное управление предприятиями в рабочих машинах“, Берлин 1918, Ю. Шварцхер, стр. 51.

Если желательно иметь $n:3$ ступеней с применением двух переборов, то получим ряды:

$$u_1 \varphi^{n-1}, \quad u_1 \varphi^{n-2} \dots u_1 \varphi^{n-(n:3)} \quad \text{без перебора,}$$

$$u_1 \varphi^{(2n:3)-1}, \quad u_1 \varphi^{(2n:3)-2} \dots u_1 \varphi^{(2n:3)-(n:3)} \quad \text{с первым перебором,}$$

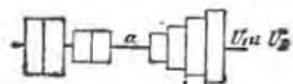
$$u_1 \varphi^{(n:3)-1}, \quad u_1 \varphi^{(n:3)-2} \dots u_1 \quad \text{со вторым перебором,}$$

и каждый перебор имеет передаточное число $\psi_1 = 1: \varphi^{n:3}$.

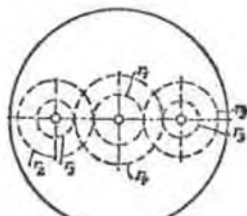
Передача может иметь конструкцию по фиг. 1112 и 1113.

Тогда:

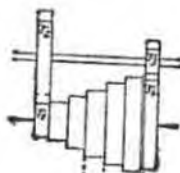
$$(r_1:r_2) \cdot (r_3:r_4) = \psi = 1:\varphi^{n:3}.$$



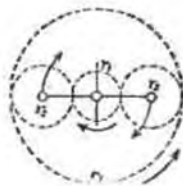
Фиг. 1112.



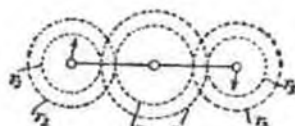
Фиг. 1114.



Фиг. 1113.



Фиг. 1115.



Фиг. 1116.

На фиг. 1114 r_1 соединено с ведомым ступенчатым шкивом, r_4 — со шпинделем. Оси, около которых вращаются пары колес r_2 и r_3 , устанавливаются неподвижно или соединяются со шпинделем. В первом случае имеем, как и раньше:

$$\psi = (r_1:r_2) \cdot (r_3:r_4).$$

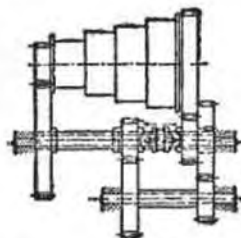
На фиг. 1115 колесо r_1 соединено с движущим ступенчатым шкивом, а валики, около которых вращаются r_2 , соединены со шпинделем,

тогда как r_2 либо неподвижно, либо может вращаться вместе со шпинделем.

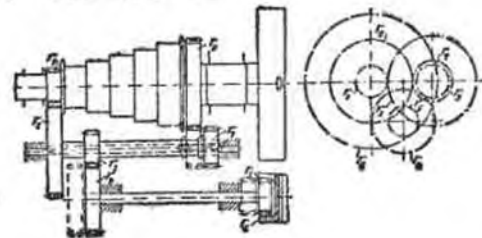
Для первого случая имеем $\psi = r_1:(r_1+r_2)$.

По фиг. 1116 оси, около которых свободно вращаются пары колес r_2 и r_3 , соединены с движущим ступенчатым шкивом, колесо r_4 соединено со шпинделем, тогда как r_1 либо неподвижно, либо соединено со ступенчатым шкивом или со шпинделем. Для первого случая имеем:

$$\psi = (r_1 r_3 - r_2 r_4) : r_2 r_4.$$



Фиг. 1117.

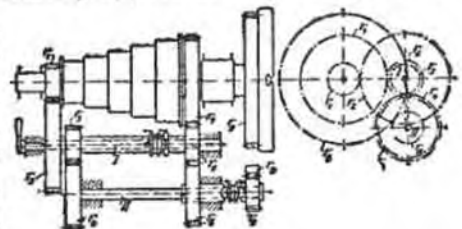


Фиг. 1118.

Расчет ступенчатых колес и их переборов производится так же, как и расчет ступенчатых шкивов. Для ступенчатых колес без ственных переборов иногда применяется арифметический ряд.

Для ремевой передачи предпочитают большие скорости; при этом необходимо, однако, следить за тем, чтобы диаметры шкивов не выходили слишком малыыми, ибо в этом случае возможны перерывы в работе, вследствие разрыва ремня и его соскальзывания; весьма распространенные замки для ремней, допускающие удобное соединение их концов, при работе на шкивах малого диаметра легко слабеют. При длинных валах, служащих для подачи реза, большие скорости применяются часто.

Для быстрорежущей стали, с целью использования ее производительности, станки должны быть рассчитаны на значительно большее давление на резец. Рабочие скорости должны быть легко устанавливаемы для данных условий. При применении ступенчатых шкивов разность ступеней чрезвычайно мала и для получения предельных скоростей при каждом диаметре делается большее число переборов (часто от 3 до 4 переборов вместо двух для обыкновенных стоек) ¹⁾ (фиг. 1117, 1118, 1119). Чтобы получить возможно большие и невыгоднейшие скорости резания вальцов



Фиг. 1119.

¹⁾ Гюлле, Рабочие машины, Берлин 1919, стр. 4 Шпрингера.

до пределов, допускаемых прочностью реза и чистотой обрабатываемой поверхности, надлежит брать меньшие значения φ . Поэтому идеалом можно считать: непрерывное изменение скорости без ступеней. Этого пока еще достичь не удалось. У гидравлических коробов скоростей пелостатком является малый коэффициент полезного действия. Все новые конструкции обнаруживают лишь несовершенство гидравлической передачи. Фрикционные передачи с пересекающимися под прямым углом осями пригодны лишь для малых мощностей, а кроме того для рабочих механизмов и механизмов подачи с малой продолжительностью рабочего периода. Хорошо оира: дань на работе для малых мощностей потолочный привод с двумя коническими барабанами на параллельных осях, между которыми залат бесконечный ремень. Передаваемая окружная сила незначительна; она равна произведению давления между осями барабанов на коэффициент трения.

Наиболее простыми являются одношпинные станки с электромоторами. Они позволяют иметь величину ступеней весьма малой, не усложняя и не удорожая регулирующего приспособления (регулирование на постоянное количество оборотов приводных моторов для машин бумажной промышленности и ткацких).

Станки станков конструируются по возможности жесткими, расчет их производится реже на прочности, а чаще на величину упругих деформаций. Все вынужденные в станке усилия должны восприниматься станинами, а не передаваться на наружные опоры, фундаменты и т. п. Во избежание изгиба станины от возможной осадки грунта, ее следует устанавливать по возможности на трех независимых опорах, вложенных надлежащим образом в грунт.

Направляющие части салазок и бабок большую часть из твердого чугуна; нагрузка этих плоскостей, если они скользят друг по другу, не должна превосходить $0,1 \text{ kg/cm}^2$. Необходимо следить за тем, чтобы падающие стружки не могли повреждать направляющие салазки или зубчатые колеса. Все опасные места должны иметь надлежащие ограждения для рабочих; эти приспособления не должны, однако, препятствовать осмотру огражденных частей. Для более быстрого и удобного выключения приводного ремня следует применить соответствующие приспособления, например систему рычагов для обслуживания фрикционных муфт на потолочной передаче (плав у токарных станков, особую отводку для перестановки ремня с исполчкой и ручкой системы В. А. М. А. С.), или при электрическом приводе выключение посредством контактов, помещенных на легко доступных местах.

б) Станки и инструменты для фасонных отверстий.

Такие станки служат для производства пазов в кривошипных и ступицах и т. д., вообще, для преращения сечений сверловых отверстий из круглого в искруглое. Резец в виде штанги протягивается по всей длине отверстия, или имеет несколько резов на одной и той же штанге, последовательно работающих один за другим. Каждый режущий зубец выше предшествующего на $0,1-0,3 \text{ mm}$. Сопротивление зависит от суммы сечений стружек, снимаемых одновременно. Скорость резания редко бывает более 5 mm/sec . Перед каждым рабочим ходом штанга должна прочищаться и смазываться.

в) Строгальные станки.

Характерным для станков этого типа является прямолинейно-возвратное движение обрабатываемого предмета, который после каждого рабочего хода совершает обратный холостой ход. Редко резец работает и в обратном направлении. Резец в начале обратного (холостого) хода предмета несколько приподнимается от обрабатываемой поверхности и при начале следующего рабочего хода снова к ней приближается; холостой ход имеет большую скорость, чем рабочий.

Крупные и сложные предметы прикрепляются к столу неподвижно, резец же производит обработку, перемещаясь относительно обрабатываемого предмета (станки для обстрожки кромок у листов, боковые строгальные станки и т. п.).

При обработке предметов средней величины, последние имеют только рабочее прямолинейное движение (обыкновенные строгальные станки), или только движение подачи (долбежные станки и шепинг-машины), тогда как резец производит второе движение. Существуют также станки, у которых оба движения могут быть заменены одно другим.

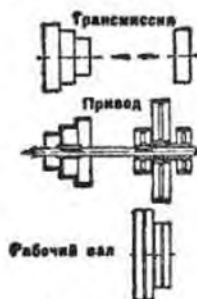
Строгальные станки, у которых обрабатываемый предмет перемещается по направлению строгания, или так называемые продольно-строгальные станки, требуют много места; они, тем не менее, весьма распространены в виду того, что давление веса предмета, веса строгального стола и часть давления от реза действуют на направляющее в одном и том же направлении, что гарантирует точность работы. У других строгальных станков давление реза идет в сторону противоположную направлению веса движущихся частей; последнее не очень велико, поэтому давление реза может иногда его превзойти, и давление на направляющее может получиться равносильнее. Ширина обрабатываемых предметов обыкновенно ограничивается расстоянием между станинами строгального станка. В случае особенной формы обрабатываемых предметов, иногда изготовляются строгальные станки с одной станиной, при чем противоположная сторона станка остается открытой. Движение стола производится винтом, рейкой или проволоочным канатом.

Небольшие строгальные станки, ход которых до $1,5 \text{ m}$, имеют одну рабочую скорость стола и обратный ход стола с тройной или четверной скоростью. У больших станков (ход от 2 до 4 m) стол приводится в действие двумя винтами или двумя рейками; обратный ход стола с двойной или тройной скоростью. Для получения надлежащих скоростей резания, соответственно различным обрабатываемым металлам, вставляют между трансмиссией и рабочим приводом для рабочей скорости еще ступенчатый шкив; обратный ход стола остается без изменения. При уменьении направления движения стола энергия движущего механизма должна быть поглощена, а затем при помощи движущегося в обратном направлении ремня ему сообщается снова энергии, до тех пор, пока стол приобретает свою нормальную скорость. В виду этого, следует избегать, как невыгодной, чрезмерно большой обратной скорости стола.

Расход силы при перемене хода стола часто возрастает до двойной величины против расхода силы при строгании. Такой неравномерный расход силы особенно невыгоден при электрической передаче. При по-

мощи махового колеса, насаженного на промежуточный привод, можно ослабить влияние ударов на мотор (фиг. 1120).

Для избежания скольжения (буксования) ремня для строгальных и долбежных станков применяются механические или электромагнитные муфты, но и здесь при перемене хода расход энергии



Фиг. 1120.

получается столь же велик, как и при ременном приводе, поэтому они не рекомендуются для больших машин. При непосредственном электрическом приводе посредством электромотора с обратным ходом, эта потеря значительно уменьшается.

Различают привод посредством регулируемого мотора (только при постоянном токе), который перед самым переключением станка работает в качестве динамо, в привод при помощи схемы соединения Леонарда, в которой ток к работающему мотору берется не из сети, а от особой динамо, которая, в свою очередь, приводится в движение от мотора литамого сети. При этом выбор системы тока — свободный. Непосредственный электрический привод имеет еще преимущество уста-

новления любой скорости резания при использовании наибольшей скорости обратного хода.

Подача при каждом ходе меняется между 0,1 мм — 2 мм для обточки и между 3 и 10 мм для чистовой отделки. Высота резания колеблется между 3 и 30 мм и еще более.

Таблица 8. Расход энергии для обыкновенных строгальных станков¹⁾.

Ширина строгания и высота в мм	600	800	1 000	1 250	1 500	2 000	2 500	3 000	4 000
Длина строгания в мм	1 500	2 000	2 500	3 000	4 000	5 000	6 000	3 000	10 000
Расход энергии P. S.	3	5	6,5	8	10	15	20	25	30—35

У долбежных станков и шепингов рабочее движение — на резце закрепленном в головке ползуна. Оно производится при помощи кривошипа с кулиссой или при помощи вивата с гайкой или посредством гайки. Обратный ход резца происходит со скоростью, равной тройной рабочей скорости резца. Каждому обороту кривошипа соответствует один ход резца; для достижения переменных скоростей число оборотов кривошипа меняется при помощи ступенчатых шкивов. У долбежных станков часто встречается рабочая скорость до 15 м/мин при обратной скорости в 50 м/мин. Подача суппорта на каждый рабочий проход составляет 0,1 до 2 мм.

¹⁾ Указанный расход энергии относится к обычному типу машин; для машин особой конструкции расход энергии увеличивается в 1,5 или 2 раза.

Таблица 9. Расход энергии для вертикальных долбежных отанков.

Ход в мм	175	200	250	300	350	400	500	600	700	800
Вылет в мм	350	450	550	600	700	800	900	1000	1150	1300
Расход энергии при передаче кулиссой P. S.	2	3	4	5,5	6	7	8	10	12	24
Расход энергии при передаче винтом P. S.	—	—	—	—	—	7	9	14	17	20

Таблица 10. Расход энергии для горизонтальных долбежных машин (шепинг).

Ход в мм	200	300	400	500	600	800	1000
Расход энергии . . . P. S.	1,5	2	3	4,5	6	7,5	2

Таблица 11. Расход энергии у станков для обстрожки листовых кромок.

Длина строгания мм	4000	5000	7000 до 10000
Высота стружки мм	100	120	140 | 160 | 200
Расход энергии P. S.	7	8	10 | 15 | 20

У станков для обстрожки кромок железных листов края листов прижимаются к столу большим числом тяжелых болтов или гидравлических поршней. Обстроживание происходит как при прямом, так и при обратном ходе суппорта при помощи широкого резца.

д) Токарные станки¹⁾.

Подразделяются на станки центровые, т.-е. такие, у которых обрабатываемый предмет устанавливается между центрами, и станки лобовые, у которых обрабатываемый предмет прикрепляется к патрону (планшайбе), надетому на рабочий шпиндель. При вертикальном шпинделе получается карусельный станок.

В исключительных случаях центровой станок можно утилизировать как лобовой. Для этой цели в станке токарного станка близ бабки делается выемка (углубление), дающая возможность прикреплять к патрону предметы большого диаметра. Суппортная доска токарного станка (или салазки) автоматически перемещается по станине (постели) при помощи зубчатой рейки или винта; иногда устанавливаются зубчатая рейка и винт одновременно, при чем винт служит только винторезным прибором. На суппортной доске перемещаются поперечные салазки, а на последних головка суппорта, где закрепляется резец. Между поперечным суппортом и головкой вставляется еще поворотная доска для точения конических поверхностей. Для этой же цели служит особая направляю-

¹⁾ Ср. также Hütte—производственный.

шая линейка, при помощи которой можно, однако, обтачивать лишь пологие конусы. Пологие конусы можно обтачивать путем бокового смещения задней бабки. Этот способ имеет, однако, тот недостаток, что центры при посадке изделия не будут лежать на одной линии.

Все автоматические перемещения реза должны быть так сконструированы, чтобы можно было каждый раз использовать только одно движение реза. Станки со средней высотой центров (400 до 1000 мм) снабжаются часто двумя суппортами—передним и задним для резов на одной общей станине. При высоте центров более 1000 мм станины проектируются двойными (4 боксели), при чем передний и задний суппорты передвигаются независимо самостоятельными движущими механизмами.

В основе расчетов при проектировании токарных станков можно принимать сопротивление резанию W (стр. 823) в среднем ¹⁾:

для обдирочных станков $W_{кг} = 13$ -кратной высоте центров в мм,
для универсальных станков $W_{кг} = 6,5$ -кратной высоте центров в мм,

при чем получаемое при этом высокое давление при резании распределяется на несколько резов.

За наибольшее усилие для перемещения суппорта следует принимать $2\frac{1}{2}$ - до 3-кратное сопротивление реза; наибольшее осевое давление на центр принимается равным для передней бабки—тройному, а для задней бабки—двойному сопротивлению реза. Давление на резец и вес обрабатываемого предмета действуют нормально к линии центров; давление это воспринимается неподвижными или перемещающимися люнетами.

В виду большого разнообразия в диаметрах обрабатываемых предметов, число оборотов шпинделя должно изменяться в весьма широких пределах. Это достигается, большей частью, при помощи ступенчатых шкивов в переборах (стр. 831 в сл. и „Детали машин“ стр. 261 в сл.). Передел встречаются 15 и более различных скоростей. Подача суппорта у токарных станков весьма разнообразна. Для легких работ наименьшая подача суппорта составляет 0,05 мм, для средних 0,2 мм и для тяжелых 0,5 мм на каждый оборот шпинделя станка; наибольшая подача (независимо от чистовой отделки, для которой подача может доходить до 10 мм) может доходить до 0,5, 1,8 и 3 мм на каждый оборот шпинделя станка (или обрабатываемого предмета). Толщина стружки колеблется в пределах меньше 1 мм и доходит до 60 мм.

Место, занимаемое центрами токарными станками определяется следующим образом:

Длина = наибольшее расстояние между центрами + 6 до 8-ми кратной высоты центров.

Ширина = 600 мм + 3 до 4-кратной высоты центров.

Таблица 12. Расход энергии для центровых токарных станков.

Высота центров мм	150	200	250	300	350	400	500	600	750	1000	1250	1500	1750	2000
Число суппортов	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	6	6
Расход энергии	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	7	10	12	15	20	25—30

с двойной станиной.

¹⁾ H a t t e, Werkzeugmaschinen, 4 изд. 1919 г., стр. 556.

Лобовые токарные станки подразделяются по расположению шпинделя на горизонтальные и вертикальные; у станков с горизонтальными шпинделями суппорты перемещаются по оси или плитам нормально или параллельно оси шпинделя. В некоторых случаях для поддержки тяжелых предметов лобовые станки снабжаются задней бабкой.

Лобовые станки с вертикальным шпинделем или горизонтальным патроном (планшайбой) представляют преимущество в смысле удобного укрепления обрабатываемых предметов на планшайбе. Резец перемещается горизонтально по поперечным салазкам, которые представляют вертикально в особой стойке. Для возможности обточки предметов большого диаметра стойки перемещаются по станине. Небольшие лобовые станки (диаметр обточки до 1,5 м) с вертикальным шпинделем и револьверной головкой применяются так же, как сверлильные станки для массового производства.

Таблица 13. Расход энергии для лобовых токарных станков с горизонтальным шпинделем ¹⁾.

Диаметр обточки мм	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000	4000	5000	6000	8000	10000
Расход энергии Р. S.	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	12	18	25—30

Карусельные станки. Прочно сконструированные машины с главным шпинделем, который помещается у малых диаметров очень часто, а при больших диаметрах—постоянно глубоко под полом. Горизонтальная планшайба поддерживается широкой, кольцеобразной, зачастую и конусообразной, наиротляющей, поэтому может применяться для наиболее тяжелых стружек. Суппорты сделаны столь же прочными, как и в строгальных станках, но с большим вылетом, для того, чтобы сделать возможной обработку более высоких предметов. Карусельные станки применяются для обработки коротких частей большого диаметра, и при обработке тяжелых частей, подлежащих сверлению и обточке. Преимущество: удобное укрепление на станке, так как кран (также и кран особого назначения на самом станке) легко устанавливает обрабатываемый предмет на планшайбу.

Системы: а) Малые машины: с диаметром планшайбы ≤ 1500 мм со стойкой, суппортом, который или немного, или совершенно не смещен по отношению к середине, с револьверной головкой, только для сверлильных работ.

б) Карусельный станок с осью стойкой для обточки диаметров ≤ 1500 мм, в большинстве случаев с двумя суппортами на поперечнике, а также с боковым суппортом на станине;

в) Карусельный станок с двумя или несколькими стойками для обточки диаметров ≈ 1500 —12000 мм. Стойки и поперечная балка весьма прочны для диаметров большего диаметра, так как поперечные балки проходят почти по середине диаметра шайбы, поэтому требуется непомогательная конструкция;

г) Карусельный станок с перемещающимися стойками, поперечные балки в большинстве случаев нельзя поднять до середины планшайбы, поэтому они короткие. Главное преимущество: возможность обработки предметов, диаметр которых значительно больше размеров, чем планшайба, — обкомованные водопитательные станины. В случае сверления сверлильный суппорт, вылет которого выравнивает наименьшее расстояние между поперечной балкой и осью шпинделя.

¹⁾ См. выписку на стр. 838.

Таблица 14. Расход энергии карусельных токарных станков с горизонтальным шпинделем.

Диаметр обточки . . . мм	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
Расход энергии . . . P.S.	1,5	2	3	4	6	7	9	12

Диаметр обточки . . . мм	5 000	5000 : 7500	6000 : 9000	7000 : 10000	7500 : 12000
Расход энергии . . . P.S.	18	20 — 30	25 — 40	30 — 50	40 — 80

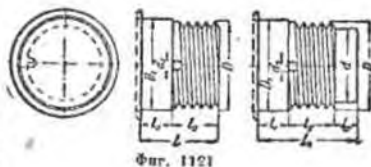
также с перемещающимися стойками.

Револьверные станки и автоматы ¹⁾. Для массового изготовления винтов и мелких предметов суппорт снабжается револьверной головкой, в которой укреплены несколько (до 16) простых режущих инструментов. Передвижение инструментов и смена их производится от руки (револьверные станки) или автоматически, при помощи особых направляющих, укрепленных на барабанах (автоматы); о промежуточной группе, „полуавтоматы“ см. ниже. Револьверные станки снабжаются—для одновременного укрепления нескольких инструментов—револьверной головкой, ось которой расположена горизонтально, вертикально или под углом. У револьверных головок с горизонтальной осью может быть задняя бабка. Такие станки применяются для обработки длинных предметов. Револьверные головки с перпендикулярной осью целесообразно применять для обработки арматуры и винтов, с осью же, лежащей под углом, применяются там, где употребляют инструменты, усложняющие вследствие своей длины, обслуживание станка.

Таблица 15. Головки шпинделей (DIN 800).

