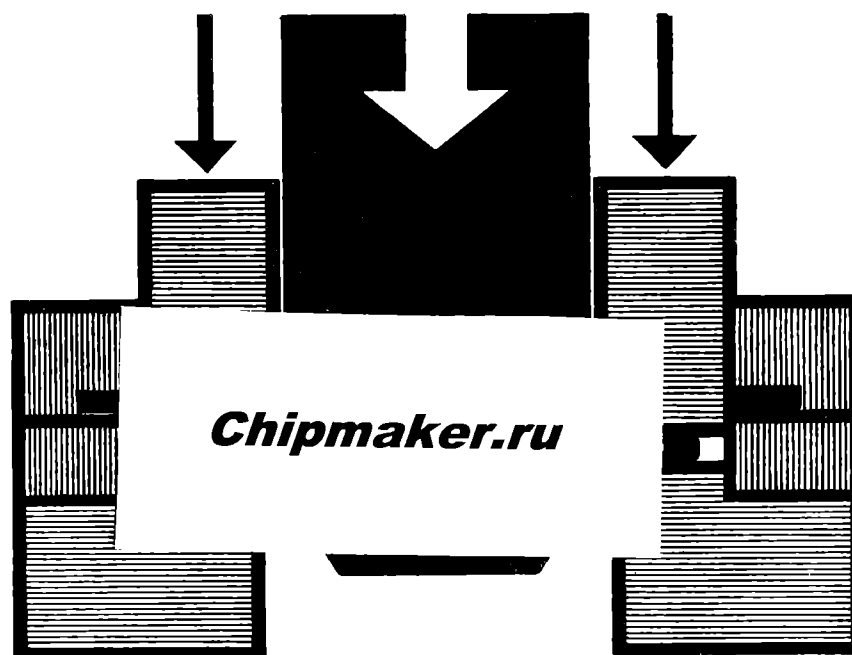


Ю. В. ШУХОВ , С. А. ЕЛЕНЕВ

ХОЛОДНАЯ ШТАМПОВКА



В нашей стране квалифицированных рабочих готовят в профессионально-технических учебных заведениях или обучают непосредственно на производстве бригадным или индивидуальным методами.

Изучая процессы и операции холодной штамповки на теоретических занятиях и применяя полученные знания в мастерских и на заводе, учащийся осваивает холодную штамповку сложных и особо сложных деталей из металлов и сплавов на кривошипных прессах усилием до 300 тс, применяя сложные комбинированные вырубные, вытяжные, гибочные штампы, выполняет холодную штамповку простых и средней сложности деталей на прессах усилием от 300 до 1000 тс, выполняет установку и снятие штампов, управляет прессом и регулирует его.

Выпускнику технического училища следует брать пример с передовиков и новаторов производства, которые непрерывно повышают производительность труда, показывая пример в улучшении качества изготавливаемой продукции. У них учатся не только прогрессивным приемам и методам труда, но и бережливому отношению к социалистической собственности.

Коммунистическая партия уделяет большое внимание подготовке квалифицированных рабочих. В решениях XXV съезда КПСС поставлена задача на десятилетку: «Обеспечивать подготовку рабочих высокой квалификации из числа молодежи для всех отраслей народного хозяйства прежде всего в профессионально-технических учебных заведениях, позволяющих получить одновременно специальность и общее среднее образование, а также в технических училищах» *

Данный учебник написан в соответствии с программой подготовки штамповщиков 3-го разряда в технических училищах, утвержденной Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию в 1975 г.

Конкретные разряды присваиваются оканчивающим училища в зависимости от результатов квалификационных экзаменов, успеваемости по профилирующим предметам и производственных показателей в период прохождения производственной практики на предприятии.

* Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 221.

ГЛАВА I КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ХОЛОДНОШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Холодная штамповка — это один из видов обработки металлов давлением, при котором металл деформируется пластически в холодном состоянии. В зависимости от вида исходного материала и типа изделия холодная штамповка может быть листовой или объемной.

Листовая штамповка применяется для изготовления деталей из листового материала, например деталей автомобилей (крыша, крылья, колпаки и др.), самолетов, вагонов, химических аппаратов, электроприборов, многих бытовых изделий (бидоны, ложки, кастрюли и т. п.).

Холодной объемной штамповкой изготавливают изделия из объемных заготовок — главным образом из пруткового материала. Холодной объемной штамповкой получают, например, крепежные детали (болты, гайки, заклепки), шарики, ролики, кольца подшипников, многие детали автомобилей, самолетов, тракторов и других машин.

По сравнению с горячей штамповкой холодная имеет ряд преимуществ: нет операции нагрева металла, поверхностный слой металла не окисляется (не образуется окалина), изделия получаются более точными по размерам и с меньшей шероховатостью поверхности.

По сравнению с обработкой резанием холодная штамповка позволяет сократить расход металла, так как металл не отделяется в стружку, уменьшить трудоемкость изготовления изделий и повысить производительность труда. Одновременно холодная обработка давлением обеспечивает упрочнение обрабатываемого металла, что позволяет делать детали более легкими, менее металлоемкими и более износостойкими.

Эти же преимущества позволяют заменять литые детали штампованными. Кроме этого, преимущества холодной штамповки по сравнению с литьем заключаются в том, что холодноштампованные изделия почти не требуют последующей обработки резанием, в то время как литые детали подвергаются значительной обработке резанием.

При штамповке заготовки, полуфабрикаты, детали получают в результате пластического деформирования или разделения исходного материала в специальных инструментах — штампах. Штампы устанавливают на прессах.