Параллельная D	D ₁	d ₁	l ₁	l ₂	L	d	l ₃	L ₂
M 20	21	2,5	8	12	20	16	5	25
M 24	25	3	9	14	23	19	6	29
M 27	28	3	10	16	26	22	7	33
M 33	34	3,5	12	18	30	28	8	38
M 39	40	4	14	20	34	33	10	44
M 45	46	4,5	16	23	39	38	11	50
M 52	55	5	18	26	44	45	12	56
M 60	62	5,5	20	30	50	52	14	64
M 68	70	6	23	34	57	58	16	73
M 76	78	6	26	39	65	65	18	83
M 89	90	6	30	44	74	80	22	96
M 104	105	6	34	50	84	95	24	108
M 119	120	6	39	57	96	110	28	124
M 134	135	6	44	65	109	125	30	139
M 149	150	6	50	74	124	140	35	150

Величины d, l₂ и L₂ суть номинальные размеры.
Метрическая параллельная по DIN 14.



Фиг. 1121

Головки шпинделей изготовляются по нормам DIN 800 (фиг. 1121) для того, чтобы достигнуть взаимозаменяемости планшайб поводкового патрона, а также патронов для закрепления обрабатываемого предмета.

Полуавтоматы для работ с патроном. Зажим обрабатываемых предметов рукой, включение и выключение инструментов при помощи рычагов, которые приходится в движение криволинейными направляющими, расположенными на барабанах.

Автоматы распадаются на станковые автоматы, которые делаются с одним или несколькими шпинделями, и магазинные автоматы для инструментов, предварительно уже обработанных. У автоматов с большим количеством шпинделей самый длительный период работ будет показателем для общего времени, так как все инструменты работают одновременно.

Таблица 16. Расход энергии для револьверных токарных станков.

Наибольший диаметр обработки предмета . . . мм	10	15	20	25	30	40
Расход энергии P. S.	1	1,5	2	2,5	3	4

Токарные станки для гладких (приводных) валов или коленчатых валов различаются по конструкции, в зависимости от того, обрабатывается ли вал или режущий инструмент. Станки для обточки гладких валов имеют небольшую высоту центра, не требуют большого числа скоростей и работают одновременно тремя резами, из коих один для грубой, другой для средней и третий для окончательной, чистовой обточки. Передача движения валу производится от передней бабки и от задней; этим избегаются крутящие деформации обрабатываемого вала.

В токарных станках для обточки прокатных валков центры служат лишь для установки на станке; значительный вес обрабатываемых валков передается на особые люветы (кольца). В виду большой стружки, которая берется при профилировании валков широкими резами, передача движения станку должна быть весьма мощная. Скорость резания для валков из твердого чугуна 0,6 до 1,5 м/мин. Передача при помощи зубчатого перебора или червячной передачи.

Таблица 17. Расход энергии у станков для обточки прокатных валков.

Длина прокат. вал. . . мм	400	500	600	800	1000	1200	1500
Диам. прокат. вал. . . мм	2500	3000	3500	4000	5000	5500	6000
Расход энергии . . . P. S.	5	6	7	8	12	15	16—20

Токарные станки для обработки осей для того, чтобы быть экономичными в работе, должны быть весьма мощными. Соответственно этому, расход энергии значителен.

Для расточки бандажей применяются специальные лобовые станки с небольшим числом скоростей, большую часть карусельные станки или полуавтоматы.

Станки для колесных скатов. Производительность станка от 6 до 10 скатов в 8 часов, для новых колесных скатов до 16 скатов.

¹⁾ Ср. K e i l e. Automaten, Berlin. Шпрингер.

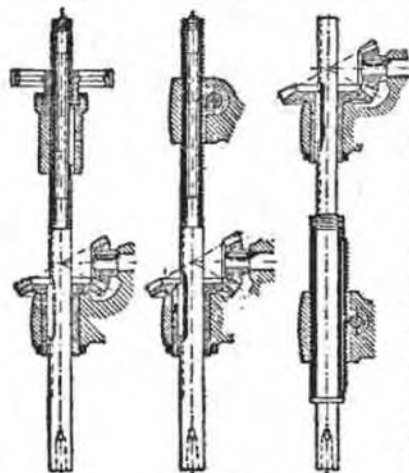
Таблица 18. Расход энергии у станков для обточки колесных снагов¹⁾.

Наибольш. diam. колес mm	1000	1500	2000	2500
Расход энергии P. S.	12	15	18	20—25

Токарный станок для задней заточки зубьев фрез работает таким образом, что фреза, подлежащая задней заточке, поворачивается вокруг своей оси, в то время, как резец, дающий фрезеру форму, посредством салазок сдвигается к оси фрезера и быстро оттягивается назад, в соответствии с количеством зубьев, которое обрабатываемый предмет должен получить. На фрезе необходимо заранее выфрезеровать необходимые прорезы. Лезвие получает или форму зуба фрезы при малых размерах последней, или резец ведется с помощью копровального приспособления, если ширина фрезера не допускает фасонного реза. Во избежание сотрясений, токарные станки для задней заточки делаются солидной конструкции.

е) Сверлильные и болторезные станки.

В большинстве случаев инструмент (сверло, сверлильный резец, развертка и т. п.) производит вращательное движение, тогда как обрабатываемый предмет или шпиндель (патрон), в котором укреплен инструмент, перемещается по направлению оси. В некоторых случаях для этой цели может служить и токарный станок, если по оси его шпинделя укрепить инструмент, а обрабатываемый предмет укрепить на станине станка. Направление шпинделя в сверлильных станках достигается таким образом, что один его конец направляется во втулку, имеющей осевое перемещение, а другой конец имеет осевое перемещение по втулке движущей шестерни (фиг. 1122).



фиг. 1122.

По расположению шпинделя различают вертикальные и горизонтальные сверлильные станки. Первые по гибкости перемещения укрепления шпинделя, в свою очередь, разделяются, на колонные, стенные и радиальные станки. Последняя группа может считаться полу-, или вполне универсальной, в зависимости от того, будет ли шпиндель вращаться вокруг одной или двух осей, перпендикулярных к оси сверляющего шпинделя. Первое вращение на суппорте, в плоскости, парал-

лельной стойке, второе поворотом поперечины вокруг ее горизонтальной оси. Радиальные сверлильные станки делаются также переносными.

Ручные сверлильные станки с ручным приводом, как, например, медведка с силовым приводом (электрическим, либо пневматическим) имеет большое применение. Диаметр дыр до 40 мм, при $d > 20$ мм прибор обслуживается двумя рабочими.

Сверлильный шпиндель снабжается ввиду конической втулки (гвоздом), в которую устанавливается конус хвоста сверла; конуса — по DIN 228 таблица 19 (фиг. 1123).

Наиболее употребительны спиральные сверла, которым (для мягкого железа) может быть при надлежащем охлаждении дана окружная скорость до 20 м/мин. Подача сверла на один оборот находится в пределах от 0.1 до 1 мм. Развертка дыр производится либо обыкновенно разверткой, либо (вод размер) разверткой с неравными режущими гранями. Скорость для развертки дыр примерно наполовину меньше скорости при сверлении. Подача при развертке в два до трех раз больше, чем при сверлении. Для развертки дыр, образующихся при отливке машинных частей, применяются, в виду большой прочности, развертки, имеющие форму спиральных сверл с 3 или 4 режущими гранями. Если сверлильный станок должен служить также и для нарезки (патрон) резьбы, то винтовой шпиндель станка должен иметь правое и левое вращение. Для устранения возможности излома метчиков при нарезке резьбы в искосных дырах пользуются специальными винторезными аппаратами, при помощи которых метчик, по достижении им дна отверстия нарезаемой дыры, автоматически выключается.

Для массового производства небольших предметов часто применяются многошпиндельные сверлильные станки, у которых обрабатываемый предмет движется по направлению к сверлу. Каждый шпиндель имеет свою окружную скорость, соответствующую диаметру сверла; этим избегается замена сверл и изменение скоростей.

Горизонтально-сверлильные машины применяются, главным образом, для рассверливания дыр в отливках при помощи борштанг с особыми режущими. При этом борштанга перемещается подобно тому, как полые шпиндели в токарных станках.

Борштанга с режущими перемещаются вдоль и поперек при помощи особой головки. Этим же резаком можно пользоваться для получения пиночных канавок во втулках, для какой цели резец перемещается (подается) нормально к оси шпинделя.

У горизонтально-сверлильных и фрезерных станков имеется еще перемещение, нормальное к борштанге; перемещение это сообщается либо обрабатываемому предмету, либо борштанге. Первое достигается при помощи установки и закрепления предмета на столе прочной станины, которая может перемещаться по другому столу, расположенному либо параллельно борштанге, либо нормально к нему. Тяжелые, подлежащие обработке предметы укрепляются неподвижно на фундаментных плитах, а все движения реза производятся борштангой.

Станки для расточки и рассверливания цилиндров. Различают два типа станков: с перемещающейся борштангой, которая движется вместе с укрепленным на ней резцом, и с неподвижной

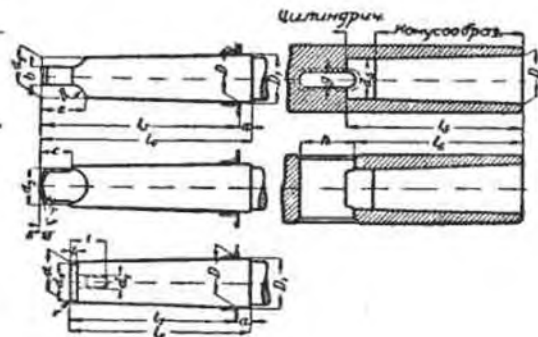
¹⁾ См. приложение 1, стр. 836.

Таблица 19. Конуса хвостов и патронов (DIN 228). Размеры в мм.

Обозначение	Х в о с т																				
	Конус	D	D ₁	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	a Наибольшая велич.	b	c	e	f	R	r	t	
Метрический конус ...	4	1:20	4	4,1	2,85	—	—	—	2	23	25	—	—	2	—	—	—	—	—	0,5	2,2
	6	1:20	6	6,15	4,40	—	—	—	3,5	32	35	—	—	3	—	—	—	—	—	0,5	2,5
Конус Морзе	0	1:19,212	9,045	9,212	6,401	—	6,115	5,9	5,5	50,8	54	56,3	59,5	3,2	3,9	6,4	10,4	—	4	1	2,5
	1	1:20,048	12,065	12,238	9,371	M 6	8,973	8,7	8	54	57,5	62,0	65,5	3,5	5,2	9,5	14,5	15	5	1,25	3
	2	1:20,020	17,781	17,981	14,534	M 10	14,060	13,6	19	65	69	74,5	78,5	4,0	6,3	11,1	17,1	20	6	1,5	4
	3	1:19,922	23,826	24,052	19,760	1/2 "	19,133	18,6	18	81	85,5	93,5	98,0	4,5	7,9	14,3	21,3	25	7	2	4
	4	1:19,254	31,269	31,544	25,909	3/4 "	25,156	24,6	24	103,2	108,5	117,7	123,0	5,3	11,9	15,9	24,9	30	9	2,5	5
	5	1:19,002	44,401	44,732	37,470	1 "	36,549	35,7	35	131,7	138	149,2	155,5	6,3	15,9	19,0	30,0	40	11	3	6
6	1:19,180	63,350	63,762	53,752	1 1/4 "	52,422	51,3	50	184,1	192	209,0	217,5	7,9	19,0	28,6	45,6	50	17	4	7	
Метрический конус ...	80	1:20	80	80,40	70,2	1 3/8 "	69	67	85	196	204	220	228	8	26	24	47	60	23	5	8
	100	1:20	100	100,50	88,4	1 1/2 "	87	85	85	232	242	260	270	10	32	28	58	60	30	6	10
	120	1:20	120	120,60	106,6	1 3/4 "	105	103	100	268	280	300	312	14	38	32	63	60	36	6	11
	140	1:20	140	140,70	124,8	1 7/8 "	123	121	120	304	318	340	354	12	44	38	78	65	42	8	13

Направляющая часть хвоста осаживается на диаметр e_1 , однако, это не обязательно. Нарезка метрическая по DIN 13, Виторга по DIN 12.

Обозначение	П т р о н							
	Конус	D	d ₁	l ₁	l ₂	g	h	
Метрический конус ...	4	1:20 = 0,05	4	3	25	21	2,5	
	6		6	4,6	34	29	3,5	12
Конус Морзе	0	1:19,212 = 0,05205	9,045	6,7	51,9	49	4,1	14,5
	1	1:20,048 = 0,04889	12,065	9,7	55,5	52	5,4	18,5
	2	1:20,020 = 0,04895	17,781	14,9	60,9	63	6,6	22
	3	1:19,922 = 0,050196	23,826	20,2	83,2	78	8,2	27,6
	4	1:19,254 = 0,051933	31,269	26,5	105,7	98	12,2	32
	5	1:19,002 = 0,0526265	44,401	38,2	134,5	125	16,2	37,5
6	1:19,180 = 0,052138	63,350	54,8	187,1	177	19,3	47,5	
Метрический конус ...	80	1:20 = 0,05	80	71,4	200	186	26,3	52
	100		100	89,9	237	220	32,3	60
	120		120	108,4	274	254	38,3	68
	140		140	126,9	310	286	44,3	76



Фиг. 1123.

Метрический конус по DIN 233. Конус Морзе по DIN 231.

Таблица 20. Мощность вертикальных сверлильных станков.

Диаметр отверстия мм	20	30	40	50	75	100
Необходимая мощность Р. С.	1,5	2	3	4	5	7

Для радиально-сверлильных станков около 30—50% больше.

Таблица 21. Расход энергии у горизонтально-сверлильных станков.

Диам. сверл. вала мм	50	60	70	80	100	120
Для расвера. до мм	200	250	300	400	500	600
Расход энергии Р. С.	3	2,5	3	4	5	7

Таблица 22. Расход энергии для горизонтально-сверлильных станков и фрезерных станков¹⁾.

Диам. сверл. вала мм	80	100	120	150	200	250
Для расвера. до мм	400	500	600	1000	1500	2000
Расход энергии Р. С.	6	7	8	10	15	20—25

Таблица 23. Расход энергии у станков для расточки цилиндров¹⁾.

Диам. сверл. вала мм	150	200	250	300	350	400	450	500
Для диам. раст. до мм	700	800	1000	1200	1500	2000	2500	3000
Расход энергии Р. С.	5	6	7	8	10	12	16	20—25

борштангой, по которой может двигаться резец. При помощи этих станков может одновременно производиться обточка цилиндрических фланцев.

Борштанги должны быть, по возможности, прочны, ибо от этого зависит точность работы. Хорошие результаты достигаются в том случае, если наибольший прогиб вала, вызываемый давлением резца (при одном только резе), меньше $\frac{1}{1000}$ мм. Скорости резания при расточке принимаются такие же или несколько меньше, чем при токарных работах, то же относится и к подаче суппорта на один оборот. При этом необходимо иметь в виду, что часто несколько (для цистовой расточки) резцов работают один позади другого; при этом даются подачи до 15 мм на один оборот.

Для рентабельной обработки цилиндров необходимо станки для расточки комбинировать с горизонтально-сверлильными и фрезерными станками, установленными на одной общей фундаментной плите. Станки для расточки цилиндров часто строятся переносными и с электрической подачей; они дают возможность с удобством производить обработку всех круглых в плоских поверхностях, не прибегая к перестановке и укреплению тяжелых и громоздких цилиндров.

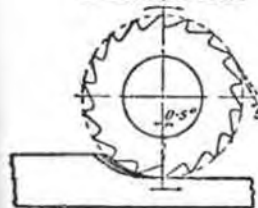
Г) Фрезерные (шарошечные) станки.

Фрезы, работающие многими режущими гранями, имеют, по сравнению с одиночными резами строгальных станков то преимущество, что они работают непрерывно, без всяких ударов и без обратного (холостого) хода. Вследствие равномерной подачи резца по отношению к обрабаты-

¹⁾ См. прим. стр. 838.

ваемому предмету берется стружка, в виде запятой, так что сечение постепенно увеличивается (фиг. 1124). Для чистой и точной фрезерной работы рекомендуются фрезы со спиральными зубьями. Подъем спирали составляет от 10° до 20° , а при больших скоростях фрезерки до 30° . Сечение канавок должно быть достаточно для того, чтобы, особенно при снятии большого слоя, стружка могла поменаться в канавке свободно, а не производила бы давления на фрезу, вызывая этим нежелательное ее нагревание. Фрезы, для особенно толстых стружек, должны быть снабжены разрезными зубьями для искривления стружки.

Фрезы с задней заточкой зубьев (фиг. 1125) представляют по отношению к фрезам с мелким зубом то преимущество, что они могут выдерживать большее давление, в виду большей прочности зуба, и что при заточке притупившихся зубьев сохраняется первоначальный выходящий угол резания, тогда как у фрез с мелким зубом ширина режущей головки увеличивается, промежуток уменьшается, и получается невыгодный угол резания. Особенно выгодны фрезы с задней заточкой для обработки сложных профилей, ибо при последующих заточках зубьев вполне сохраняется их первоначальная форма (профиль).



Фиг. 1124.



Фиг. 1125.

Для сохранения первоначального угла резания и после заточки зуба необходимо задние поверхности зубцов при изготовлении фрезы ватчинать (на особых станках) по логарифмической спирали (или приближенно по архимедовой спирали); режущая грань зуба сохраняет тогда свое направление к центру фрезы (радиальное).

Для выяснения, какой способ обработки¹⁾ в данном случае более выгоден—фрезировка или строгание, следует иметь в виду, что длинные плоскости небольшой ширины выгоднее строгать, а широкие плоскости небольшой длины выгоднее фрезеровать; необходимо, однако, также принимать в расчет и другие размеры обрабатываемого предмета. Профилированные сечения всегда дешевле обрабатывать фрезером. При фрезеровании предметов значительной длины и особенно при обработке чугуна необходим всегда второй проход фрезером, при котором производится окончательная обработка предмета без его нагревания. Для больших и сложных профилей фрезы состоят из отдельных частей.

Небольшие фрезы часто изготавливаются из одного куска с цилиндрической оправкой; фрезера больших размеров имеют в центре цилиндрическое отверстие, которым надеваются на оправку (валик), укрепляемую

¹⁾ Toussaint, Neuzittl, Betriebsführung u. Werkzeugmaschine, Berlin 1918, Jul. Springer, стр. 28.

конусом в шпинделе фрезерного станка. Для больших нагрузок валки фрезы в шарошечном шпинделе укрепляются конусами, предотвращающими круговое движение оправки. Натягивание оправки производится помощью винта с дифференциальной нарезкой, проходящего через шпиндель, при посредстве которого производится и выдвигание.

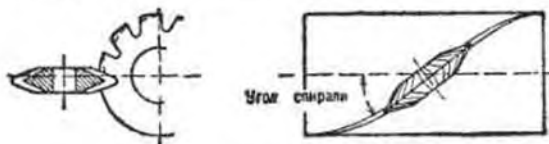
Размеры и опорные части фрезерных шпинделей должны быть определены с таким расчетом, чтобы они не давали заметного прогиба; большой прогиб дает весьма беспокойный ход фрезера. Рекомендуется каждую оправку (валки), на которую надета фреза, снабжать подшипниками, расположенными по обе стороны фрезы; подшипники должны быть, по возможности, непосредственно скреплены со столом фрезерного станка. Станина, стол и консоли должны быть сконструированы весьма прочно для избежания прогиба. Для возможности пользоваться в широкой мере охлаждением фрезы струей жидкости, следует устанавливать в надлежащих местах сточные желоба.

Скорость резания устанавливается в зависимости от материала обрабатываемого предмета; с другой стороны, диаметр предметов, обрабатываемых на одном и том же фрезерном станке, меняется в широких пределах; необходимо поэтому проектировать станок с таким расчетом, чтобы число оборотов можно было изменить в широких пределах. Равным образом конструкция станка должна допускать возможно большее число скоростей подачи, обыкновенно от 8 до 16, часто до 32.

Скорости подачи см. таблицу 7. стр. 830.

Подача обрабатываемого предмета должна всегда происходить по направлению против вращения фрезы. Скорость обратного хода равна от 1 до 4 м/мин.

Горизонтально-фрезерные станки. Обыкновенный фрезерный станок со столом применяется, главным образом, для массового изготовления таких изделий, для обработки которых требуется вертикальное перемещение фрезы лишь для его установки. Устанавливается лишь фрезерный шпиндель для того, чтобы перемещающаяся по столу планка с прикрепленными на ней предметами могла иметь надежную опору при помощи ног или коробчатой станины. У станков для общих фрезерных работ стол



Фиг. 1126.

должен также иметь вертикальное перемещение, для чего он устанавливается на консоли, укрепленной с передней стороны станины; столу сообщается перемещение в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Если стол вместе с тем может еще и вращаться, то такие станки называются универсально-фрезерными; они снабжаются еще делительным аппаратом для выполнения точных работ и для фрезирования спиральных зубьев на фрезах.

Для получения зубьев стол должен быть поставлен под углом, равным углу спирали (фиг. 1126), а обрабатываемый предмет должен, переме-

щаясь по направлению движения стола, вращаться около своей оси; это достигается тем, что подвижный винт стола соединен с червяком делительной головки при помощи сменных колес (фиг. 1127).

Работы с делительной головкой. Обыкновенное деление. Если z — число зубцов на окружности обрабатываемого предмета, подлежащей делению, $1:Z_1$ — точное число делительной головки (больше частью $1/40$), n — число оборотов делительного диска, то для простых делительных работ $n = Z_1 : z$, при чем z должно быть кратным от имеющегося в делительном диске числа дюр. Делительные диски при фрезерных станках обыкновенно допускают деление на все, без исключения, числа до 100; свыше 100 можно разделить на число частей, кратное от предыдущих.

Деление на числа первые между собой¹⁾. Для получения таких делений шпиндель делительной головки соединяется с валком конической передачи через посредство сменных колес (фиг. 1127); таким образом получается дифференциальная передача.

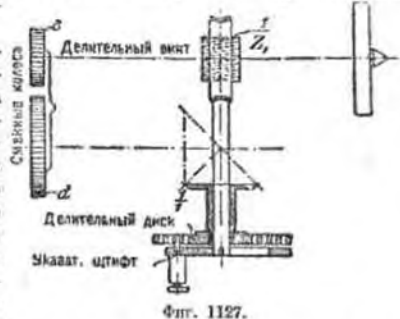
Число оборотов n_1 определяется приближенно по формуле $n_1 \approx Z_1 : z$, которое может быть получено помощью существующих делительных дисков. Подлежащие включению сменные колеса определяют тогда по $e : d = Z_1 - n_1 z$. Отношение $e : d$

будет положительным или отрицательным, в зависимости от того, выбран ли n_1 меньше или больше n ; в первом случае включается одно сменное колесо, а во втором — два колеса.

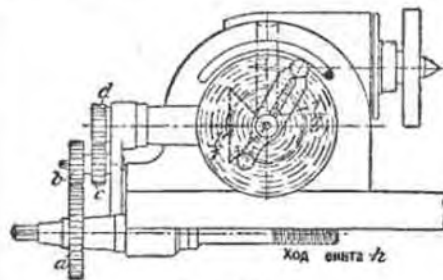
Ход (подъем спирали)²⁾. Если обозначим через $1:i$ передаточное число сменных колес $(a:b) \times (c:d)$, h — ход винта, перемещающего стол, в мм, s — ход спирали, которая должна быть выфрезерована, в мм, то передаточное число колес равно $1:i = (h:s) \cdot z_1$ (фиг. 1128).

¹⁾ Jurthe & Mietzschke, Handbuch der Fräselei, Berlin, 1917 г. Jul. Springer. Pockrandt, Teilkörperarbeiten, Werkstattbücher Heft 6, Berlin 1920 г., Jul. Springer.

²⁾ Кларре, Wechselräderechnung an Drehbänken, Werkstattbücher Heft 4, Berlin 1920 г., Jul. Springer, sowie Hilfsfeldern der Hütte, 3 Aufl., Berlin 1922 г., Wilhelm Ernst & Sohn.



Фиг. 1127.



Фиг. 1128.

Таблица 24. Расход энергии горизонтально-фрезерных и универсально-фрезерных станков ¹⁾.

Площадь стола мм	500 × 125	750 × 150	1000 × 200	1250 × 250	1500 × 530
Высота центра делит. головки мм	100	110	125	150	200
Расход энергии P. S.	0,6	1	2	3	3,5

У вертикально-фрезерных станков, на которых обычно производится те же работы, что и на долбежных станках, фрезерный шпиндель вместе со своим суппортом может устанавливаться в вертикальном направлении; стол имеет те же движения, что и у горизонтально-фрезерных станков. Вертикально-фрезерные станки снабжаются часто еще особым съемным круглым столом для обработки круглых поверхностей, центр которых совпадает с осью шпинделя.

Таблица 25. Расход энергии для вертикально-фрезерных станков ²⁾.

Вылет мм	150	200	350	500	800	1000
Размер стола мм	400 × 125	750 × 200	1000 × 300	—	—	—
Диаметр круглого стола мм	—	450	—	650	1000	1500
Расход энергии P. S.	1	1,5	2	3	4,5	6

Продольно-фрезерные станки, у которых стол перемещается по неподвижной станине, строятся по типу горизонтально- и вертикально-фрезерных станков. Во многих случаях, особенно у станков типа стогольных, у поперечных и боковых стоек устанавливаются фрезерные головки с подвижными суппортами. Вообще, благодаря разностороннему применению фрезерных работ больше, чем где бы то ни было, здесь применяются комбинации различных конструкций станков.

Большое количество токарных работ может быть с выгодой исполнено на кругло-фрезерных станках, особенно для предметов массового производства и для тел вращения со сложными фигурными профилями. Наиболее подходящими для такой обработки являются, напр., канатные шкивы, ременные шкивы с закраинами и без закраин, гладкие или выпуклые ободы шкивов, валики, ручные маховички, зубчатые колеса и зубчатые ободы для внутреннего и наружного зацепления, конические колеса и т. п. Обрабатываемый предмет надевается на конец медленно вращающегося шпинделя (иногда шпиндель устанавливается между делателями); фрезер при помощи суппорта на салазках придвигается к обрабатываемому предмету, приводится во вращение от ступенчатого шкива и фрезует обрабатываемый предмет в окончательном виде, обходя его окружность один раз несколько раз. Приемление подобных станков в массовом производстве весьма выгодно, ибо один рабочий может обслуживать одновременно до 6 станков. Для обработки предметов диам. до 600 мм один станок расходует до 2,5 P.S.

Станки для фрезования продольных (шпоночных) канавок или сквозных гнезд работают при помощи сверлового фрезера с двух режущих гранях; при каждой перемене направления возвратно-движущегося реза (для обрабатываемого предмета) фрезер опускается на некоторую вели-

чину, или фрезер подается сначала на требуемую глубину и затем одним проходом вынимает материал по всей длине гнезда. Длинные канавки сначала фрезуются дисковым фрезером.

Холодные пилы подаются действием собственного веса, увеличиваемого или уменьшаемого грузом, положение которого может изменяться. Подача холодных пил обыкновенно равна от 1:300 до 1:1300 скорости резания.

Для резки рельсов, балок и прокатного железа в горячем состоянии применяются мартеновые или горячие пилы, у которых круглая пила подвешена в особой раме; последние имеют мартенообразное движение. Передача в данном случае от самостоятельной паровой машины или от электродвигателя. Подача пилы производится рычагом, работающим от особого парового цилиндра или гидравлическим путем.

Таблица 26. Расход энергии для круглых холодных пил.

Диам. круглой пилы мм	500	600	900	1000	1500
Расход силы P. S.	5	6	9	12	16

Таблица 27. Расход силы горячих и мартеновых пил.

Диаметр круглой пилы мм	600	1000	1500
Расход силы P. S.	15—25	40—45	60—70

лотенце сидит на оси приводного мотора с окружной скоростью до 100 м/сек.

При приближении предмета к полотенцу, в месте прикосновения, под влиянием давления подачи, возникает трение, приводящее близ лежащие молекулы предмета к плавлению и сгоранию. Частицы, расположенные по обе стороны пропила, не сгорают, так как образовавшаяся во время короткого рабочего процесса теплота не может достаточно скоро распространиться. Материал пропила накаляется добела и выбрасывается отсюда проникающим вглубь полотенцем. У режущих граней выявляется закалина, величина которой зависит от твердости материала. Различного рода твердые материалы могут обрабатываться от одинакового шкива. Для чугуна, равно как для меди и их мягких сплавов не подходит, для горячей расплюскови требуется особое полотенец. В последнее время применяются металлоделительные станки с зубчатыми шкивами, плавление от световой дуги между шкивом и обрабатываемым предметом; их мощность несколько выше указанной в таблице 28.

Фрезерные станки для винтовой нарезки служат для фрезования нарезки непрямоугольного профиля, напр., остроугольной, трапецевидной, а также для нарезки червяков и т. п. Фрезер устанавливается

Таблица 28. Расход энергии для металлоотрезных станков.

Для отрезки круглого железа диам. до . . . мм	45	55	75	120	150	300
Диам. диска мм	500	600	700	900	1200	2000
Расход энергии P. S.	4	10	20	35	50	60

под углом, соответствующим углу подъема винта; обрабатываемый предмет, вращаясь около оси, имеет одновременно соответствующее осевое перемещение. Подача может доходить от 100 до 200 мм/мин. Для заточки фрез необходим специальный шлифовальный станок. При незначительном угле подъема винта (около 5°) нарезка может быть сделана и канавочным фрезером, длина которого может быть равна длине изделия, подлежащего нарезке. Нарезка фрезеруется тогда при перемещении на 1 шаг винта и при 1¼ оборота нарезываемого предмета. Искажение профиля, которое происходит вследствие того, что пренебрегают углом подъема и вследствие того, что ось фрезы и обрабатываемого предмета лежат параллельно, — в большинстве случаев неизбежно. Этим способом можно фрезеровать внутренние нарезки. Прямоугольные профили фрезерованию этим способом не поддаются.

г) Станки для изготовления зубчатых колес (зуборезные).

На зубчатых колесах зубья нарезаются (если они не отлиты) фрезами или строгаются; при этом промежуток между зубьями большей частью вырезается из сплошного обода; только при большом расстоянии между зубьями последние отливается. Деление по окружности выражается почти исключительно модулем $m = t : \pi$ (см. отд., Детали машин, стр. 210 и сл.), при чем диаметр будет числом рациональным. Точно также в модуле выражается высота головки и основания зубца, при чем первая равна величине модуля, а вторая 1½ или 1,16 × модуль. Обработка промежутокка может быть достигнута:

1. Инструментом (фрезером), сечение которого в точности соответствует профилю промежутокка, или
2. резцом, который, перемещаясь по соответствующему шаблону, в точности описывает кривую очертания зубца, или
3. специальным режущим инструментом, который воспроизводит обкатку обрабатываемого колеса по колесу производящему (способ обкатывания).

Специальными станками производится нарезка зубцов:

- по способу 1: для цилиндрических и винтовых колес (червячные колеса только для вспомогательных целей),
- по способу 2: для конических колес и для цилиндрических колес,
- по способу 3: для цилиндрических, винтовых, червячных и конических колес.

Зацепление большей частью происходит по разветвке, у которой наклон эвольвенты к общей касательной равен 15°.

Фрезерно-зуборезные станки для цилиндрических колес по способу 1: Зубцы фрезы имеют сечение, тождественное с профилем промежутокка, и имеют заднюю заточку, поэтому при заточке передней (радиальной) режущей грани фрезерного зубца, — сечение последнего остается без изменения. Обрабатываемое колесо остается неподвижным, фрезер вращается, двигаясь поступательно по направлению оси обрабатываемого колеса. Фрезер устанавливается точно по средней линии промежутокка и сразу на надлежащую глубину (высоту зубца), ($\approx 2\frac{1}{6} \times$ модуль). По обработке одного промежутокка, фрезер выдвигается, и колесо поворачивается около своей оси на один зубец. Во многих случаях зубцы цилиндрических колес

можно также нарезать и на универсально-фрезерном станке. Фрезер устанавливается на оправку на шпинделе станка; колесо надевается на оправку, устанавливаемую между центрами делительной головки и задней бабки. Надлежащий поворот колеса на один зубец — при помощи делительной головки. Подача происходит от самохода стола, возвратное движение — от руки. Применяют также приспособления, которые включаются до делительной головки, делают автоматически и ускоряют возвратное движение (Людв. Лева и К°).

У автоматических зуборезных фрезерных станков колесо надевается на оправку, служащую шпинделем станка и снабженную на одном конце делительным диском; диаметр этого последнего должен быть больше наибольшего, подлежащего обработке, колеса с тем, чтобы уменьшить влияние возможных ошибок в делениях делительного колеса. Главный шпиндель станка может иметь горизонтальное или вертикальное положение. Когда фрезеровка одного промежутокка закончена, то происходит обратный ход фрезера (со скоростью от 60 до 100 мм/сек). Перед новой подачей салазки вместе с фрезером останавливаются до тех пор, пока механизм для рабочей подачи фрезера снова автоматически не включится.

У таких станков для изготовления зубчатых колес с успехом применяются на фрезерной оправке, установленной рядом с точным фасонным фрезером, один или несколько фрезеров для предварительной нарезки.

Для точного изготовления колес необходимо иметь особый фрезер для каждого числа зубцов; в большинстве же случаев довольствуются имеющимися в продаже размерами фрезеров, которые изготавливаются комплектами по 8—15 и 26 штук в комплекте, для делений модуля от 12 до ∞.

Если вышеприведенными фрезерами нарезаются колеса с промежуточным числом зубцов, то форма таких зубцов не вполне соответствует теоретической кривой очертания зубца, но все же для многих случаев вполне удовлетворительна.

Фрезерные зуборезные станки для цилиндрических колес по способу 3. Для нарезки зубьев на цилиндрических колесах по способу ката-

Таблица 20. Комплект из 8 фрезеров.

№№	1	2	3	4	5	6	7	8
Число зубцов . . .	12—13	14—16	17—20	21—25	26—34	35—54	55—134	135—∞

Комплект из 15 фрезеров.

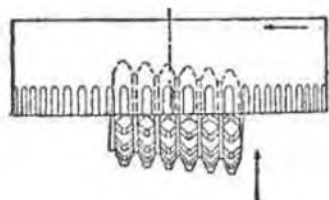
№№	1	1½	2	2½	3	3½	4
Число зубцов . . .	12	13	14	15—16	17—18	19—20	21—22

№№	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8
Число зубцов . . .	23—25	26—29	30—34	35—41	42—54	55—79	80—134	135—∞

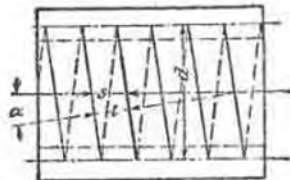
Комплект из 26 фрезеров.

№№	1	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{3}{4}$	3	3 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{4}$	4	4 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{3}{4}$	5	5 $\frac{1}{4}$
Число зубцов	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24—25	26—27	28—29
№№	5 $\frac{1}{4}$			5 $\frac{3}{4}$			6			6 $\frac{1}{4}$			6 $\frac{1}{2}$		
Число зубцов	30—31			32—34			35—37			38—41			42—46		
№№	6 $\frac{3}{4}$		7		7 $\frac{1}{4}$		7 $\frac{1}{2}$		7 $\frac{3}{4}$		8				
Число зубцов	47—54		55—65		66—79		80—102		103—134		135—∞				

ния применяется червякообразный фрезер, продольное сечение которого, нормальное к винтовой линии червяка, имеет профиль зубчатой полосы (рейки). Высота зуба фрезера, служащая для нарезки основания зубца, должна быть увеличена на $\frac{1}{6}$ модуля или менее для образования зазора. При фрезеровании фрезер устанавливается наклонно к плоскости колеса под средним углом подъема червяка (фиг. 1129). Относительное вращение



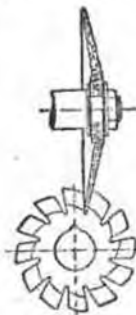
Фиг. 1129.



Фиг. 1130.

фрезера и обрабатываемого колеса должно быть выполнено таким образом, чтобы окружная скорость обрабатываемого колеса была равна линейному перемещению профиля в том же направлении, происходящему при вращении фрезера. Это достигается тем, что между движением фрезера и обрабатываемого колеса устанавливается принудительно передаточное число червячной передачи. Кроме того, необходимо передвижение фрезера в направлении длины зубцов. Фрезерам придается форма одноходовых червяков. При определении среднего подъема червяка s (фиг. 1130) необходимо иметь в виду, что расстояние между двумя смежными винтовыми ходами, измеренное по нормали к направлению винтовой линии t , должно соответствовать расстоянию между зубьями обрабатываемого колеса. Если α угол наклона средней винтовой линии, то $s = t \cdot \cos \alpha$; с другой стороны $t g \alpha = s \cdot d \pi = t \cdot (\cos \alpha \cdot d \pi)$; величина $t = m$ (модуль) π , поэтому $\sin \alpha = m \cdot d$, где α и d неизвестны, если задано m . При изготовлении фрезера необходимо иметь в виду, чтобы для s получалась величина, легко получаемая на токарном станке при помощи сменных колес. Фре-

зерная канавка в червякообразном фрезере должна иметь форму винтовой поверхности, которая нормальна к средней линии наклона червячного фрезера. Для сохранения режущей поверхности притупившегося фрезера, при последующем его точении наладочный диск должен иметь поверхность усеченного конуса, одна из образующих которого даст производящую прямую (фиг. 1131). Изменение диаметра фрезера при его точении обуславливает изменение угла наклона винтовой линии, почему необходимо при установке фрезера вновь определять угол его наклона α ; обыкновенно пользуются таблицами, в которых дается угол установки фрезера, в зависимости от степени уменьшения диаметра его при износе. Это обстоятельство является источником ошибок при изготовлении зубчатых колес.



Фиг. 1131.

Станок долбежного типа для изготовления шестерни системы Fellow работает по способу 3, однако, образующей здесь является не зубчатая рейка, а колесо с 24 зубьями (фиг. 1132). Ошибка, наблюдаемая здесь, состоит



Фиг. 1132.

в том, что колесо с числом зубьев менее 24 не будет иметь правильного зацепления с зубчатыми колесами, изготовленными по этому способу, но этой ошибкой можно пренебречь ради того, что высота зубца увеличивается на величину зазора. Получаемый при этом пути головки зубца выравнивает ошибку. При рабочем движении станок делает движение в вертикальном направлении; при обратном ходе одновременно с приближением инструмента и обрабатываемый предмет перемещается около своей оси. В качестве инструмента применяется цилиндрическое колесо из закаленной стали. Правильная форма получается после обработки точильным кругом, который, как зубья зубчатой рейки, совершает обкатывающее движение по профилю зубца. Машинки могут применяться также и для изготовления колес со внутренним зацеплением. Станок Рейнекера и Фрис подобного же устройства работает тоже ударным способом по методу обкатки.

Винтовые колеса. Для нарезки винтовых колес применяются только фрезерные станки, работающие так же, как и фрезерные зуборезные станки для цилиндрических колес. Если зубья нарезаются на универсально-фрезерном станке, то ось обрабатываемого винтового колеса устанавливается под соответствующим углом наклона. Во время подачи колеса оно одновременно должно поворачиваться соответственно углу наклона винтового зубца (см. Работы с делительной головкой). Форма зубьев фрезеров соответствует делению, измеренному перпендикулярно к направлению зубьев (нормальное деление). При нарезке по развертке применяют червячный фрезер, который устанавливается под углом подъема, увеличенным на угол подъема зубцов винтового колеса.

Червячные колеса. Нарезка зубьев на червячных колесах производится при помощи червячного фрезера, зубья которого имеют размер,

увеличенный по высоте на величину зазора у головки зубца. Если при-
кuditельно осушествить такое относительное вращение червячного фре-
зера и обрабатываемого колеса, которое имеет место в действительности
при нормальных условиях передачи, то червячный фрезер будет вырезать
в обрабатываемом колесе зубец падающей профиля. Парезка при
посредстве цилиндрического червячного колеса может производиться на
универсальном фрезерном станке, если имеется вышеупомянутое прину-
дительное движение в станке. Во время рабочего хода оси инструмента
и обрабатываемого предмета медленно приближаются на требуемое рас-
стояние друг от друга. По методу Ройнкера, применяющего чер-
вячный фрезер в виде усеченного конуса, меньший диаметр которого
соответствует диаметру вала червяка, — инструмент и предмет устанавли-
ваются сразу на правильное расстояние осей, и фрезер в процессе фре-
зерования по разрезке продвигается вперед в направлении осей. Такой
способ нарезки должен производиться на машинах особой конструкции,
которая путем включения в передачу дифференциала позволяла бы осу-
ществить относительное перемещение фрезера и колеса.

У станков строгального типа, работающих с применением шаблона,
образование формы зубца достигается движением или предмета, или
фасонного реза вдоль шаблона, представляющего зуб в увеличенном
масштабе. Боковая поверхность зубца образуется прикосновением точки
или линии. В первом случае режет стальное острие, в последнем — ребро,
дающее, как касательная к боковой поверхности зубца, более гладкую
поверхность, в сравнении с риской при заостренном строгальном резе.
У станков для строгания конических колес системы Oerlikon резец
совершает движение по одному направлению, колесо же движется по
направлению, определяемому шаблоном. У станков системы Gleason
это движение передается фасонному резу. При движении по шаблону
следует обращать внимание на то, чтобы при поступательном движении
прикосновение реза шло по одной линии. Так как ведущая кривая есть
пространственная кривая, то для зажима реза необходимо востороннее
движение вокруг оси конуса. Для получения ведущей кривой часто при-
меняют станки особой конструкции.

У станков для изготовления конических колес по методу
катания боковое очертание зубца получается нарезанием заданного
колеса посредством гребенки из зубьев горизонтального плоского кониче-
ского колеса (коническое колесо с углом заострения 180°). Так как это
колесо имеет зубец зубчатой рейки, то при развертывании зацепления
получают инструмент, примойнейшая режущая кромка которого распо-
ложена включенной на $14\frac{1}{2}^\circ$. Для прочности необходима одна, мак-
симум две режущие кромки плоского колеса. В зависимости от того,
какими будут кромки — движущимися назад и вперед или вращающимися,
получают строгальные или фрезерные станки. У станков системы Wil-
gash (фиг. 1133) колесо поперечного сечения лежит в одной горизон-
тальной плоскости. В конструкции машины отличительным является
наличие строгального реза и ролика для делительного круга (конуса)
обрабатываемого предмета. Перекачивание производится при помощи дуги,
которая насаживается на ось колеса, подлежащего обработке, и которая
представляет сечение конуса перпендикулярно к плоскости развертывания

Для каждого угла требовалась бы особая дуга, но пользуются прибли-
женными и накладывают их с разницей углов в 5° . Правильное перека-
чивание дуг на плоском зубчатом колесе обеспечивается приводом при
помощи стальных лент. Станок при однократной установке его нарезыва-
ет одну сторону всех зубцов колеса.

Строгальный станок для изготовления конических колес по системе
Gleason работает двумя ножами, одновременно обрабатывающими обе
боковые поверхности зубца. Ножи при закреплении предмета подвигаются
постепенно к основе зубца, затем включается обкатывающее движение,
при чем боковая поверхность зубца производится как обертывающая лев-
ый реза.

Для окончательной шлифовки закаленных шестерен, часто употре-
бляемых в автомоблях, служат шлифовальные станки¹⁾, у которых
наждачный диск, двигаясь как зуб
образующей рейки назад и вперед,
совершает, при вращении обрабатываемого колеса также влево и вправо,
обкатывающее движение.

По этому же методу изготавливаются конические колеса со
спиральными зубцами. Для этого обрабатываемый предмет полу-
чает дополнительное вращение от оси делительной бабки.

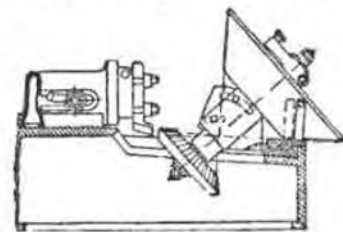
в) Шлифовальные станки.

Шлифовальные станки служат либо для получения точных и возможно
чистых поверхностей, либо для заточки закаленных режущих инстру-
ментов. Широкое поле применения шлифовальных станков для обработки
почти всех материалов — вызывает необходимость в весьма многочислен-
ных и разнообразных конструкциях этих станков для специальных целей.
Главнейшие типы: кругло-шлифовальные станки, плоско-
шлифовальные и для заточки режущих инструментов. Во всех случаях
режущим инструментом служит наждачный или карборундовый диск. Наибольшая допустимая²⁾ в Германии законом окружная
скорость равна только для сухой шлифовки (цементная связь) — 15 м/сек,
для сухой и мокрой шлифовки (керамическая связь) — от 25 до 35 м/сек.
Опытами, однако, установлено, что с увеличением окружной скорости
производительность диска может быть еще более повышена.³⁾ Для оконча-
тельной шлифовки следует пользоваться наибольшими скоростями. Если
поверхность обрабатываемого предмета гладкая, то он подвигается сразу
окончательной шлифовке без предварительной обработки. Подача обраба-
тываемого предмета при предварительной грубой шлифовке больше, чем
при чистой и окончательной шлифовке.

¹⁾ Работает, Werkstat-Technik, 1907, стр. 626.

²⁾ Постановление прусского министерства тор. судн и промышленности от 8 октября
1906 года.

³⁾ Шлезингер: Leistungsversuche mit nassem schmirgel- und karborundum-
scheibeln, Mit. Forschungsarb. Heft 42.



Фиг. 1133.

Качество шлифовки зависит от твердости и величины зерен диска, для твердых предметов применяются мягкие диски, для мягких—твердые¹⁾;

Подшипники вала наждачного диска должны иметь возможно малые допуски при посадке на вал; при наибольших диаметрах, для более легкой и точной пригонки их следует снабжать свинцовыми вкладышами. Наждачный диск с муфтой для укрепления предметов должен быть возможно более уравновешен, чтобы можно было достичь совершенно гладкого шлифования (без паразита). Между диском и муфтой следует вкладывать эластичные прокладки из картона, кожи или свинца. У наждачных дисков диаметром более 200 мм диаметр муфты должен быть равным, по крайней мере, половине диаметра наждачного круга. Предохранительные кожухи—из стального литья, полосового или волнистого железа, но не из чугуна или ковкого чугуна; предохранительные кожухи не должны иметь больших зазоров между кожухом и диском и, по мере изнашивания наждачного диска, кожух должен переставляться. Станина должна быть весьма прочной и связанной с фундаментом, во избежание сотрясений, которые могли бы передаваться обрабатываемому предмету. Для этого ее крепко привинчивают к фундаменту или заливают цементом. Рабочие ремни по той же причине нужно сшивать или склеивать.

Металлическая и наждачная пыль отводится при сухой шлифовке особым эксгаустером, а при мокрой—струей воды (от 40 до 150 l/min).

Для круглошлифовальных станков почти исключительно применяются цилиндрические наждачные диски. Боковая подача, доходящая до 2:5 полной толщины наждачного диска на один оборот обрабатываемого предмета, сообщается шлифуемому предмету. У больших станков для обработки тяжелых предметов перемещается также и наждачный диск. Радиальная подача диска (толщина стружки—часто автоматическая и заключается в пределах 0,01 до 0,15 мм на всем продольном перемещении диска. Для достижения надлежащих скоростей наждачного диска необходимо иметь возможность изменить число его оборотов в широких пределах. Прогиб обрабатываемого предмета по длине устраняется установкой люнетов, вкладыши которых большую часть могут быть устанавливаемы в горизонтальном и вертикальном направлениях. Для шлифовки и у р о н и х поверхностей обрабатываемый предмет зажимается в патрон; тонкие предметы, для устранения возможности их перекашивания при укреплении, устанавливаются посредством электромагнитных патронов.

Шпиндели при шлифовании внутренних поверхностей при небольших диаметрах отверстий—от 2 до 3 мм при скорости до 60 000 об./мин., монтируются на шариковых подшипниках.

В автомобильной индустрии с большим успехом применяют шлифовальные станки для шлифования цапф кривошипов коленчатого вала и опор вала. Эксцентрики кулачкового вала шлифуются на особых копировальных приспособлениях.

Для массового производства строятся шлифовальные станки по методу с р е з а н и я. Диск (шириной до 250 мм) по всей ширине подводится к обрабатываемому предмету; боковая подача здесь не имеет места.

(Большая производительность, но вместе с тем и большой расход энергии).

У станков для шлифовки цилиндров шлифовка производится дисками, вращающимися около вертикальной или горизонтальной оси; ось вращающегося диска имеет одновременно также и круговое движение (движение планетное); увеличение смещения оси дает возможность увеличить диаметр при расшлифовке.

Для шлифовки плоскостей обрабатываемый предмет может иметь вращательное движение. Лобовый шлифовальный станок—для поступательно-возвратное движение по типу строгальных станков; в обоих случаях для шлифовки тонких предметов применяются электромагнитные патроны.

В последнее время для массового производства применяются станки для бесцентренного шлифования¹⁾.

Машина состоит из шлифовального диска и диска подачи (последний с наклоном ее оси 5° до 10° по отношению к оси шлифовального диска). Между обоими дисками предмет укладывается на линейке, при чем установка передвигающегося диска наклонно вызывает движение подачи предмета. Величина подачи определяется окружной скоростью шпиня подачи (10 до 150 m/min). Чрезвычайно большая производительность, но однако незначительная толщина снимаемой стружки. При большом припуске на шлифовку необходим многократный пуск между дисками. Применяется также и для конических предметов.

У шлифовальных станков для заточки инструментов²⁾ наждачный диск, снимающий небольшую стружку, должен перемещаться быстро вдоль режущего ребра для избежания вредного нагревания инструмента. Патроны для универсальных шлифовальных станков (для заточки) должны быть устанавливаемы в самых разнообразных положениях. Для получения режущих граней различной формы применяются наждачные круги цилиндрической, конической или тарельчатой формы. Строятся специальные шлифовальные станки для резцов токарных, строгальных (Селлерс, Гильольт), для круглых ил, спиральных сверл; станки последних двух типов большей частью автоматические.

Энергии, необходимая для работы шлифовальных станков, большей частью расходуется только на сопротивление от трения и на пуск в ход наждачных дисков.

Таблица 30. Расход энергии для круглошлифовальных станков.

Диаметр наждачного диска в мм . .	250	300	500	750
Расход энергии Р. С.	5—8	8—10	10—15	15—20

Расход энергии для шлифовальных станков для точения инструментов 0,75 до 1,2 Р. С.

¹⁾ Maschinenbau 1928, стр. 221.

²⁾ Миттаи, Точная шлифовка, Берлин 1928, изд. Фриц Вернер, Берлин-Маринфельд.

¹⁾ Даренштадт-Бер-Кроифельд. Шлифовальные станки, Берлин, 1917. Ю. Шпрингер

δ —толщина слоя, отделенного от дерева зубом или другим резаком, измеренная в направлении подачи в мм,
 F —сечение тела дерева в мм^2 ,
 V —объем тела дерева в мм^3 ,
 V_0 —объем тела в виде опилок в мм^3 ,
 V_1 и V_1' —объем снимаемой стружки, принимаемая по выбранному расстоянию между зубами, в мм^3 ,
 α —коэффициент разрыхления $= V_0 : V$,
 N_0 —затраченная на хозяйской ход станка в P.S.,
 N_1 —полезная работа станка в P.S.,
 N_2 —мощность, потребная для подачи материала в P.S.,
 $N = N_0 + N_1 + N_2$ —полная мощность станка в P.S.,
 L —свободная длина натянутой ленточной пилы (между местами зажима) в мм,
 E —натяжение пилы в кг,
 D' —сечение бревна подлежащего распилке в мм,
 D —сечение круглой и барабанной пилы и шкива ленточной пилы в мм,
 v —скорость резания круглой и барабанной пилы и ленточной пилы и инструментов с подобным этому движением в м/сек. ,
 B —ширина продольной пилы в мм,
 ω —ширина рамы пильного станка в мм,
 Z —наибольшее количество зубцов, для которого рассчитан нормально пильный станок,
 r —радиус кривошипа пильного станка в м.,
 L —длина шатуна в м.,
 $\lambda = r : L$ —соотношение длин,
 x —расстояние точки опоры шатуна от цапфы кривошипа в м.,
 P —давление ускорения силы тяжести на цапфу пильного станка в кг.,
 P_K —давление ускорения силы тяжести на цапфу кривошипа в кг.

1. Лесопильная рама. Наиболее важными частями являются вертикальные рамы и горизонтальный пильный станок.

Вертикальная рама, как правило, строится с колончатый валом, расположенным внизу (нижний привод). Только в случае наличия воды в почве, удорожающей устройство подвального помещения, выбирают пильные станки с верхним приводом.

Разновидностями пильных станков являются подвижные станки, затем станки с боковым приводом, легко переносимые, пильные станки для распилки круглых бревен, вертикальный роспусковой пильный станок с вальцевой подачей и т. п.

У всех пильных станковых систем с большим ходом лесопильные рамы движутся при помощи кривошипного механизма в перпендикулярном направлении вверх и вниз. Пилы режут по направлению при опускании лесопильной рамы, при чем подача дерева пропорциональна скорости резания, так что толщина резания остается одинаковой. Она будет неравномерной, когда подача дерева непрерывна. В этом случае потребный выступ пилы должен быть приворолев к подаче дерева, что в первом случае не нужно. При этом выступ пилы достигает 3 до 5 мм на 1000 мм длины полотна пилы, чтобы концы зубцов при начале движения рамы вверх можно было бы свободно поднимать из яруса.

Расстояние укрепленных пил друг от друга определяется точно вверх и вниз при помощи осей металлических калибров, зажатых между пилами. Поверхности полотен должны точно совпадать с направлением резания и направляющей рамой. В пильных помещениях пильные рамы от верхней части надвигающегося вала до нижних калибров или должны быть расстояние 6) до 10 мм, чтобы между пил не накапливались опилки.

Лесопильная рама при наименьшем ее весе должна быть построена возможно прочно. Верхняя и нижняя поперечины изгото-

вляются в большинстве из двух стальных пластин с сопротивлением 60 kg/cm^2 , так как стальное литье недостаточно надежно. Ширина между пластинами около 40—45 мм. Колонны рамы состоят пил из стальных труб, массивных стержней, пил из склепанных пустотелых четырехгранного сечения колонны, которые склепаны с плоскими цапфами между пластинами рамы. Таким же образом цапфы соединяются с пластинами. Лесопильная рама движется с 4 спереди и с 4 сзади скользящими коробками из чугуна или бакаутового дерева, укрепленными на поперечных балках и радиальных призматических направляющих, укрепленных на стойках.

Лесопильные рамы с нижним приводом снабжены основными плитами для укрепления кривошипного вала и стоек пильного станка.

Цапфы кривошипа должны быть расположены параллельно оси кривошипного вала. В качестве подшипника кривошипного вала предпочитают бочкообразные ролики. Шатуны изготавливаются из сименс-мартевской стали, стержни — обыкновенно прямоугольного сечения. Они подвергаются попеременно не только напряжению при растяжении и сжатии, продольному изгибу, но и напряжению на сжатие при подпрыгивании. Для получения стержня более легкой конструкции, коэффициент безопасности продольного изгиба снижают до 2. Стойки лесопильных станков должны быть настолько высоки, чтобы между разделенными ходовым и рабочим шкивом на кривошипном валу и нижней части рамы при вращении рамы осталось достаточно места для желоба для отвода щенок, с уклоном в 45°.

Эксцентрикные диски служат одновременно маховыми колесами, и их поэтому следует делать возможно большими. Почти половина веса рамы с пилами и вальцами, а также вес шатунов следует уравновешивать противовесами в эксцентрикных дисках. Для лесопильных станков степень неравномерности $\delta_2 \leq 1 : 10$.

Подводящие валцы должны быть расположены, по возможности, близко к пилам; верхний валик (нажимной валик) над нижним (ведущим) валиком. Привод обоих валков происходит при помощи цепи Галля.

Подача происходит посредством зажимов и контркривошипов. Для выравнивания возможных зазоров при такта работы, подающему кривошипу придают опережение приблизительно на 238° по отношению к подъемным кривошипам пилы. В случае непрерывной подачи дерева, следует пиле давать по отношению к длине хода переед, несколько больший половины приходящейся в ход пилы подачи. Подача должна быстро переставляться, включаться ручным способом или другими приспособлениями.

Необходимые нажимные приспособления для нажимных валков должны действовать по возможности автоматически, и быть приспособленными после прекращения действия давления быстро поднимать соответствующий валик и удерживать его неподвижно на любой высоте. Рельсы для тележек подачи впереди лесопильного станка, должны лежать точно в направлении распилки и горизонтальной плоскости. Подъемная тележка для поднимания переднего конца расширяемого материала на передний валик — целесообразна.

Подвал лесопильного завода для пильных станков с нижним приводом должен быть не менее 2 м глубины.

Фундамент пильного станка должен быть достаточно тяжелым. Его следует осуща-ть прочного грунта. Основу фундамента, вследствие подбавки нагрузок, вызываемых

при работе станка возникающими ускорениями пилы, при хорошем и грунте следует рассчитывать так, чтобы наибольшее давление на грунт составляло $0,4 \text{ кг/см}^2$. При плохом грунте фундамент пильного станка следует устанавливать на сваих для дачки подобного рода приспособления.

Высота v : $e = 3,5$ до $3,9$ м/сек для нормальных быстроходных пильных станков при $n = 350$ до 1.000 об. $e = 4,1$ до $5,5$ м/сек для особенно быстроходных пильных станков при $n = 350$ до 1200 об., при чем меньшие значения служат для больших станков, $n = h_{\text{max}} + 50$.

Таблица 1. Ход пилы H .

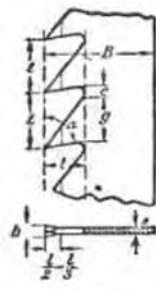
$H = 0,6 - 0,63$	0,65—0,72	0,7—0,79	0,75—0,83	0,84—0,9	0,925	1 м
при $n = 600 - 1200$	800	700	600	500	400	350 мм

Далее $Z = 0,03 n$, $L \approx h_{\text{max}} + H + 100$, $B \approx 0,12 L$, при чем $F_{\text{max}} \approx 300$ мм, $k \approx 0,0012 L + 0,6$ мм; $b = 1,3$ до $1,85$ (для разведенных пил), $l = 10 n$, $g = 10 n$ (для пил $\alpha = 1,7$ мм и толще), $g = 17$ мм (для пил $\alpha = 1,7$ мм), $e = 5$ до 8 мм, $t = g + e$, $n = 80$ до 85° (для хвойного дерева $\alpha = 82^\circ$).

Для избежания потери на пропил, часто берут более тонкие пилы, чем это вычисляется по формуле для s . Но тогда наибольшая производительность пильного станка уменьшается. Применяемые сцепления для пильных станков указаны на таблице 2; сравн. фиг. 1134.

Таблица 2. Размеры зубьев пилы пильного станка (разведенные зубья).

s мм	l мм	g мм	e мм	t мм
1	10	17	5	22
1,2	12	17	5	22
1,4	14	17	5	22
1,6	16	17	5	22
1,8	18	18	6	24
2	20	20	6	26
2,2	22	22	6	28
2,4	24	24	7	31
2,6	26	26	7	33
2,8	28	28	8	36
3	30	30	8	38



Фиг. 1134.

Для пильного станка с разведенными зубьями:

$$\delta = Ut : 15e, \quad F = (b : 2) \delta, \quad V = Fh, \quad V_0 = eFh, \quad z = H : t.$$

Для определения U_{max} имеем:

или $H \geq h$:

$$V_1 \approx l \left(M - \frac{sg}{2} \right); \quad \delta = \frac{2l}{e b h} \left(M - \frac{sg}{2} \right); \quad U_{[\text{мм}]} = \frac{Hn}{e b h} \left(M - \frac{sg}{2} \right).$$

или $H < h$:

$$V_1' \approx H(b - e); \quad \delta = \frac{2H}{e b H} (b - e); \quad U_{[\text{мм}]} = \frac{b n}{e b} (b - e).$$

Для вставных зубьев пильных станков:

$$\delta = Ut : 30e; \quad F = b\delta;$$

для U_{max} и $H \geq h$:

$$\delta = \frac{l}{e b h} \left(M - \frac{sg}{2} \right),$$

$H < h$:

$$\delta = \frac{H}{e b H} (b - e).$$

Выбирают для наибольшей подачи,

если $H \geq h$,	$\alpha = 3,6$	для сырого хвойного дерева,
	$\alpha = 4,5$	" " листов. "
если $H < h$,	$\alpha = 4,5$	" " хвойного "
	$\alpha = 5,5$	" " листов. "
или $H \geq h$,	$\alpha = 5$	для сухого хвойного "
	$\alpha = 5,5$	" " листов. "

Для натягивания полотенца пильных станков и ленточных пил, следует выбирать:

$$\Sigma = 2U : e.$$

Обозначим:

- G_1 — полный вес рамы пилы с Z пилами и приспособлениями для закрепления пил, в кг,
- G_2 — вес обоих шатунов, в кг,
- $G = G_1 + G_2$ — общий вес в кг.

Наибольшее давление (ускорение) проявляется при нахождении кривошипа в мертвом положении:

для пильных станков с нижним приводом:

$$P_g = 0,0011179 n^2 r G_1 (1 \pm \lambda) \mp G_1,$$

$$P_k = 0,0011179 n^2 r [G_1 (1 \pm \lambda) + G_2 (1 \pm \lambda x : L)] \mp G;$$

для пильных станков с верхним приводом:

$$P_g = 0,0011179 n^2 r G_1 (1 \mp \lambda) \mp G_1,$$

$$P_k = 0,0011179 n^2 r [G_1 (1 \mp \lambda) + G_2 (1 \mp \lambda x : L)] \mp G.$$

В предыдущих формулах P_g для верхнего мертвого положения кривошипа и P_k для нижнего мертвого положения его.

На каждой цапфе лесопильной рамы действует $P_g : 2$, на каждой цапфе кривошипа $P_k : 2$.

Для получения наибольшего выпряжения на сжатие поперечных балок лесопильной рамы, Z пил распределяют вправо и влево от середины рамы на расстоянии 20 мм друг от друга.

Для холостого хода пильного станка считают:

$$N_0 = 0,00000106 n^2 r G, \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{если цапфы кривошипа и кривошипный вал вращаются в скользких подшипниках,} \\ \text{если цапфы кривошипа вращаются в шариковых,} \end{array} \right.$$

$$N_0 = 0,000000732 n^2 r G, \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{кривошипный же вал в подшипниках с кольцевой смазкой,} \\ \text{если цапфы кривошипа и кривошипный вал вращаются в шариковых подшипниках.} \end{array} \right.$$

$$N_0 = 0,00000045 n^2 r G, \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{если цапфы кривошипа и кривошипный вал вращаются в шариковых подшипниках.} \end{array} \right.$$

Сопротивление резанию разведенных продольных пильных полотенец:

$$P = m \frac{h}{t} \left[(1 + 0,55 \sin \alpha - \cos \alpha) \delta \frac{b}{2} K \# + \left(\frac{3}{2} \delta K_{\#} \# + s K_{\# \perp} \right) \sqrt{v} \right]$$

продольных пильных полотенец с расклепанными зубцами:

$$P = m \frac{h}{t} \left[(1 + 0,55 \sin \alpha - \cos \alpha) \delta b K \# + (2\delta K_{\#} \# + b K_{\# \perp}) \sqrt{v} \right].$$

Если несколько тел работают одновременно, то для h следует поставить в формулу сумму всех высот среза, обозначенных K' . При Z_1 пил, расположенных по сечению круглого дерева, приближенно $K' = 0,75 D' Z_1$. Тогда полезная работа и потребная для резания пильного станка мощность в P.S. при резке с разведенными пилами:

$$N_1 = m \frac{cK'}{150t} \left[(1 + 0,55 \sin \alpha - \cos \alpha) \delta \frac{b}{2} K \# + \left(\frac{3}{2} \delta K_{\#} \# + s K_{\# \perp} \right) \sqrt{v} \right],$$

с расклепанными зубцами:

$$N_1 = m \frac{cK'}{150t} \left[(1 + 0,55 \sin \alpha - \cos \alpha) \delta b K \# + (2\delta K_{\#} \# + b K_{\# \perp}) \sqrt{v} \right]$$

Коэффициент прочности K некоторых пород дерева может быть взят из нижеследующей таблицы, где приняты следующие обозначения:

- $K \#$ сопротивление дерева при сжатии в kg/mm^2 , параллельное к оси, проходящей через ось бревна и под прямым углом к волоку,
 $K_{\# \#}$ сопротивление дуги в том же направлении,
 $K_{\# \perp}$ сопротивление сдвигу дерева в kg/mm^2 , под прямым углом к волоку,
 $K_{\# \parallel}$ сопротивление сдвигу параллельное волоку,
 $K \parallel$ сопротивление сжатию параллельно волоку,
 $K_{\# \parallel}$ сопротивление растяжению параллельно волоку.

Таблица 3. Коэффициент прочности важнейших пород дерева.

Порода дерева	$K \#$	$K_{\# \#}$	$K_{\# \perp}$	$K_{\# \parallel}$	$K \parallel$	$K_{\# \parallel}$
	kg/mm^2	kg/mm^2	kg/mm^2	kg/mm^2	kg/mm^2	kg/mm^2
Ель	0,36	0,63	2,73	0,40	3,9	10,3
Сосна	0,55	0,67	2,19	0,36	2,5	7,5
Бел. американск. сосна	0,5	0,61	2,1	0,37	2,8	7,9
Европейская лиственница	0,5	0,72	2,47	0,43	3	9
Красный бук	1,32	0,85	2,9	0,84	4,25	13,45
Бук	1,05	0,75	2,7	0,69	4,09	9,45
Ясень	1,24	1,23	3,45	0,8	4,76	12,59
Дуб	1,86	1,08	3	0,7	7,7	11,1
Гикори	3,1	1,98	5,46	1,27	6,38	20,2

Коэффициенты m выбирают в зависимости от состояния дерева:

$m = 0,48$ до $0,6$	для мокрого,
$m = 0,6$ "	свежого лесного дерева,
$m = 0,72$ "	полусухого,
$m = 0,85$ "	высушенного на воздухе,
$m = 0,95$ "	совершенно сухого дерева.

Для подачи дерева, в зависимости от размеров пильных станков, веса дерева и подачи, в каждом отдельном случае можно считать: $N_2 = 0,3$ до $0,7$ P.S., в среднем около $0,5$ P.S. Общая мощность пильного станка $N = N_0 + N_1 + N_2$.

При нормальной резке N_1 увеличивается вследствие припухания пил после $0, 1, 2$ и 3 часов работы τ -кратное значение, согласно помещенной рядом таблицы 4.

Отсюда следует, что пилы, после работы в течение $2-3$ часов, во избежание слишком большого расхода энергии, должны заменяться.

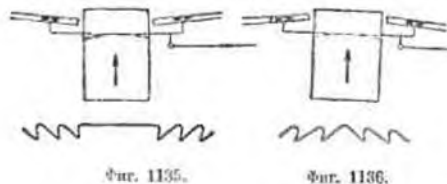
Таблица 5. Лесопильная рама с высоким подъемом.

Расстояние между рамами в м	Глубина среза h макс в мм	Ход пилы H в мм	Скорость резания в п/сек		При наибольшем количестве пил в P.S.			
			Пильный станок		Пильный станок			
			нормальный	быстроходный	Групповой привод	Электр. двиг. прив. вод	Групповой привод	Электр. двиг. прив. вод
400	350-400	370-430	3,7	4,3					15	22	18	26
500	450-500	420-470	3,8-3,9	4,5-5	21	30	25	36
600	550-600	450-500	3,8-3,9	4,5-5	25	36	28	41
700	650-700	500-550	3,8-3,9	4,6-5,5	28	40	32	46
800	750-800	520-570	3,7-3,8	4,35	34	45	40	56
900	850-900	550-600	3,6-3,7	4,2	35	55	44	63
1000	950-1000	600	3,6-3,7	4,2	42	60	48	68
1100	1050-1100	650-750	3,6-3,7	4,2-4,4	49	70	58	83
1200	1150-1200	700-750	3,5	4,1	52	75	61	88

Горизонтальный пильный станок работает только с одной пилой, режущей при движении вниз и вверх. При укреплении нескольких пил, называемых такого рода пильных станков, проверка после каждого врезания и распиловка его после этого на надлежащий ассортимент товара, терется. Лесопильные рамы большей частью деревянные для уменьшения

их веса. На лесопильной раме укрепляются деревянные или металлическо-ползуны, скользящие в перпендикулярных направляющих, наклоненных в направлении распиловки и снабженных автоматическими смазочными приспособлениями. Полотенце пилы натянуто большей частью посредством винтовых закрепок. Движение лесопильного станка производится кривошипным приводом, части которого, главным образом, подвержены напряжению, вследствие действия сил инерции. Следует учитывать при определении напряжений кривошипного привода высоту установки рамы. Для возможно малого напряжения пилы влево и вправо от материала следует ее укреплять стальными направляющими.

Если направляющие рамы наклонены согласно фиг. 1135, то при нормальном сплесе зубья должны быть расположены согласно нижней части этой фигуры; у направляющих, согласно фиг. 1136 — напротив, как показывает соответствующая часть фигуры.

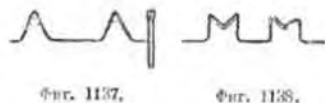


Фиг. 1135.

Фиг. 1136.

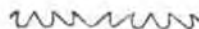
Другие формы зубцов для горизонтальных пильных станков показаны на фиг. 1137 до 1139.

Подача перемещающейся на рельсах тележки для бревен происходит от зубчатой рейки и привода. Она обычно непрерывна и изменяется в пределах от 0,1 до 2,5 м/мин. Скорость обратного хода тележки от 0,4 до 0,5 м/сек.



Фиг. 1137.

Фиг. 1138.



Фиг. 1139.

Кривошипный вал и цапфа кривошипа обычно снабжены бочковидными подшипниками. Если D' обозначает наибольший диаметр бруса, то выбирают $H = 0,8$ до $1D'$, $c = 6$ м/сек для малых и до 7 м/сек для больших пильных станков, $L = 3,5$ до $3,75 H$.

Если $n : c$ во время вреза неравномерно, то во избежание большой ошибки можно формулу потребной мощности применять и для горизонтальных станков, так как только половина режущих зубцов работает при ходе взад и вперед.

Равноплотности горизонтальных пильных станков является горизонтальные лесопильные рамы с подачей для поперечки досок и брусков H , n , U и N как у горизонтальных пильных станков.

Факерные пилы. Подача тележки сверху вверх в вертикальном направлении обратный ход ускоренный. $H = h$, $c = 6$ до 7,5 м/сек, U до 1,5 м/мин, $N \approx 5$ до 8 Р. С.

2. Поперечная пила для бревен. Этот станок строится для бревен до $D' = 1800$ мм. Различают, главным образом, стационарные поперечные пилы с ремennым или непосредственным электрическим приводом, затем поворотные, либо качающиеся с непосредственным электрическим приводом. Редко изготовляются с непосредственным паровым приводом. Полотенце пилы обыкновенно укреплено непосредственно в ползуне кривошипного привода, реже на конце стержня, вращающегося на ползуне

и вверх перемещаемых противовесом направляющих салазках. Так как волокна должны быть прорезаны поперек, то пилы попеременно снабжаются рецками с правой, левой и косой заточками. Движение вверх полотена пилы в плоскости разреза происходит от руки при помощи червячной передачи. Наиболее ходкие формы зубцов показаны на фиг. 1140 до 1142.



Фиг. 1140.

Фиг. 1141.

Фиг. 1142.

3. Ленточные пилы. Ленточные пилы для бревен. В зависимости от напряжения движения полотена, различают вертикальные и горизонтальные ленточные пилы для бревен.

Общие данные. Сечение шкива $D = 1000$ до 2500 мм, шпирна полотена $B = 100$ до 250 мм, скорость резания $v = 30$ до 45 м/сек, глубина вреза $h = 600$ до 1800 мм, непрерывная подача $U = 0,1$ до 30 и 40 м/мин, обратный ход тележки—50 до 67 м/мин, толщина полотена $s \geq D : 1000$; применяется:

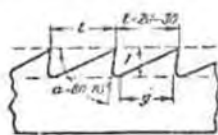
Таблица 8. Значения толщины полотна.

Для $D =$	1000	1200	1500	1800	2000	2500 мм
$s =$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2

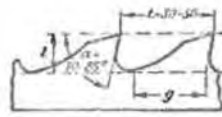
Выбирают $B = D : 10$, $\delta = 1,4$ до 1,5 δ для кленовых зубцов, $\delta = 1,5$ до 1,8 δ для разведенных зубцов $l \approx 10\delta$, $\rho \geq 17$ мм, $\sigma = 2 \delta$ и σ .

Благодаря выгибанию вокруг шкива ленточной пилы полотенец подвержено напряжению при изгибе $k_b = sE : (D + s)$, где E обозначает модуль упругости в кг/мм².

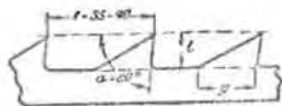
Наиболее употребляемые формы зубцов (фиг. 1143 до 1146):



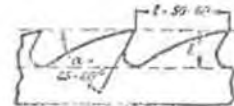
Фиг. 1143.



Фиг. 1144.



Фиг. 1145.



Фиг. 1146.

Если V_1 объем впадины зубца в мм³, то:

$$V_{1\max} = 2V_1 : ehh \text{ для разведенных зубцов,}$$

$$V_{1\max} = V_1 : ehh \text{ для плоских зубцов,}$$

$$U : n = 30 \delta V_1 : ehh \text{ (наибольшая подача в мм для всех полотена ленточной пилы).}$$

Полезная работа для полотенец с разведенными зубьями:

$$N_1 = m \frac{vh}{75t} \left[(1 + 0,55 \sin \alpha - \cos \alpha) \frac{\partial b}{2} K \mp + \right. \\ \left. + \left(\frac{3}{2} \partial K_s \mp + s K_{s \perp} \right) \sqrt{\bar{v}} \right].$$

Полезная работа для клепаемых полотенец:

$$N_1 = m \frac{vh}{75t} \left[(1 + 0,55 \sin \alpha - \cos \alpha) \partial b K \mp + \right. \\ \left. + (2\partial K_s \mp + b K_{s \perp}) \sqrt{\bar{v}} \right].$$

$$N_0 = 0,006 \frac{\ominus Dn}{5 \cdot 370 \cdot 000} + 0,5, \text{ при вращении валов в калющихся опорах,}$$

$$N_0 = 0,033 \frac{\ominus Dn}{5 \cdot 370 \cdot 000} + 0,5 \text{ при вращении валов в обыкновенных} \\ \text{подшипниках.}$$

$$N_2 = 1,5 \text{ до } 5 \text{ P. S.}$$

Общая мощность $N = N_0 + N_1 + N_2$, в зависимости от величины агрегата 25 до 100 P. S.

Шкивы ленточной пилы вследствие большой скорости ленты следует готовить из наилучшего материала. Они часто укрепляются стальными бандажами. Верхняя поверхность шкивов должна быть отшлифована выжло до 0,1 мм, так как достижение большей точности только путем обточки—невозможно. Шкивы и валы должны быть тщательно уравновешены. Для наивысшего качества оправдали себя опоры на цилиндрических катках. Для регулирования хода пилы, перемещаемой натяжной ролик должен легко подвигаться установке в направлении его движения. Для лучшего сохранения полотна пилы, натягивание полотна, при помощи рычага с противовесом, должно происходить, по возможности, осторожно. Полотно должно изготавливаться из наиболее подходящего материала, быть тщательно натянута, и для каждого рода дерева должны быть снабжены соответствующими зубьями. Полотно пилы подвержено, сильным напряжениям, почему промежуток между зубьями следует хорошо округлять. Задняя стенка полотна пилы должна быть закруглена. Как правило применяются полотна пилы с расклепанными зубьями, реже—с разведенными зубьями. Правка полотна пил, как-то: точка, склепывание, натягивание, запятование и с. д. происходит при помощи вспомогательных машин и аппаратов.

Тележки для подъема брусков вертикальных ленточных пил должны снабжаться аппаратами, переставляемыми вместе пил по-одиночке, а также автоматическим отодвигателем от полотна для обратного хода.

Долевые ленточные пилы с приспособлением для подачи бревен делаются вертикальными и горизонтальными. Они служат для распиловки обрешных пластин и досок. Диаметр катка $D = 1000$ до 1800 мм,

$v = 30$ до 40 м/сек, U — до 35 м/мин, расход силы $N = 15$ до 45 P. S. Расчет наибольшей подачи и расход силы производится по вышеуказанным формулам.

Столярные ленточные пилы употребляются для продольной и поперечной распиловки, а также для работ по шаблону. Диаметр катка $D = 600$ до 1200 мм, $s = 0,6$ до 1 мм, $B = 3$ до 60 мм, $v = 20$ до 25 м/сек, ширина катка 30 до 60 мм, высота среза 300 до 800 мм, расход силы $N = 2$ до 10 P. S.

Так как узкие лучковые пилы бегут по роликам, то последние необходимо покрывать резиновой или кожаной оболочкой, лучше всего на вулканизированной резине. Хорошие направляющие ролики для ленты должны быть расположены над и под столом, при чем верхний должен переставляться по высоте. Стол может обычно устанавливаться и в наклонном положении. Упругое натяжение ленты с регулировкой при помощи пружины или рычага с противовесом у этих пил делается меньше, чем у пил с автоматической подачей. Если F — наименьший поперечник ленты в мм², то для каждой части ленты \ominus [кг] $\approx 10 F$. У специальных ленточных пил для выплывания по кривым линиям на судовых досках и т. п. предметах стол делается неподвижным, а станна может устанавливаться наклонно. Обрезные ленточные пилы и т. п. снабжаются соответствующими салазками и роликами.

4. Станки с прорезными пилами (для ажурных работ). Эти машины служат для выплывания открытых или замкнутых фигур. Ход пилы $H = 40$ до 100 мм, обычно может измениться для $H = 100$, $h = 450$, для $H = 40$ $n = 1000$ /min. Расход силы от $1/4$ до $3/4$ P. S.

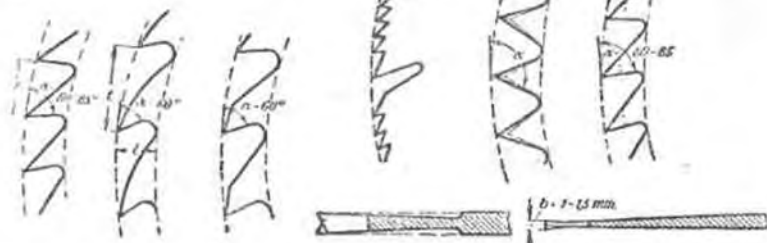
Круглые пилы.

Многочисленные формы зубцов круглых пил соответствуют разнообразно применению их для продольных и поперечных распиловки. Необходимо всегда иметь в виду то обстоятельство, чтобы тело зубца могло достаточно согнуться боковому изгибу, и чтобы при боковом давлении на острие в 2 кг, он не отгибался больше, чем на $0,03$ мм. Промежуток между зубцами должен быть всегда хорошо закруглен. Острой засечки, которая влечет за собой разрыв ленты, также следует избегать. Употребляются круглые пилы с диаметром $D = 100$ до 1500 мм, редко больших размеров. Выбирать следует $S = 0,075 \sqrt{D}$ до $0,142 \sqrt{D}$ $v = 50$ до 70 м/сек для продольных распиловок и $v = 45$ до 50 м/сек для поперечных. Для параллельных круглых пил с автоматической подачей \bar{v} делается на $1,1$ мм толще по сравнению с нормальным. Фиг. 1147 до 1152 изображают некоторые формы зубцов.

Треугольные зубцы на фиг. 1147 употребляются для продольной и поперечной распиловки, крючкообразные и волчьи зубцы (фиг. 1148 и 1149) для продольной распиловки, шлифованные строгальные круглые пилы (фиг. 1150 и 1151) для продольной и поперечной распиловки, нормальные пилы с разведенными зубцами только для поперечной распиловки, чеченнообразные заостренные тонкие круглые пилы 1152 для изготовления тонких досок.

Для определения минимальной подачи и расхода силы справедливы формулы, указанные для ленточных пил, только высоту среза необходимо брать под углом α к направлению подачи.

Для ленточных и круглых пил при данных u и v мы имеем: $\delta = (u : v) \cdot 2t$ для разведенных зубцов и $\delta = (u : v) \cdot t$ для осаживенных зубцов; $v = Fh$ для зубцов обоих видов.



Фиг. 1147. Фиг. 1148. Фиг. 1149. Фиг. 1150. Фиг. 1151. Фиг. 1152.

Поперечные круглые пилы должны затачиваться, как поперечные пилы для бревен. Круглые пилы больших размеров должны со стороны зубцов быть снабжены выравниющими, столярными же слабыми продольными или доловыми пилами от фланца до основания зубца снабжаются набивками из пеньки или войлока. Благодаря этим набивкам пила несколько нагревается и натягивается. Данные о D , s , n и N_1 для нормальных круглых пил имеются в таблице 9.

Таблица 9. Данные о нормальных круглых пилах.

D mm	s mm	n в min	Расход пилы при электрическом приводе в P. S.	D mm	s mm	n в min	Расход силы при электрическом приводе в P. S.
100	0,7	7000	1	800	3,25	1400	13
150	0,9	6300	1,5	900	3,5	1180	15
200	1,0 ⁵	4900	2	1000	3,8	1000	17
250	1,25	3800	2,5	1100	4,2	850	20
300	1,45	3300	3	1200	4,6	850	23
400	1,85	2800	5	1300	4,8	780	26
500	2,25	2300	7	1400	5	730	30
600	2,6	1900	9	1500	5,5	680	35
700	2,9	1600	11				

Каждая из круглых пил должна быть снабжена защитными приспособлениями, клином позади пильного полотна. Наиболее важными станками с круглыми пилами являются следующие:

1. Круглые пилы со столом разлпчных моделей, — нередко бывают соединены с фрезерными и долбежными станками, у которых подача дерева производится вручную.

2. Обрезные круглые пилы с салазками на роликах, подача дерева вручную, при помощи рукоятки, или автоматическая.

3. Круглые пилы для обрезки и большие круглые пилы с тележкой с автоматической подачей.

4. Параллельные круглые пилы с двумя переставляемыми по отношению друг к другу пилами, с автоматической подачей при помощи роликов или цепи U до 30 м/мин, $s = 3$ мм для $D = 500$ мм, $N = 16$ до 25 P. S. и $s = 4$ мм для $D = 700$ мм, $N = 20$ до 30 P. S.

5. Плоскочные круглые пилы с шестью и большим числом круглых пил на одной оси с автоматической подачей дерева при помощи валков.

6. Продольные и долевые круглые пилы для разрезывания досок и брусков. Автоматическая переставляемая подача дерева при помощи валков.

7. Круглые пилы для фанеры с диаметром пил в 800 до 1200 мм с одной стороны чеченицеобразно заостренными лезвиями, служат для изготовления тонких досок. Подача дерева производится вручную, реза автоматическая, при помощи тележек и салазок.

8. Круглые пилы для укорачивания с одним или несколькими дисками, подача вручную, или автоматическая.

9. Форматные круглые пилы с мелкими зубьями, при помощи пилы в 4—10 мм, у которых наклонно заостренные зубья всегда обращены к дереву.

Барабанные пилы.

Барабанные пилы или цилиндрические пилы служат обычно для вырезывания клепки и снабжены приспособлением, автоматически выбрасывающим распиленную клепку, диаметр барабана $D = 800$ мм, длина разреза до 1150 мм, скорость резания v до 30 м/сек. Расчет U и N производится тот же, что и для круглых пил.

е) Строгальные деревообделочные станки.

Эти станки служат для полирования, профилирования плоскостей посредством профильных ножей (калевки) и стругов, укрепленных во вращающихся зажимах, а равно неподвижных отделочных ножей. Наиболее важными строгальными станками являются:

1. Фуговальный станок с круглым предохранительным валом и перемещающимся кверху длинным столом, который в стороне, обращенной к ножу, снабжен стальными губами. Скорость резания $v = 25$ м/сек, ширина резания 200 до 1000 мм, потребная мощность $N = 2$ до 6 P. S., подача от руки.

2. Вальцевой станок или станок для строгания досок. Скорость резания $v = 25$ до 30 м/сек, ширина резания 300—1600 мм, потребная мощность $N = 3$ до 16 P. S. Подача $U = 3$ до 9 м/мин.

Эти станки действуют также с двумя до 4-х ножевыми валами для многосторонней обработки досок и брусков. Потребная мощность повышается в соответствии с уменьшением сечения дерева.

3. Четырехсторонние станки для строгания и для профилирования делают для шпирны работы от 80 до 300 мм, и для высоты работы от 50 до 100 мм, $v = 25$ до 30 м/сек, подача $U = 3,2$ до 12 м/мин, мощность $N = 10$ до 20 Р. S. Станки для профилирования, равно как и станки для изготовления паркета—являются разновидностью этих станков.

4. Большие четырехсторонние строгальные станки с подавателями и очистителем ножей производятся различных размеров. Скорость резания $v = 30-40$ м/сек, подача $U = 30$ м/мин, иногда до 60 м/мин, рабочая ширина 150 до 400 мм, мощность $N = 20$ до 60 Р. S.

5. Станки для шпунтования и фальцевания служат для изготовления шпунтов и фальцев на досках, брусках и балках, $N = 6$ до 20 Р. S.; $v = 25$ м/сек.

6. Дисковые станки делают для особых назначений.

7. Станки для круглых брусков от 6 до 80 мм диаметра. Подача дерева от руки или автоматическая. Подача $U = 2,6$ до 6,5 м/мин, $N = 0,5$ до 3 Р. S.

8. Строгальные станки для досочек работают с неподвижными чистильными ножами, сидящими в заменяющихся ящиках. Подача досочек происходит при помощи большого вала с толстым слоем резины. Рабочая ширина 150 до 300 мм, подача $U = 275$ м/мин, мощность $N = 2$ до 5 Р. S.

9. Строгальные станки для чистой отделки с неподвижным кулачком и вальцевой подачей строятся для рабочей шпирны от 600 до 1800 мм. Подача $U = 20$ до 25 м/мин, $N = 8$ до 18 Р. S.

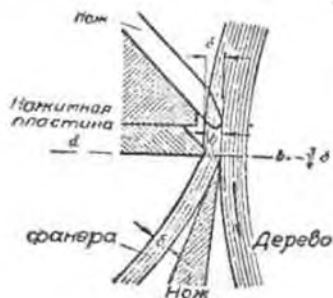
Мощность для всех строгальных и фрезерных станков с роликовыми подшипниками

$$N = \frac{m K_s}{900} FU + 0,25 \text{ Р. S.},$$

где F — сечение дерева, подлежащего превращению в стружку, в мм^2 , U — подача дерева в м и K_s — сопротивление срезу параллельно к волокну в $\text{кг}/\text{мм}^2$ (см. табл. 3). Постоянная величина 0,25 подлежит умножению на количество рабочих валов.

д) Фанерно-строгальные станки.

В зависимости от способа работы станки различают: фанерные круглошлицевые станки и фанерные строгальные станки с ножом.



Фиг. 1153.

1. Круглошлицевые станки: бревно, зажатое между захватными лапами, вращается вокруг своей оси. Нож установлен параллельно, движется равномерно и в течение каждого поворота дерева вокруг своей оси снимает с него спиральную ленту, одинаковой толщины, фанерную ленту. Для того, чтобы фанера была одинаковой толщины с обеих сторон и без вала, дерево перед ножами следует сдавить при помощи бруска. Положение ножа и давящего бруска видно на фиг. 1153. Круглошлицевые

ые станки изготовляются для бревен длиной 400 до 4500 мм и диаметром 500—1500 мм, в большинстве случаев с приспособленной для быстрого установления толщины фанеры $\delta = 0,1$ до 10 мм и больше. Скорость резания в среднем равна 0,6 до 0,8 м/сек. Мощность N зависит от толщины фанеры и рода дерева. Значение N_{max} можно взять из таблицы 10.

Таблица 10. Мощность для круглошлицевых станков.

Наибольший диаметр дерева D' мм	Наибольшая толщина фанеры δ мм	Наибольшая мощность N для 1 м ширины сечения Р. S.	Наибольший диаметр дерева D' мм	Наибольшая толщина фанеры δ мм	Наибольшая мощность N для 1 м ширины сечения Р. S.
500	4	10	1200	10	25
750	4	15	1500	10	30
1000	8	20			

2. Фанерорежущие станки. Работа их происходит таким образом, что нож закрепляется на столе и поднимается под прямым углом к направлению резания после обратного хода салазок пожа на толщину фанеры. Изменение движения салазок происходит автоматически. При пододвигании салазок к ножу, каждый раз с дерева срезается фанера. Скорость резания $s = 0,46$ до 0,53 м/сек. Фиг. 1154 показывает положение ножа и придавливающего бруска. Фанерорежущие станки строятся для дерева длиной 600—5100 мм, 450—1500 мм ширины и 350 до 1200 мм толщины. Толщина фанеры $\delta = 0,05$ до 10 мм, мощность N для 1 м ширины строгания около 10 Р. S.



Фиг. 1154.

е) Станки для древесной шерсти, фанерострогальные станки.

1. Станки для получения древесной шерсти. Для получения древесной шерсти употребляется высушенная на воздухе ель, осина, сосна европейская и горная, последняя только в случае отсутствия сильного запаха смолы этого дерева. Твердое дерево непригодно. Дерево подводится к ножу валками или, лучше, направляющей липсой с автоматической подачей. Ширина вилки шерсти — 1 до 4 мм, толщина 0,05 до 0,5 мм, длина 500 мм, скорость резания пожеи 4 до 5 м/сек. Производительность станка 30 кг/ч наиболее тонкой и 210 кг/ч более грубой шерсти. Мощность при групповом приводе, в среднем, $N = 12$ Р. S.

2. Фанерострогальные станки служат для изготовления стружек для выделки коробок, корзинок и т. п. из колод шириной 500 мм и длиной 1600 мм; скорость резания 0,12 м/сек, обратный ход салазок ускоренный, $N = 2$ до 4 Р. S.

Г) Фрезерные деревообделочные станки.

Фрезерные станки служат для изготовления профилированных или профильных поверхностей на прямых или изогнутых брусках, а также для фальцовки, вырезки пазов, заворов и т. п. при помощи соответствующих фрезеров (ножей), пазорезных дисковых патронов и других инструментов. Скорость резания $v = 30 - 45$ м/сек.

Главными фрезерными станками являются:

1. Фрезерные станки со столом простого или двойного действия с горизонтальными, переставляемыми по высоте шпинделями, у которых опора для укрепления инструментов выступает над рабочим столом. Нормально они делают от 4000 до 7000 об./мин. При употреблении больших инструментов n соответственно уменьшается. Расход силы $N =$ от 3 до 6 P. S.

2. Верхний фрезерный станок, n и N как и у фрезерных станков со столом.

3. Фрезерный станок с горизонтальным шпинделем, $N = 3$ P. S.

4. Копировальный фрезерный станок для изготовления несимметричных предметов, $N = 2,5$ P. S.

5. Фасоннофрезерные станки для массового изготовления точеных предметов, ручек для инструментов и т. п. с круглым, овальным и многогранным сечением. Расход силы в зависимости от рабочей ширины, $N = 3$ до 6 P. S.

6. Фрезерный станок для круглых брусков от 6 до 40 мм в диаметре $N = 4$ P. S.

г) Шипорезные и шпунтовальные станки.

Эти машины работают с двумя или несколькими шпинделями и выполняют работу станка простого или двойного действия с ручной или автоматической подачей. В качестве инструментов служат ножовые патроны, пазорезные диски, фрезера, круглые пилы и др. Скорость резания, $v = 30$ до 50 м/сек. Расход силы для каждого рабочего шпинделя 1,5 до 2 P. S.

д) Долбежные станки.

1. Эти станки работают с бесконечной фрезерной цепью, быстро движущейся в горизонтальном направлении, при чем зубцы могут оттачиваться. Толщина цепи от 6 до 25 мм. Глубина прорезки до 175 мм, скорость резания $v = 4$ до 8 м/сек, наименьшее гнездо 6×23 мм. Движение горизонтального суппорта производится или вручную или автоматически. Расход силы $N = 2 - 5$ P. S.

2. Дырдолбежные станки имеют двух видов: с вертикальным и горизонтальным движением суппорта. Подача обычно автоматическая, обратный ход ускоренный. Долото от 12×60 мм², глубина гнезда в зависимости от величины инструмента от 80 до 260 мм, расход силы $N = 0,8$ до 4 P. S. Сменяемые долота до 20 мм² изготавливаются для цепных фрезерных долбежных станков.

И) Сверлильные станки.

Эти станки делаются или с одним, или с несколькими шпинделями и работают или в горизонтальном, или в вертикальном направлении. Сверла делают, в зависимости от их диаметра, от 1000 до 4000 оборотов в мин. Расход силы $N = 0,5$ до 4 P. S.

У станков для сверления длинных дыр сверлящие шпиндели или передвигаются, при чем стол с обрабатываемым предметом делает боковые поступательные движения, или сверлящий шпиндель остается на месте, а боковое и поступательное движение салазок с обрабатываемым предметом осуществляется или вручную, или автоматически. Станки для сверления длинных дыр строятся также с приспособлениями для долбления.

к) Токарные станки для дерева.

Токарные станки для обработки на планшайбе и для профильной обработки строятся более облегченного типа по сравнению с токарными станками для металла и приспособляются для различных токарных работ. Небольшие предметы обрабатываются обычно вручную при помощи полукруглых долот или каких-либо других подходящих резцов; для больших предметов употребляются суппорты с рукоятками или же с ходовым винтом. Скорость резания $v =$ от 10 до 13 м/сек для мягкого дерева, $v = 5 - 7$ м/сек для твердого дерева, расход силы $N = 3 - 6$ P. S.

Равновидностью токарных станков является копировальный токарный станок и т. п.

л) Шипорезный фрезерный станок.

В зависимости от формы шипа различают:

шипорезные станки для прямых шипов, которые делают шипы до 30 мм длины и шириной до 550 мм, расход силы $N =$ до 4 P. S.;

шипорезные станки для наклонных шипов различных видов;

шипорезные станки для открытых и потайных шипов формы хвоста ласточки, — которые работают с пазом рядом горизонтальных фрезеров, которые приводятся в движение отдельными группами. Расстояние между шпинделями фрезеров 25,4 мм, $n = 5200$ об/мин, полная рабочая ширина от 225 до 600 мм, расход силы $N = 2,5 - 4$ P. S.

м) Шлифовальные станки.

Различают:

1. Цилиндрические шлифовальные станки с барабаном, с одним до трех шлифовальных барабанов для рабочей ширины от 500 до 1600 мм. Автоматическая подача обрабатываемого предмета со скоростью от 1,5 до 10 м/мин, окружная скорость барабана $v = 9 - 17$ м/сек, расход силы для каждого барабана, в зависимости от рабочей ширины, $N = 4 - 15$ P. S. Шлифовальные барабаны должны иметь боковое движение.

2. Ленточные шлифовальные машины со столом или без него, для рабочей ширины до 1600 мм, с шлифовальными лентами до 350 мм

ширины. У машин для шлифования больших поверхностей нижняя часть шлифовальной ленты помещается над подвижным столом, с находящимся на нем обрабатываемым предметом и, прижимается при помощи особого приспособления вручную к шлифуемой поверхности. Скорость ленты от 10 до 15 м/сек, расход силы $N = 1 - 4$ P. S.

3. Дискосвые шлифовальные станины делаются с вертикально или горизонтально расположенными дисками в 300—1000 мм в диаметре, при чем последние бывают двойного действия. Обычно у этих машин применяется ручная подача. Расход силы $N = 2 - 6$ P. S.

и) Аппараты и машины для обработки инструментов.

1. Машины для точки ножей с точильными и шлифовальными цилиндрами до 300 мм в диаметре, с мокрой или сухой шлифовкой, с автоматической подачей и непосредственным электрическим приводом — делаются для ножей до 5300 мм длиной. Расход силы $N =$ от 4 до 5 P. S. Шлифовальные станины меньших размеров для строгальных ножей до 1000 мм длиной делаются с автоматической или ручной подачей. Диаметр шлифовального диска от 350 до 600 мм, расход силы $N =$ около 2 P. S. Окружная скорость дисков = до 15 м/сек, шлифовальных дисков — до 10 м/сек.

Из других важных шлифовальных машин необходимо отметить шлифовальные станины для фасонных ножей и шпорок.

2. Автоматические шлифовальные станины для рамных, ленточных и круглых пил с прямой и наклонной шлифовкой, шлифовальными дисками 200—300 мм в диаметре и толщиной от 3—8 мм. Окружная скорость шлифовальных дисков до 34 м/сек, расход силы $N = 0,5$ до 2 P. S.

У машины для точки ленточных пил напильником употребляются трехгранные напильники с закругленными краями, скорость напильника от 0,2 до 0,3 м/сек, расход силы $N = 0,5$ до 1 P. S.

3. Аппараты и вспомогательные станины. Главными из них являются: станок для штампования (насечки) зубцов пилы, пальчатый аппарат для ленточных пил, зажимные тиски для рамных, ленточных и круглых пил, навозальня с молотками и выверочными ленточками для выправления пил, машины для разводки широких рамных пил, шлифовальные и фрезерные станины для спайных мест ленточных пил, юстирный аппарат для ленточных пил, станины для разглаживания и осаживания зубцов у ленточных пил для бревен и долевых ленточных пил, машины для разводки зубьев, самые разводки и разводные щипцы, приспособления для уравнивания ножей или ножевые весы для строгальных и профильных ножей, шлифовальные станины для фрезерных цепей, шпорозные станины и т. п.

о) Специальные машины и аппараты.

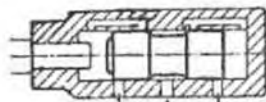
Таких станков и машин имеется очень большое количество и они приспособлены для всевозможных отраслей деревообрабатывающей промышленности. Сюда, например, относятся устройства для подъема бревен, хворостные машины, машины для размалывания стружек, приспособления для транспортирования опилок, сушильные установки и т. д., а также машины и аппараты для изготовления клепок и бочек, спичек, деревянной обуви и колодок, деревянных ручек для щеток, колес и велосипедов.

Е. Пневматические инструменты ¹⁾.

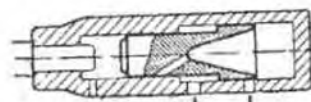
Пневматические инструменты работают сжатым воздухом до 6 ат абсолютного давления; в зависимости от рода выполняемой работы, инструменты эти разделяются на: производящие удары или толчки и вращающее движение, и на приводящие давление. Первые следует считать наиболее важными, так как для производства движения удара или толчка ни одно из известных нам средств не применяется с таким успехом, как сжатый воздух.

Ударные и производящие толчки инструменты состоят, главным образом, из цилиндра и свободно перемещающегося в нем поршня, отбрасываемого туда и обратно действием сжатого воздуха. У последних поршень снабжен поршневым штоком, на котором укреплен инструмент, который, таким образом, принимает участие в движении поршня; при этом энергия и производимый толчок переносятся на предмет; у ударных инструментов удар, в большинстве случаев, происходит на промежуточный элемент „собственно инструмент“ (стамеска, подвижная обжимка штампа клепального станка). Движения вперед и назад у свободно перемещающегося поршня производятся или с помощью особого регулирующего приспособления, или при автоматическом регулировании поршня; последнее только для сравнительно небольшого хода поршня.

Саморегулирующийся цилиндрический поршень (фиг. 1155). Сжатый воздух подводится к кольцевому желобку; регулирование выпуска через оба конца желобка, выпуска — через оба конца поршня. Увеличение хода поршня достигается небольшими добавочными каналами и увеличением камеры цилиндра. Этот способ регулирования применяется успешно только для небольших мощностей.



Фиг. 1155.



Фиг. 1156.

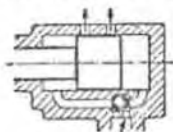
Саморегулирующийся ступенчатый поршень (фиг. 1156). Подводится воздух в кольцевое пространство, так что поверхность поршневого кольца находится под постоянным давлением, благодаря чему требуется регулирование только большей стороны поршня. Впуск, как видно на рисунке, через поршень, или через каналы в цилиндре, открывание и закры-

¹⁾ Литература. Hette, Taschenbuch für Betriebsingenieure, 2 Aufl., Berlin 1834 г., W. Ernst und Sohn. — Ильяев, Пневматические инструменты, Ленинград 1921 г., Библиотечка Ученых, т. 493. — Справочник по пневматическим установкам Frankfurter Maschinenbau A. G., изд. 5, Франкфурт 1924 г., — Меллер, Испытания пневматических молотов, журн. Mitt. Forschungsarb., т. 37, Берлин 1907. — Гродель, Экспериментальные и теоретические исследования над пневматическим молотом, журнал Mitt. Forschungsarbeiten, т. 156 и 157, Берлин 1914. — Шлезингер, Испытания пневматических молотов, Известия исследовательской лаборатории в Берлине. — Гьяри, Испытания над пневматическим молотом, журн. Z. d. V. d. I. 1913, т. 5. — Кюи, — Сжатый воздух и применение его, журн. Betrieb 1921 г. (3) т. 19. — Геттис, Пневматические сверляльные станки и молота в горном деле и рудных предприятиях, журн. Z. d. V. d. I. 1922, т. II.

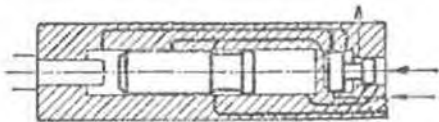
вание которых происходит краем поршневого кольца большого диаметра. Добавочные каналы и искусственное расширение камеры цилиндра требуются для достижения замедления вакуумирования давления и повышения давления и, благодаря этому, увеличения хода. Этот способ регулирования для вибраторов применяется только для более легких и средних работ резака.

Регулирование впуска распределительным механизмом; пульсирующий распределитель (фиг. 1157). Открывание выпускных отверстий выполняется боковыми гранями поршня; вследствие возникающего падения давления в цилиндре регулирующий орган увлекается вслед за ним и закрывает доступ с противоположной стороны.

Эта система регулирования, вследствие грубого ухода и загромождения — недостаточна чувствительна, и применяется, главным образом, как бурный молоток в каменоломнях. В качестве распределительных механизмов, кроме шаров, служат двойные конусы, задвижки и т. п.

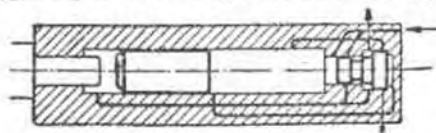


Фиг. 1157.



Фиг. 1158.

Распределительный механизм для впуска и выпуска; зависимость от канавки в поршне (фиг. 1158). Ход поршня больше, чем у предыдущих распределительных устройств, но все же меньше длины поршня. Меньшая лобовая поверхность распределительного механизма находится постоянно под действием сжатого воздуха, в то время, как большая противодействующая поверхность, при посредстве канавки в поршне в конце рабочего хода, подвергается давлению и передним краем поршня разгружается в конце обратного хода. Впуски могут, как представлено на фиг., устраиваться в конце распределительного механизма, но возможно также устройство впуска и выпуска через особые канавки распределительного механизма. Этот способ регулирования удобен для тесальных и скульптурных работ, так как работа может быть регулируема точно и правильно.



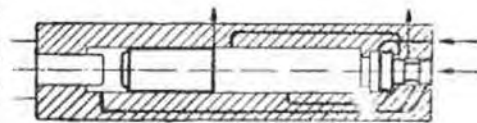
Фиг. 1159.

Регулирование с длинным ходом". Допускаемый ход поршня до 1,5 кратной длины поверхности скольжения поршня, до момента установления мертвого положения поршня. Ступенчатый регулирующий механизм в различных положениях нагружен различно; его меньшая лобовая поверхность, при обратном ходе поршня нагружается и меняет ход уплотнением воздуха, находящегося в цилиндре позади впускного канала, при чем открывается впуск для рабочего хода;

Распределительный механизм, зависящий от боковых граней рабочего поршня (фиг. 1159). „Регулирование с длинным ходом“. Допускаемый ход поршня до 1,5 кратной

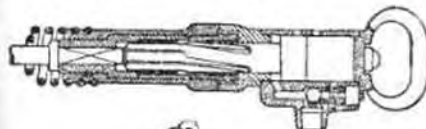
закрытие происходит в конце хода отводом рабочего воздуха из цилиндра за большую лобовую поверхность регулирующего механизма. Выпускной канал рабочей стороны цилиндра целесообразно выводить за пределы большой площади, для оставления вентили в ненагруженном положении во время обратного хода.

Удар молотка при крайнем положении поршня выполняется помощью небольшого, около 1 мм, канала. Способ распределения наиболее применен для тесальных и клепальных молотов.



Фиг. 1160.

Распределительный механизм с большим ходом (фиг. 1160). Допускаемый ход составляет до 2,5 длины поршня, не считая мертвого положения поршня. Меньшая поверхность распределительного механизма находится под давлением сжатого воздуха, благодаря чему открывается доступ воздуха для действия обратного хода. Рабочий поршень перекрывает при обратном ходе выпускные каналы распределителя и уплотняет находящийся в цилиндре воздух, действующий на большую поверхность распределительного механизма, и проводит переключение, как только нагрузка этой поверхности станет больше, чем постоянная на противодействующей (меньшей) стороне. Этим открывается доступ для рабочего хода, и направление движения поршня меняется в обратную сторону. В конце рабочего хода переключение, вызванное падением давления, может поддерживаться нагрузкой поверхности кольца, как изображено на фиг. Для достижения удара молота при крайнем заднем положении поршня при всяком положении вентили — предусмотрен небольшой запасной канал. При туго работающих вентилех, особенно с большой скользкой поверхностью, удар молота не всегда будет легким, как у распределительного механизма (фиг. 1158 и 1159), все же эти молотки, вследствие непосредственного выпуска из цилиндра воздуха, имеют быстрый и крепкий удар и мало склонны к обледенению в холодные дни при работе на открытом воздухе. Этот способ распределения применяется, преимущественно, для клепальных молотов.



Фиг. 1161.

При применении приспособления с постоянной нагрузкой поверхностей распределителя (фиг. 1159) или с увеличенной лобовой поверхностью (фиг. 1160) могут быть соединены воедино преимущества обеих систем распределения; получаются сложные распределительные механизмы, так как распределительные вентили с обеих сторон снабжены ступицами.

В то время, как прежде распределительные механизмы устанавливались своими осями поперек к оси цилиндра, — теперь почти все пред-

почитают установку с одинаково расположенными осями, так как благодаря этому получается лучшее расположение каналов. Все системы

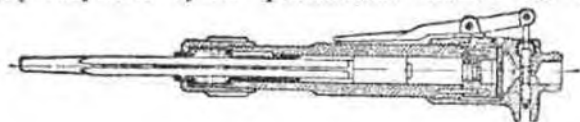


Fig. 1162.

(фиг. 1158, 1159 и 1160), а также их разновидности изготавливаются с задвижками, закрывающими все каналы, а также применяются раздвижные золотники; благодаря последнему дна инструмента укорачивается на длину распределительного механизма.

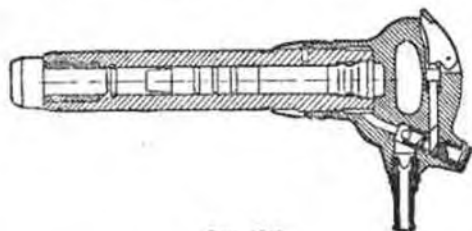


Fig. 1163.

Расход воздуха колеблется между 0,1 и 1,5 м³/мин. Диаметры главных впускных отверстий делаются в молоте в наиболее узких местах для пропуска 50—100 мм²/ш² воздуха в мин. Диаметр впускных отверстий от 1,5 до 3-кратного количества. Ход ventилей делается возможно наименьшим; предельной границей служат данные:

Таблица 1. Ход ventилей.

Двойной ход в минуту	800	1200	1800	2700	4000
Наиб. допуск. ход vent. в мм	6	5	4	3	2

Толщина стенок задвижки у разных систем различна; она колеблется между 0,5 и 2 мм; при толщине свыше 1,2 мм применяется никелевая сталь; ниже 1,2 мм требуется высококачественный ковкий чугун. Кроме хорошего распределения материала у толстостенных задвижек, следует еще обращать внимание на пружинность. Диаметр поршня равняется у нормальных молотков для чеканки 27 мм, у заклочного молотка 30 мм, для особых целей колеблется между 15—55 мм. Допуск для рабочего поршня в зависимости от его длины колеблется между „EL“ и „LL“, все же допускаемая точность обработки уменьшается наполовину (тонкая пригонка). Распределительный золотник соответствует „EL“, впускной клапан „G“, допуск как в выше, диаметр цилиндра согласно „eB“ с нормальным приближением, для распределительного и впускного золотников по „eB“, во с половинным допуском¹⁾. Быстрые изменения усилий могут повредить плотности посадки.

¹⁾ Об единице пригонки см. Хютте—производительный.

Вращающееся движение для пневматических инструментов прежде всего необходимо для сверлильных и шлифовальных станков; первые, кроме сверления, применяются в широкой мере и для нарезки винтов. После целого ряда конструктивных изменений, в настоящее время применяются только лишь 4-цилиндровые машины, подобные изображенным на фиг. 1164. Сверлильные станки изготовляются в настоящее время для отверстий следующих диаметров: от 5 до 75 мм, $\frac{1}{2}$ до 3 P. S., от 3 до 35 kg веса; расход воздуха на P. S. от 0,7 до 1,2 м³ слятого до 6 ат.

Преимущества сверлильных пневматических станков по сравнению с электрическими заключаются в меньшем весе, небольшой строительной высоте, а также исключительной чувствительности к сырости и перегрузке; при порчах—возможности быстрой замены порох частей; благодаря всем этим преимуществам пневматические станки применяются на стройках чаще, чем электрические, не смотря даже на то, что они требуют большего, сравнительно, расхода энергии.

Клепальные машины с коленчатыми рычагами, работающие давлением, обладают, подобно гидравлическим и электрическим машинам, тяговыми стальными станками.

Сжатый воздух действует на поршень диаметром от 300 до 500 мм, от которого давление передается при помощи коленчатого рычага и ударника на заклепку. Коленчатый рычаг, при достаточно большом ходе обжимки, способствует достиганию необходимого конечного давления; эта кривая давления пересекает, однако, кривую противодействия соответствующего пружинности станины, так что практически давление ограничивается пружинностью станины. Клепальные машины с коленчатыми рычагами имеют перед гидравлическими то преимущество, что у них менее сложная подача и отвод воздуха, а также и то, что клепки зимой не замерзают.

Коэффициент полезного действия хорошего пневматического молота равен 30—35%, сверлильного станка—40—45%, однако сжатый воздух сам по себе имеет, вследствие отвода компрессионной теплоты и потерь энергии в компрессоре, не более 50% затраченной энергии, к чему следует еще добавлять потери на лучеиспускание и теплопотери, так что общий коэффициент полезного действия можно считать лишь от 10 до 15%; но даже и этот коэффициент полезного действия выше, чем у других инструментов. Более высокий коэффициент полезного действия мог бы быть достигнут при введении кругового процесса в области высокого давления; так как инструменты работают почти с полной нагрузкой, то для них значение будет иметь не столько величина давления, сколько разница.

Эксплуатация и пневматические установки см. „Хютте“. Справочник для инженеров-производственников.

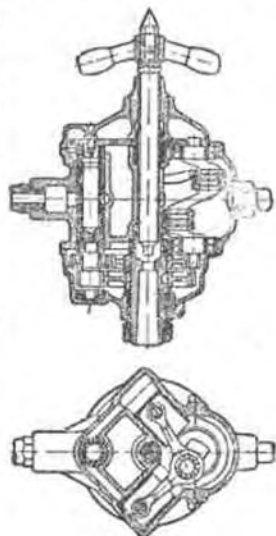


Fig. 1164.

Е. Сварочные машины ¹⁾.

а) Способы сварки ²⁾.

Под „сваркой“ подразумевается соединение двух металлических частей в раскаленном состоянии таким образом, чтобы место стыка одной части с другой составило бы, по возможности, однородное целое. При сварке различных металлов переход от одного металла к другому должен быть в месте соединения равномерным. В большинстве случаев под сварочными металлами понимают железо и сталь. Однако, медь и ее сплавы, никель, алюминий и др. металлы также поддаются сварке.

Способы сварки делятся на две группы: сварка пресовой и сварка плавлением. В первом случае металлы, подлежащие соединению, нагреваются до состояния тугучести и соединяются под давлением (средством молота гидравлического пресса, давления пружин и т. п.). При сварке плавлением свариваемые поверхности нагреваются до перехода металла в жидкое состояние и соединяются в одно целое с прилегающей сплавляющей добавочного металла (привоюлка) или без него. К пресовке относятся горячая ковка, электросварка методом электрического сопротивления; к плавлению — кислородно-газовая (автогенная) сварка, электрическая сварка посредством вольтовой дуги и сварка термитом.

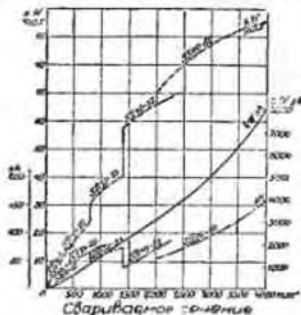
Электрическая сварка.

1. Способ Томсона методом электрического сопротивления (сваривание встык). Применяется для диаметров до 64 см² для железа и 10 см² для меди ³⁾. Для сварки колец, ободов и т. п. употребляется реж.

Придав предварительно свариваемым концам прямоугольную форму, их укладывают в машину и подвергают действию тока незначительного напряжения, но большой силы до тех пор, пока подлежащие соединению поверхности не достигнут температуры сварки. После перерыва тока соединение брусьев производится посредством сдавливания. Для подведения тока служат медные зажимы с водяным охлаждением. Обычно применяется переменный ток, трансформируемый до 1—3 В. Сила тока достигает до 20 000 А. При сварке больших предметов применяется напряжение до 10 В. Фиг. 1165 дает понятие о расходе энергии, длительности сварки и максимальной производительности, фиг. 1166 показывает влияние длины свариваемых предметов одинакового диаметра на расход энергии и время.



Фиг. 1166.



Фиг. 1165.

2. Электрическая сварка плавлением представляет собою, по сравнению со сваркой встык, более совершенный способ сварки, при котором

соприкосновение поверхностей неостаточно и периодически размыкается движением вперед и назад держащих их зажимов, таким образом, что под влиянием сильного искробразования непрерывно возникает и исчезает полярность дуга.

При прекращении перемещения вольтовой дуги, на всем поперечном сечении устанавливается одинаковая плотность тока и тогда производится спрессовывание стыкающихся поверхностей.

Преимуществами этого способа, по сравнению со сваркой встык, будут: возможность сваривать предметы сложных очертаний, напр., тавровое и коробчатое железо и тонкостенные трубы, меньшая продолжительность процесса сварки, отсутствие окалины, увеличение сечения свариваемого железа приблизительно до 250 см² и, согласно Фьюкелю ⁴⁾ лучшая сопротивляемость материала. Кроме стали и железа, возможна также и сварка меди и алюминия.

3. Электрическая точечная (пунтирная) сварка—особый вид сварки сопротивлением, служит, в большинстве случаев, для соединения тонких листов вместо спайки.

Сложные по форме, а именно, листы сжимаются между двумя противостоящими электродными; через них пропускается ток, дующий вперед и назад в определенном месте. Затем листы передвигаются и свариваются в других соседних точках.

Большие электроды дают возможность производить сварку без пропусков. Для сохранения расхода тока и быстрого изнашивания электродов они подвергаются водяному охлаждению. Этот способ сварки находит себе широкое применение при изготовлении жестяной посуды.

При этом применяется переменный ток, напряжение которого в сварочной машине повышается при помощи индукционной катушки до 2V. Расход энергии и времени при сварке железных листов по пунтикам показаны фиг. 1167 ⁵⁾. При этом способе возможна сварка листов до 10 мм, при роликовых электродах только до 1,2 и 2 мм.

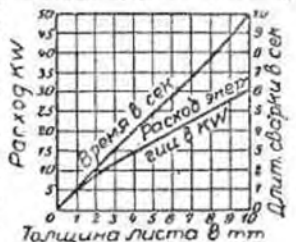
Точечная сварка для не железных металлов очень затруднительная, но возможна еще и для алюминия.

4. Дуговая сварка угольными электродами. По способу Бенардоса свариваемый предмет присоединяется к одному полюсу динamo, другой же к угольному стержню, находящемуся на небольшом расстоянии от места спайки.

Образующийся дуга плавит места сварки, и они сжимаются. Иногда в дугу вводит металлический прут, который плавится и заоблакает швы. Этот способ получил применение для сваривания тонкостенных болес.

Церенер изменил способ Бенардоса тем, что оба полюса присоединил к угольным стержням, стоявшим под острым углом друг к другу. Между ними образуется дуга, сплавляющая машиню толпы образом, что она действует как горелка и таким образом расплавляет концы свариваемых частей. Способ Церенера служит для сварки небольших предметов и применяется пока еще очень мало.

В обоих вышеописанных случаях применяется постоянный ток 65 V и от 200 до 800 А. Динамомашина должна регулироваться на постоянное напряжение и быть неуравновешенной к быстрому повышению силы тока. Для сваривания кованого железа при обоих способах положительный полюс соединяется со свариваемым предметом. При сварке серого чугуна соединение должно быть обратное, для подведения к свариваемому предмету записи вместо стержневого углерода, и предмет следует сокращать разнотечным.



Фиг. 1167.

¹⁾ Дюгель, Сваривание и литье, Берлин 1900, Леонард Зимон П.-К.

²⁾ Сварочные машины см. „Хюте“ Справочник для инженеров-производственников.

³⁾ Зауэр, Новые сварочные машины. В. К. Э. в журн. „Сварка плавлением“ 1928, т. 13 и 14.

⁴⁾ Журнал Glaser Anual. 15 апреля 1924, т. 8, стр. 45.

⁵⁾ Ср. Зауэр, журн. Werkstat-Technik 1913, стр. 17.

5. Сварка металлическими электродами, по Славянову, отличается от способа Бенардоса тем, что электродом является не уголь, а тот же металл, что и подлежащий свариванию предмет.

1) Между подлежащими сварке предметами оставляют место для шва в 20—30 мм шириной, и подогревают до красного каления. При сварке расплавленный металл стекает со сварочного бруска и заполняет шов, края которого накаляются до состояния тягучести. Для сварки серого чугуна чугунные бруски должны содержать большое количество углерода и кремния, чтобы места сварки оставались мягкими.

Предметы из серого чугуна заформовываются в ковковой шлите, из ковкого и сталитного чугуна — в кварцевом песке. В первом случае свариваемый предмет поглощает углерод. Предметы из серого чугуна присоединяются к отрицательному полюсу, а из ковкого чугуна — к положительному, температура которого на 900° выше температуры отрицательного полюса.

Применяется постоянный ток 65 V, при диаметре свариваемого бруска 8 — 10 мм, расходуется 400 — 600 A и 15 kg расплавленного железа в час. Такой способ особенно удобен для восстановления разбитых чугунных и кованых предметов, для исправления неточно исполненных частей из чугуна и для заварки усадочных раковин стального литья. Применяется, главным образом, для сварки железа, чугуна, стального литья, меди, латуни, вольфрама и т. п., но не подходит для сварки листов. Работа требует большого опыта при нагревании свариваемого предмета до и после сваривания, а также при постепенном охлаждении, во избежание могущих образоваться трещин.

6. Электрическая сварка плавлением. Способ этот есть ни что иное, как дуговая сварка, описанная в п. 5 по Славянову, с той лишь разницей, что свариваемый предмет не нагревается предварительной и не заформовывается (холодная сварка), а добавляемый металл заполняет шов, как это имеет место при автогенном способе сварки. Электрический способ сварки часто применяется для сварки листов и в этой области он конкурирует с автогенным способом. Этот способ сварки следует считать наиболее целесообразным из всех способов электрической сварки.

[Отверстия для впаивания металла придают форму V или X, или же, при шве в шахматку, концы листов свариваются в форме каленки, как у газовой сварки. Применяется ток постоянный или переменный 20 — 25 V равномерного напряжения и силой около 150 A при проволоке для сварки в 5 мм. Давка вольтовой дуги, по возможности, не должна превышать диаметра проволоки от 3—5 мм для ограничения воспринимаемого частями железа кислорода и азота, на пути через вольтову дугу. Содержание азота повышается при дуговом способе сварки от 0,004 до 0,12%. Вследствие этого увеличиваются прочность и хрупкость²⁾].

²⁾ Вследствие необходимости отказаться в дальнейшем от употребления более жесткого шрифта и желая все же выдержать характер набора Справочника до конца, места текста подлежащие набору более жестким шрифтом заключены в прямые скобки. Г. П.

³⁾ Ср. Дигель, Электрическая сварка и сварка плавлением с применением припойной проволоки, St. u. E. 1922, Nr. 34.

Этому способу отдается предпочтение перед газовым, благодаря ограниченному нагреванию свариваемого предмета, чем уменьшается возможность опасных напряжений, как напр., при сваривании горизонтальной стенки.

Снабжение проволоки проводниками второго порядка по Кьельбергу облегчает сварку¹⁾.

При непрерывной работе и при большой силе тока, согласно Т. Пезе²⁾, рабочий расходует в час 890 грамм припойной проволоки, что при 13% угара дает 775 g, т. е. 100 см³ расплавленной массы. Считая, что для плавления 1 kg проволоки требуется 2 kWh, 890 g потребуют 1,8 kWh. При коэффициенте полезного действия динамо 0,5 на 100 см³ массы, таким образом, расходуется 3,6 kWh.

Переменный и постоянный ток дают одинаковый шов. Постоянный ток экономичнее для стационарных установок. Для случайной сварки преимущество остается за переменным током, если установка является не стационарной, а передвижной. При описанной сварке, равно как и при всех дуговых сварках, глаза рабочих следует защищать очками с красными стеклами от вредного влияния яркого света и активности лучей].

Алюмино-термический способ сварки.

1. Термитовая сварка³⁾ по способу Гольдшмидта служит для сварки поперечных сечений; способ применения одинаков со способом Томсона; нагревание припаятых один к другому концов свариваемых предметов залпкой заформованного стыка жидким железом, получаемым от реакции порошка алюминия и окиси железа в тигле.

Давление, необходимое для сварки места стыка, образуется от напряжения при нагревании, расположенных друг против друга, свариваемых предметов, облитых жидким железом. Этот способ сварки получил широкое применение для сварки рельсового пути].

Газовая сварка (автогенная).

1. Автогенная сварка служит преимущественно для сваривания листов.

[Тонкие листы, толщиной от 3 до 5 мм укладывают в притык и сваривают и с помощью острого пламени горелки. Более толстые листы свариваются, как указано в п. 6, стр. 686. Газовое пламя образуется от сгорания кислорода с водородом или ацетиленом после смешения их в горелке].

Наиболее продуктивная смесь для полного сгорания газов будет: 1 часть кислорода и 2 части водорода = 1 части водяного пара, или 2,5 части кислорода и 1 часть ацетилена = 2 части углекислоты и 1 часть

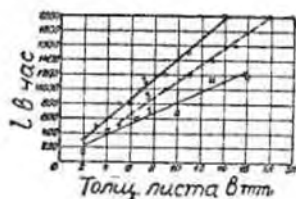
¹⁾ Ср. Дигель, Электрическая сварка и сварка плавлением с применением припойной проволоки.

²⁾ Пезе, Обергаузен, Научные соображения об электрической сварке, издательство CWB.

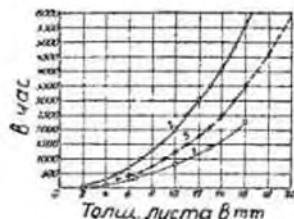
³⁾ Гольдшмидт, Аллюмитермия, Лейпциг, 1925, Гирцель.

водяного пара. При сварке подводится меньше кислорода. Смесь здесь: 1 часть кислорода и 4 части водорода или 1 часть кислорода и 1 часть ацетилен. Смесь в последнем случае сгорает во внутреннем конусе пламени в 2 части CO и 1 часть H. При избытке кислорода железо окисляется, ацетилен или водород в избытке действуют редуцирующе, но от избыточного ацетилена в железо переходит кислород, который делает его твердым.

Правильное соотношение можно узнать по образованию пламени, по которому и следует регулировать (Людвиг, Ацетиленово-кислородная сварочная горелка¹⁾). Сваривание водородом применяется, главным образом, для сварки тонких листов. При толщине листов больше 3 мм, выгоднее применить ацетилен, которого достаточно для листов толщиной до 40 мм и больше.

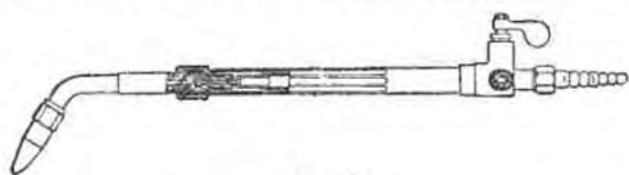


Фиг. 1168.



Фиг. 1169.

Как при сварке водородом, так и при сварке ацетиленом, смешение газов с кислородом должно происходить внутри горелки, давление же регулируется таким образом, чтобы скорость выходящей наружу смеси газа была больше, чем скорость воспламенения—во избежание выбивания пламени. При сварке водородом, давление газа, выходящего из баллонов, уменьшается, в зависимости от толщины листов, на 0,5 до 2 kg/cm². Водородная сварка не имеет большого применения).



Фиг. 1170.

Для ацетиленовой сварки применяется, главным образом, горелка низкого давления по системе Фунс (фиг. 1170). В этой системе кислород при давлении от 0,5 до 2 kg/cm² удерживает за собой, сжатый до 300 мм вод. столба, ацетилен по принципу инжектора. Сжатие ацетилена (около 5000 мм и больше) позволяет применение горелок высокого

¹⁾ Известия лаборатории по станкам, т. 2, Берлин 1912, Ю. Шпрингер.

давления, облегчает регулирование пламени и позволяет уменьшение давления кислорода. Для сваривания при помощи горелок высокого давления ацетилен очень часто берется из баллонов, содержащих ацетон, в котором разбавлен ацетилен под давлением в 15 ат (жидкий газ) см. I т., отд. 6, стр. 1037. Для предохранения от взрывов, при сварке ацетиленом низкого давления, прослойка воды препятствует переходу кислорода из горелки в питающие трубы. При работе ацетиленом высокого давления следует принимать другие меры предосторожности, напр., предохранение от выбивания пламени в проводящую ацетилен трубку включением пористой прослойки.

Расход ацетилена в литрах для различной толщины листов при гладкой сварке и на 1 м шва в час можно получить из фиг. 1168 и 1169. Расход кислорода одинаков. При одновременной сварке с обеих сторон, экономия в расходе обоих газов достигает 40%. В остальном, различные обозначения основано, главным образом, на том, что расход газа увеличивается с улучшением качества сварки. (Ц. Дигель, Расход ацетилена при сварке плавлением¹⁾). Образующийся при сварке шов, была ли сварка произведена при помощи газа или электричества, значительно улучшается обдуванием его в состоянии белого каления молотком и дальнейшего его нагревания до 920°. Структура плавнистого железа, подожженного к структуре пераскаленного стального литья, приближается больше к ковкому железу. При сварке мягкого листового металла проволокой из шведского лудингового железа достигается среднее сопротивление в 95% и растяжение в 60% несваренного листового металла. (Сопротивление не должно быть выше сопротивления сварочной проволоки). Качество сварки зависит от умения рабочего, строгого наблюдения, достаточной затраты времени и целого ряда других обстоятельств. В большинстве случаев сварка неудачна. На тягучести шва большое влияние оказывает состав смеси из листового металла и проволоки. Из всех примесей в железе особенно вредно присутствие серы. Содержание ее не должно превышать 0,03% в листовом металле и 0,003% в сварочной проволоке. О железобразной смеси листового металла и проволоки см. Ц. Дигель, Свойство литого железа для хорошей сварки²⁾).

Процент содержания железа при газовой сварке плавлением возрастает до 0,02%, так что излообразная, вызывающая хрупкость структура электрически сваренного шва мало или совершенно незначительна).

Применение: на наиболее часто употребляемых металлов без всяких затруднений свариваются описанным способом с применением железной проволоки лудинговое литое железо и литая сталь. Красная медь сваривается проволокой, состоящей из сплава меди с серебром с примесью фосфора. Латунь и бронза свариваются проволокой, состоящей из того же сплава с примесью фосфора, но при охлаждении очень часто бывают трещины. Серый чугун требует для горячей сварки чугунные бруски с большим содержанием силиция и углерода. Прием для

¹⁾ Журн. Карбид и ацетилен, изд. И. Фогель 1918, № 12 и 13.

²⁾ Mitt. Forschungsarb. 1922, вып. 246

меди и сплавов из меди служит бура, для серого чугуна — различного рода сварочные порошки. Алюминий сваривается только в случае применения сварочного порошка, состоящего из 60 весовых частей хлористого калия, 12 частей хлористого натрия, 4 частей сернистого калия и незначительного количества фосфористого соединения. Сварка ковкого чугуна очень затруднительна.

Резка металлов. Газами, употребляемыми при газовой сварке, пользуются также при применении особых газовых горелок для разрезывания железных и стальных частей любой толщины и твердости. Работа эта производится, главным образом, при помощи кислорода и водорода. Небольшой участок разрезываемого предмета нагревается пламенем обоих газов до температуры сварки и сверх этого пламени пускают струю кислорода под давлением в 30 кг/см², который сжимает и уносит мгновенно накаленные частички железа, так что образуется щель. Соседние части железа нагреваются лишь на незначительном от разреза расстоянии. Вместо водорода или ацетилена применяется также масляный газ, каменноугольный газ или водной газ.

2. Сварка водяным газом листов представляет собою улучшенный метод коковой сварки, так как при нагревании листов с обеих сторон наступает равномерное подогревание шва по всей толщине. Состав водяного газа составляет в %: 44 CO, 50 H₂, 3 CO₂ и 3 N при наименьшей теплопроводности около 2 600 kcal/m². С увеличением % содержания CO₂ и N, действие газа ухудшается. Температура пламени водяного газа 1800°. Наибольшая температура, наилучшее использование и бесшумное сгорание газа требуют тесного смешения газа с воздухом в соотношении: 2 части газа и 5 частей воздуха. Смешивание происходит в горелке, в которой газ и воздух подводится сжатыми от 1000 до 1500 мм водяного столба при скорости вылета газа, достаточной для поддержания горения.

Для сварки листы складываются в пахлестку, или же в промежутке между ними вставляют клинья. Сварка в стык — не рекомендуется. Сварка в пахлестку имеет преимущества для листов толщиной от 8 мм до 50 мм, но в пахлестку можно сварить листы и меньшей толщины, доходящие и до 4 мм. Сварка листов толщиной около 20 мм и больше посредством клиньев — нецелесообразна, так как каждый из стыкаемых листов сваривается с клином, почему количество швов удваивается. Для быстрого соединения листов, подогретых до температуры сварки требуются сварочные машины, гидравлические прессы или быстро бьющие молоты.

В зависимости от величины и толщины листов свариваемых предметов, сварочный процесс требует для обслуживания 4 человек при машинной и от 4 до 7 человек при ручной сварке.

Расход газа и производительность по данным Юлиуса Пинч А. С. см. таб. 1.

Добавочного материала не требуется. У горелки образуется из шамота и частиц окиси железа легкоплавкий состав, который стекает под давлением струи газа между накладкой и там зашлаковывает окантовку соединяющихся плоскостей. Текучий шлак при соединении шва вытесняется

Таблица I. Расход газа и производительность при машинной сварке.

Толщ. листов мм	6	8	10	15	20	25
Расход газа на 1 кв. см шва	70—75	73—78	75—80	90—100	110—120	130—140
Сварено шва в час:	—	—	2,6	2,2	1,8	1,3
нормально м	—	—	5,0	4,2	3,4	2,5
максимально м	—	—	—	—	—	—

ударами молотка или валом таким образом, чтобы произошло metallическое соприсосоединение свариваемых плоскостей¹⁾.

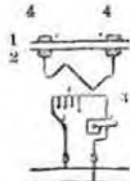
Шов, сваренный в накладку при помощи водяного газа, по своим свойствам подходит ближе к несваренным листам, чем при каком-либо другом способе сварки шва. Достигаемое сопротивление разлому — 95%, сопротивление растяжению 70% по отношению к несваренному листу, но эти цифры выходят в полной зависимости от применяемых аппаратов, обученности рабочего персонала и тщательности присмотра.

Кроме железа, можно сваривать в тестообразном состоянии также и медь, и алюминий, но сварка этих металлов требует большого умения.

в) Электрические сварочные и нагревательные машины.

1. Электрические сопла. Применение: работы по подогреванию.

Необходимые при электрическом подогревании по способу сопротивления до температуры сварки иковки большая сила тока (до 20000 А) и низкое напряжение (0,5 до 10 V) экономичны только при употреблении трансформированного переменного тока. Поэтому, как видно из фиг. 1171, главной частью электрического сопла является трансформатор (1) со вторичной обмоткой, состоящей большей частью из одного витка и первичной обмотки, снабженной ответвлениями, при помощи которых сила тока регулируется посредством ступенчатого выключателя (2). Кроме того, имеется выключатель первичной обмотки (3), приводимый в движение обычно ногой, во вторичной — приспособление для подвода тока (4), посредством которого замыкается цепь. Описанные части сходны у большинства сварочных машин, только приспособления, подводящие ток, исполнены у отдельных типов различно. У электрического сопла эти приспособления состоят из двух пар, сидящих на шпинделе зажимных колодок, из которых одна или обе пары передвигаются вдоль общей оси таким образом, что дают возможность зажимать сложные части любой длины. Иногда встречаются приспособления для укрепления в трех местах, и в этом случае машина применима для трехфазного тока, нормально же машины питаются однофазным переменным током, либо вклю-



Фиг. 1171.

¹⁾ Дилгелъ. Сварочная способность литого железа при сварке водяным газом, Берлин 1918, Леонард Эймон II-ка.

чаются между двумя фазами трехфазной сети. Так как у электрических сопок приходится иметь дело с продолжительными периодами выгорания, то применяются трансформаторы с масляным охлаждением, а зажимы охлаждаются циркулирующей водой. Зажимы очень часто снабжаются приспособлением для осаживания, работающим от шпинделя. Исходное таким образом сопо до применяется также и в качестве машины для сварки в стык.

Плотность тока $I:q$ для подогревания массы, удельный вес которой s , и среднее удельное сопротивление c до температуры t в z секунд равняется, если пренебречь потерей на лучеиспускание и теплопроводность $I:q = \sqrt{Q_0^t s; 0,239 c \times \sqrt{1:z} \Lambda/\text{mm}^2, \dots \dots (1)$

где Q_0^t — количество теплоты, потребное для подогревания 1 кг массы от 0° до t° (1 т., отд. Теплота, стр. 479).

Для железа, при подогревании от 1000° до 1200° :

$$I:q = 150 \text{ до } 200 \sqrt{1:z} \Lambda/\text{mm}^2. \dots \dots \dots (2)$$

Наиболее употребительные мощности электрических сопок — 30, 50, 75 и 100 kVA для сечений до 2000, 4000, 7000 и 10000 mm^2 . В качестве машин для сварки в стык, вышеупомянутые машины употребляются для сечений до 800, 1600, 2500 и 4000 mm^2 . Расход энергии для нагрева 100 кг железа до температуры ковки доходит до 25—30 kWh.

Из числа электрических сопок особый характер имеют электрические подогреватели заклепок. Приводимое в движение ногой приспособление для зажимания изделий захватывает заклепку помощью пружины или противовеса по длине двумя зажимами, соединенными с контактами вторичной обмотки трансформатора.

Обычно машины имеют два зажимные приспособления. Охлаждение зажимов применяется водяное, воздушное, либо посредством испарения, трансформаторы же охлаждаются воздухом. Подогреватели строятся от 12 до 30 kVA для заклепок, диаметром 16—35 мм. Расход энергии для нагрева 100 кг заклепок доходит до 40—45 kWh.

2. Сварочные машины для сварки в стык. Область применения: сварка в стык круглых и плоских профилей (нормальная сварка в стык), тавровых и двутавровых профилей, труб и инструментов, звеньев цепей (полуавтоматическая сварка). Метод работы сравн. а) 1 и 2, стр. 887.

Устройство сварочных машин для сварки в стык то же, что и для электрических сопок (фиг. 1171). Прибавлением является приспособление для осаживания. Эту работу выполняет зажимы, служащие для подвода тока (4), из которых одна пара неподвижна, а другая укреплена на салазках. Натяжное движение производится эксцентриками (малые типы) или шпинделем (большие типы), передвигаемое салазок эксцентриками, пружинами или гириями (малые типы), шпинделем (средние типы) или же гидравлическое (тяжелые типы). Выключение первичного тока часто происходит не от главного выключателя (3), а при помощи особого, приводимого в движение от салазок выключателя, т.-е. в зависимости от пути осаживания. Полуавтоматическое выключение особенно часто применяется у машин для сварки цепей. Охлаждение зажимных колодок происходит почти всегда при помощи воды. Подведение тока должно

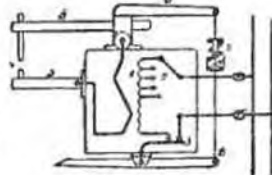
происходить таким образом, чтобы он равномерно распределялся по всему сечению, подлежащему сварке. Трансформатор (1) работает с воздушным охлаждением.

Нормальные машины для сварки в стык строятся для мощностей от 1,5 до 200 kVA и для сечений от 1 до 10000 mm^2 . Вторичное напряжение от 0,5 до 8 V. Расход энергии, продолжительность и производительность см. фиг. 1165.

3. Сварочные машины для сварки по пунтам. Область применения: сварка листов в нахлестку и сварка по пунтам изделий из листов, проволок и разных деталей, припайвание проволок к листам и т. п. работы. Метод работы а) 3, стр. 888.

Ток дается трансформатором с воздушным охлаждением (1 на фиг. 1172), вторичная обмотка которого состоит всего из одного витка. В первичной цепи находится также постоянный ступенчатый регулятор (2) для регулирования силы тока и выключатель первичного тока (3). Электроды, служащие для подачи тока и для достижения давления при сварке (4) помещаются на одном неподвижно укрепленном и на втором подвижном стержне (5), приводимом в движение рычагом (6). Этот рычаг действует на выключатель первичного тока таким образом, что ток замыкается, как только электроды прикасаются к свариваемому изделию. В рычажную систему включается пружина (7), или же соответствующим образом приспособленная гиря для регулирования давления при сварке. Выключение тока происходит, большей частью, также при помощи выключателя первичного тока при обратном ходе рычажной системы. Здесь применяются также и реле, которые прерывают ток, при достижении им известной силы. Электроды и держатели имеют водяное охлаждение. Достижимая, благодаря заострению электрода, поверхность прикосновения в виде точки соприкосновения со свариваемым предметом, соответственно ограничивает зону выгорания, позволяет достигнуть очень быстрого нагревания и достаточной плотности тока (200 и больше Λ/mm^2 , сравн. уравн. 1, стр. 892). Машины для сварки по пунтам строятся для мощностей до 50 kVA и для толщины листов до 25 мм, вторичное напряжение от 1 до 5 V. Время и расход энергии см. фиг. 1167.

4. Машины для сварки швов. Применение: сварка в нахлестку и в стык жестяных изделий, сварка труб. По устройству эти машины сходны с машинами, описанными выше в п. 3 (фиг. 1172), только обыкновенные электроды (4) здесь заменяются роликами, которые стоят в направлении или поперек обеих стержней (5) (продольный шов, поперечный шов). Часто лишь верхний электрод делается в виде ролика или поворотного штифта; вторым проводом служит тогда шпала, стока, зажимные цехи и др. приспособления. Привод для вращения вращается только у верхнего ролика, тогда как нижний свободно сидит на оси. Передача происходит цепью, промежуточным роликом или червяком и после опускания ролика одновременно



Фиг. 1172.

с включением тока. Непрерывное действие тока возможно только при тонких листах без окалин, в то время, как у листов с окалинами для того, чтобы достичь чистого шва, ток должен через короткие промежутки времени (от 5 раз и более в сек.) прерываться. Приспособление для прерывания тока приводится в движение механически или посредством соленоида. Если движение роликов происходит в момент прерыва тока, то достигается наименьшее загрязнение роликов и самый чистый шов.

[Ролики и приводу придают различные формы, в зависимости от особенностей работы. Совершенно особым является приспособление для сварки швов на трубах].

Нормальный тип машины для производительности 8 до 25 kVA и толщиной листа 2 до 8 мм. Вторичное напряжение 2 до 5 V. Скорость сварки 5 до 30 mm/sec.

Г. Электрический привод рабочих станков¹⁾.

[Так как в настоящее время рабочие станки, в большинстве случаев, приводятся в движение моторами, то в новых установках возникает вопрос о групповом или одиночном приводе].

Групповой привод. Отдельные станки работают от потолочных контр-приводов. Последние работают от одного и того же трансмиссионного вала, приводимого в движение одним электромотором.

Одиночный привод. Каждый станок имеет собственный электромотор; у сложных станков особые моторы для отдельных движений.

Сравнение.

Групповой привод: **Одиночный привод.**

1 а) Неизменяемое количество оборотов трансмиссии требует для перемены скорости работы ступенчатых шкивов и переборной коробки на станках.

2 а) Количество оборотов трансмиссии в зависимости от среднего количества оборотов приводимых в движение станков $n_{st} \approx 150$ до 500, количество оборотов мотора, который вращает трансмиссию ремнем при натяжном ролике, в зависимости от рода и силы тока $n_m \approx 750$ до 1500, большее количество оборотов только для моторов при $N \leq 5$ kW, $n_m : n_{st} < 10$, редко < 5 .

1 б) Ступенчатый шкив и коробка скоростей могут быть часто заменены применением регулируемых моторов, которые можно в настоящее время получить только для постоянного тока (степень регулирования почти постоянная $\approx 1:3$).

2 б) Количество оборотов у одиночных моторов больше, чем у групповых, так как моторы меньше мощности. Передача на медленный ход посредством ремней или посредством непосредственно закрепленной на станке зубчатой передачи.

3 а) Групповой привод не зависит от рода тока, так как применяются моторы с постоянным количеством оборотов. Особое преимущество имеют трехфазные моторы при высоком напряжении, т. к. возможно трансформирование; кроме того, моторы трехфазного тока дешевы и просты по конструкции.

4 а) Мощность мотора группы не должна соответствовать сумме максимальных мощностей приводимых станков, так как одновременная работа всех станков с максимальной нагрузкой маловероятна; мотор же выдерживает перегрузку короткое время. 0,5 $\cdot \Sigma N$ всех моторов вполне достаточно; каждый отдельный случай требует изучения (ср. п. 5 б).

5 а) Перегрузка в недогруз отдельных станков уравнивается такти образом, что, в зависимости от мощности мотора, остается резерв для перестановок и новых установок; в то же время мотор нагружается почти полностью и имеет выгодный коэффициент полезного действия.

6 а) Приводной мотор должен еще покрывать потери на холостой ход трансмиссионного вала и передачу, почему важно хорошее устройство трансмиссии и передачи. (Самосмазывающиеся кольцевые подшипники или шариковые подшипники).

7 а) Целесообразно делать выключатели в различных местах, чтобы иметь возможность, с целью предотвращения несчастных случаев, быстро останавливать мотор.

8 а) Вид мастерской: давно известно обилие трансмиссий, потолочных приводов и подсобных конструкций, и множество ремней; при дифференциации валов можно избежать многократных ремешных

3 б) Одиночный привод с регулирующим мотором возможен только для постоянного тока, в другом случае необходимы все приспособления для измерения скорости, как и у группового привода

4 б) Одиночный мотор должен выдерживать длительную работу; перегрузка предусматривается на случай чрезмерной перегрузки станка. Мотор сравнительно большой мощности.

5 б) Мотор должен принимать на себя перегрузку; при ненормальной нагрузке коэффициент полезного действия понижается, потому при большом количестве моторов — большое переусреднение тока по отношению к неиспользованной мощности. Выявление действительно потребной мощности очень важно, так как каталоги и предложения фирм зачастую указывают слишком большие мощности.

6 б) Во избежание потерь в передаче важно регулирующее приспособление мотора монтировать, по возможности, вместе со станком. Якорь мотора на общем валу возможно посадить только для быстрходных машин, с наибольшим успехом применяют одиночный привод: для шлифовальных и полировочных станков, для малых сверляльных станков. В текстильном машиностроении: одиночный привод шпинделей ткацких станков; в этом случае часто страдают все приспособления для передачи, зачастую дающие перебои.

7 б) Не только выключатель, но у больших станков и регулирующее приспособление в переключатель, — приводится в движение при помощи напильных шкивов. Благодаря этому все кнопки можно поместить в одном месте, удобном для обслуживающего персонала, а все моторы в таком месте, которое

¹⁾ Литература: Кара Меллер, Электромоторы, стр. 2, Берлин, 1923 г., Ю. Шпрингер; журна. *Werkzeugmaschinen der Firmen AEG, Siemens, Siemens & Halske*, для одиночного привода. Для привода трансмиссий (тр. ушк) *Wagner, Wölffel* (скользящие подшипники), *SKF - Nott* в (шариковые подшипники) с каталогами.

передач с одной трансмиссии на другую, но все же остается старое механическое распределение силы, и, вследствие этого, необходима конструкция станка с коробкой скоростей для всевозможных чисел оборотов. Возможности перестановки станка, особенно при тесной их установке, ограничивается поточной передачей; трансмиссионные ремни должны быть надлежащей длины, рабочий ремень должен иметь достаточный угол по отношению к вертикали, так как в противном случае необходимо сильное натяжение.

Обобщение сравнения. Единичный электрический привод имеет преимущества перед групповым приводом при следующих условиях: 1) Привод с постоянным током, поскольку вопрос идет о машинах с переменным количеством оборотов; 2) Правильное соединение мотора со станком, т. е. небольшое количество передаточных механизмов, внутренняя связь мотора со станком, устранение трансмиссионного привода, кроме тех случаев, когда последний служит для смягчения удара. Если вопрос касается одиночных больших, или неравномерно нагруженных станков, одиночный привод имеет преимущество также и для мотора трехфазного тока, как и у станков, работающих с постоянной скоростью и нагрузкой (например, станки в проволочно-прокатной промышленности и т. п.).

В случае отсутствия постоянного тока, когда требуется приводить в движение станки с резко изменяющимся количеством оборотов, надлежит определить сначала, какую из систем следует применить: одиночный привод с регулируемым мотором, одиночный привод с мотором трехфазного тока, или, наконец, групповой привод с мотором трехфазного тока. Обычно, в таком случае, привод с мотором постоянного тока, вследствие дороговизны преобразования тока и из-за дорого стоящих регулируемых моторов, имеет очень мало шансов, но, в общем, оценка преимуществ той или другой системы зависит (ср. 8 б) от индивидуальных соображений. Перентабельность группового привода с мотором трехфазного тока возрастает с ростом величины станков и расстояния между ними, а также с неравномерностью их нагрузки.

Область применения. Чем больше распространяется изготовление станков с одиночным приводом, тем больше они вводятся в работу на промышленных предприятиях. При небольших переносных станках электрический привод встречается, в большинстве случаев в главном образом, у пневматических молотов, применяемых чаще всего на верфях, в котельных цехах, при существующих установках также и для сверльных станков. У станков средней мощности, в настоящее время, при-

было бы наиболее удобно для самого короткого пути механич. передачи.

8 б) Каждый из станков имеет один или несколько моторов. Свободный доступ для кранов, отсутствие ремней и поточных приводов, что дает возможность лучше осветить помещение. Лучшее использование площади мастерской. Легкая перестановка станка, для которого нужна только определенная площадь. С другой стороны, для большого количества электромоторов требуются резервные моторные якоря, что при большом количестве моторов различных типов требует значительных расходов.

менее электрического привода чрезвычайно распространено, например, особые инструкции (у которых выключатели помещаются в станине); радиальные сверляльные станки с вертикальным мотором на суппорте (Рабома, Берлин—Борнигвальде), токарные станки и фрезерные станки с мотором на одной оси с рабочим шпинделем (Сименс и Шуккерт, Бёринген, Гоминген, Л. Лёва и Кр, Берлин и др.), прессы, чеканы, у которых при помощи привода регулируется скорость мотора, чем достигается непродолжительность холостого хода (привод Регло ВКЭ), строгальные станки, регулируемые моторы которых 1:3 до 1:4, при чем минимальное количество оборотов достигается противотоком (ВКЭ, Сименс и Шуккерт и др.), деревообделочные станки с мотором на рабочем валу (фрезеры, строгальные станки, точильные пилы фирмы Тейхерт и Сми, Лейциг и др.). Наряду с этим почти все заводы строят станки с моторами, пристроенными непосредственно снаружи станка или внутри станины (фланцевые моторы).

У больших станков для верфей, больших механических заводов, рудников и т. п.—большую часть применяется одиночный электрический привод, одиночные моторы для каждого шпинделя, для подачи, что также, как и изменение скоростей, регулируется нажимными кнопками (Шваес, Дюссельдорф).

II. Грузоподъемники и складочные машины ¹⁾.

А. Детали грузоподъемных машин.

а) Приводы.

1. Ручной привод.

Подъемные машины ручного действия являются экономически выгодными лишь тогда, когда они находятся в действии менее, чем 15 минут в течение дня, так как во всех остальных случаях стоимость рабочей силы на обслуживание ручными подъемниками превышает стоимость приобретения электромотора плюс стоимость тока (фиг. 1173). Ручная передача поэтому применяется в настоящее время лишь для переносных подъемников с небольшим ходом: для домкратов с зубчатой рейкой и цепных блоков.

Колесо с ручной и блок для цепи у ворота. Передача при помощи рукоятки применяется лишь в тех случаях, когда вал рукоятки может



Фиг. 1173.

¹⁾ Литература. Использование статьи А и др., Станки строительства кранов, Мингхен 1922, Р. Ольденбург.—Грегор, Железные конструкции подъемных сооружений, т. II, Берлин 1924, Мейсер.—Бюльк, Трение на ободе колес, журн. Mitt. Forschungsarb., т. 154, Берлин изд. V. D. I.—Исаксен, Проволочно-плетеные дороги, журн. Z. d. V. d. I. 1907, стр. 652.—Рейнольдс, Краны для канатно-проволочных дорог, журн. Z. d. V. d. I. 1916, стр. 501.—Стефан, Канатные дороги, Берлин 1921, Юл. Шпрингер.—Вильхельм, Машин для транспортпрокатки, журн. Z. d. V. d. I. 1911, стр. 2002, 1922, стр. 173; Испытание машин для транспортпрокатки, журн. Mitt. Forschungsarb. т. 110 и 111, Берлин изд. V. D. I., журн. Сименса. Усилие для включения муф.

быть установлен на высоте 1 м над уровнем пола; передача ручной лебедки применяется лишь в подвесных лебедках.

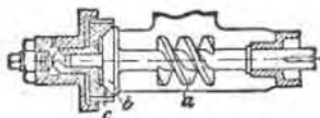
Производительность кривошипного привода и ворота: Детали машины, Передача кривошипом, стр. 141; см. также отдел Машины-двигатели Живые двигатели, стр. 362.

Тормоза 1). Подъемники, у которых ход груза не превышает 5 м., целесообразно снабжать грузовым тормозом, который автоматически нагнетается самим поднимаемым грузом; для опускания груза при этом требуется движение передачи в обратную сторону, но при целесообразной конструкции достигается большая надежность действия подъемников.

У грузовых тормозов сила, передающая давление на фрикционные поверхности при торможении увеличивается в таком же соотношении, в каком возрастает величина поднимаемого груза; абсолютная величина этой силы должна превышать на $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{3}$ сопротивление подвешенного груза. Во время подъема грузовой тормоз выключается при помощи храпового механизма. При опускании необходимо, чтобы разность: сопротивление тормоза минус сопротивление от подвешенного груза, преодолеваясь силой, развиваемой передаточным механизмом, т. е. этот последний должен работать в обратном направлении.

Наиболее распространенные конструкции: червячный грузовой тормоз Беккера, зубчатый (косые зубы) грузовой тормоз Виндгофа и винтовой грузовой тормоз Вестона.

Червячный грузовой тормоз по Беккеру (фиг. 1174). Осевое давление на червяк *a* передается на неразрывный соединенный с ним фрикционный диск *b*, упирающийся в фрикционное колесо *c*.



фиг. 1174.



фиг. 1175.

Условие для удерживания груза: момент трения тормозящей поверхности должен быть больше оказываемого грузом на шпindel (фиг. 1175):

$$A \mu r_2 > A \operatorname{tg} (\alpha - \rho) r_1,$$

где *A* — осевое давление, μ — коэффициент трения на фрикционной поверхности, r_2 — радиус фрикционной поверхности, r_1 — радиус червячной части вала, α — угол подъема червяка, ρ — угол трения червяка.

При конической фрикционной поверхности момент торможения увеличивается вследствие клиновидной лебедки, соответственно углу клина.

Зубчатая лебедка по Виндгофу (фиг. 1176). Давление вследствие наклона зубцов шестерни *a* передается нескольким фрикционным дискам *b*, насаженным на продолжении вала шестерни, и упирающимся в такие же диски храпового колеса *c*.

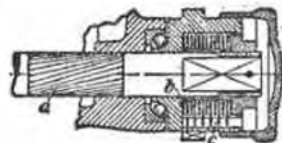
Условие для удерживания груза (фиг. 1177):

$$A \mu r_2 i > Z \operatorname{tg} (\alpha - \rho) r_1.$$

*) См. также Тормоза на стр. 205.

Здесь, кроме уже указанных обозначений, α — угол зубцов шестерни, r_1 — радиус шестерни, i — число фрикционных поверхностей, Z — давление зубцов.

Винтовая лебедка по Вестону (фиг. 1178). Целое колесо *a* (либо канатный барабан или шестерня) составляет одно целое с фрикционным диском *b* и свободно вращается на винтовой паровке. Диск *b* прилегает к храповому колесу, свободно вращающемуся на валу и упирающемуся во второй фрикционный диск *d*, заклиненный на валу.



фиг. 1176.



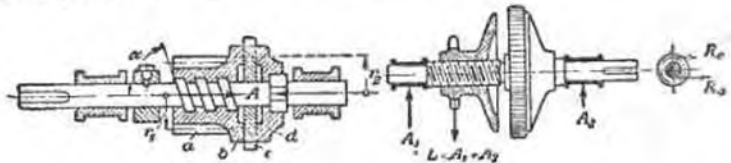
фиг. 1177.

Необходимо, чтобы трение R_{cs} возникшее на винте вследствие действия поднимаемого груза *L*, было меньше трения R_{ca} в подшипниках (фиг. 1179), ибо, в противном случае, целое колесо не будет насаживаться на винт по направлению к фрикционным дискам; оно будет вращаться вместе с валом.

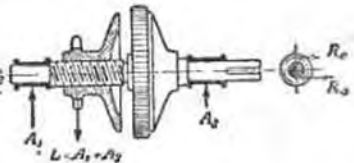
Условие для удерживания груза:

$$A \mu r_2 > A \operatorname{tg} (\alpha + \rho) r_1.$$

Зажимное кольцо лучше заменить кулачной муфтой. При проектировании необходимо иметь в виду, чтобы трение на винте было, по возможности, мало. В тех случаях, когда винт может покрываться пылью или ржавчиной, напр., в литых или на открытом воздухе, — винтовой тормоз неприменим.



фиг. 1178.



фиг. 1179.

Поверхности трения предохранительной рукоятки размещаются незначительным поворотом рукоятки в обратную сторону. Предохранительные рукоятки выгодны лишь для подъемников с высотой подъема не более 5 м. При большей высоте подъема электрический привод экономичнее ручного; поэтому предохранительные рукоятки тогда почти совершенно не употребляются.

Демпраты с зубчатой рейкой. Подъемная сила от 1 до 20 т. Подъем 0,25 до 0,5 м. Требуется возможно малый собственный вес демпрата, поэтому его изготовляют из материала высокого качества, допуская в нем высокие напряжения. Передача — зубчатая с одним или несколькими пере-