К основным операциям листовой штамповки относятся: разделительные (отрезка, разрезка, вырубка, пробивка и др.) и формоизменяющие (гибка, вытяжка, отбортовка, правка, закатка и др.). Основными операциями холодной объемной штамповки являются: разделительные (отрезка, пробивка) и формоизменяющие (осадка, высадка, выдавливание, калибровка, чеканка и некоторые др.). Кроме того, холодная штамповка применяется и для сборки. Эти операции подробно рассмотрены в главе IV

Листовая и объемная холодная штамповка осуществляется главным образом на механических и гидравлических прессах. Из механических прессов наиболее широко применяют кривошипные. Помимо прессов, для штамповки некоторых изделий используют иные машины и устройства (для ротационной вытяжки, импульсной штамповки и др.). Описание оборудования для холодной штамповки дано в главе VIII.

В качестве исходного материала для листовой штамповки применяют листы или ленты, а для объемной штамповки — главным образом прутки различного сечения. Материал для штамповки, поступающий в штамповочные цехи, перед обработкой в ряде случаев подвергается специальной подготовке — правке, отжигу, обезжириванию, травлению, промывке, сушке, дрессировке. Виды материалов, применяемых для холодной штамповки, и способы их подготовки рассмотрены в главах III и VII.

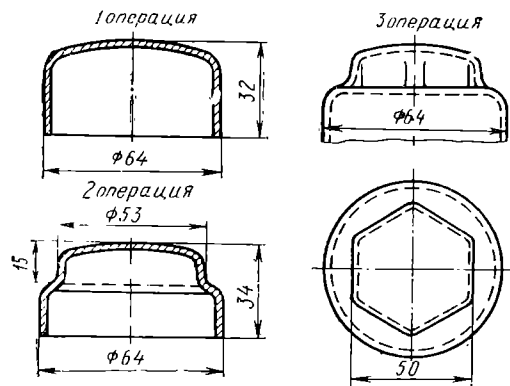


Рис. 1 Формоизменяющие операции при штамповке крышки ступицы переднего колеса автомобиля

Изготовление штампованных изделий предусматривает выполнение ряда технологических операций (например, резка, вырубка, вытяжка, обрезка). Последовательность выполнения этих операций регламентируется технологическим процессом, который разрабатывается технологом цеха или завода. Технологический процесс может предусматривать: специальные операции по подготовке материала к штамповке, штамповочные опе-

рации (разделительные, формоизменяющие, сборочные), контрольные операции, предусматривающие проверку качества изделия, и отделочные операции.

Контрольные операции могут быть: промежуточные — проверка качества полуфабриката после каждой операции и окончательные — проверка качества изделия.

К отделочным операциям относятся операции по зачистке, полированию, окраске или нанесению декоративно-защитных покрытий.

Ниже описаны примеры изготовления листовых и объемных деталей холодной штамповкой.

Для штамповки крышки ступицы колеса автомобиля лист стали 08 толщиной 2,5 мм режут на полосы. Штампованную деталь получают в три операции. В первую операцию производят вырубку заготовки диаметром 100 мм и вытяжку (рис. 1). На второй операции осуществляется предварительная формовка и на третьей — окончательная формовка с образованием шестигранника под ключ. После подрезки торца и получения резьбы крышка ступицы поступает на сборку.

На рис. 2 показана схема изготовления болта на многопозиционном холодновысадочном автомате. Исходным материалом служит холоднотянутый металл 1. Ролики 2 подают металл до упора 4. Нож 3 отрезает заготовку 5 и передает ее в первую позицию 6, где производится набор металла под высадку головки. Передающее устройство автоматически переносит заготовку из одной позиции в другую. Во второй позиции 7 высаживается цилиндрическая головка под обрезку. В третьей позиции 8 производится редуцирование стержня (уменьшение диаметра) под накатку резьбы. В четвертой позиции 9 производится обрезка головки болта под ключ.

Современные многопозиционные холодновысадочные автоматы оснащены устройствами для снятия фасок 10 на конце стержня и накатки резьбы 11.

Обработка металлов давлением известна человечеству издавна. Археологическими раскопками установлено, что кузнечная обработка была известна и применялась на территории Древней Руси около 3000 лет тому назад.

Штамповка изделий из стали уже широко применялась на Руси (Киеве, Чернигове и других городах) в IX—X вв. Большим искусством исполнения отличались тонколистовые металлические изделия того времени. Примерно в те же века мастера Новгорода изготавливали на ручных рычажных прессах в простейших штампах стальные детали оружия. В XV—XVI вв. русские мастера применяли подкладные штампы и чеканили монеты.

Русскими мастерами и умельцами были созданы многие оригинальные конструкции штамповочного оборудования и штампов. Так, в 1809 г. Иван Афанасьевич Неведомский разработал первую в мире конструкцию чеканочного пресса с револьверным устройством для подачи заготовок.

До Великой Октябрьской социалистической революции холодная штамповка применялась в России в малых масштабах, преимущественно в военной промышленности, а также при изготовлении деталей электроустройств и разных бытовых изделий. За годы Советской власти и особенно после Великой Отечественной войны холодная штамповка в нашей стране нашла широкое применение во всех отраслях металлообрабатывающей промышленности. Наиболее широко она применяется на заводах массового производства.

В нашей стране построены крупнейшие цехи листовой штамповки на автомобильных заводах: имени Лихачева и имени Ленинско-

го комсомола в Москве, на Горьковском и Волжском, а также на ряде тракторных, вагоностроительных заводов. Высокими темпами развивается холодная объемная штамповка.

теоретическими знаниями и навыками управления сложными машинами, хорошо знающих и применяющих опыт передовиков производства.

Контрольные вопросы

1. Назовите детали, получаемые холодной штамповкой.
2. Какими преимуществами обладает холодная штамповка по сравнению с другими методами обработки?
3. Какой исходный материал применяют для листовой и объемной холодной штамповки?
4. На каких заводах широко применяется холодная штамповка?

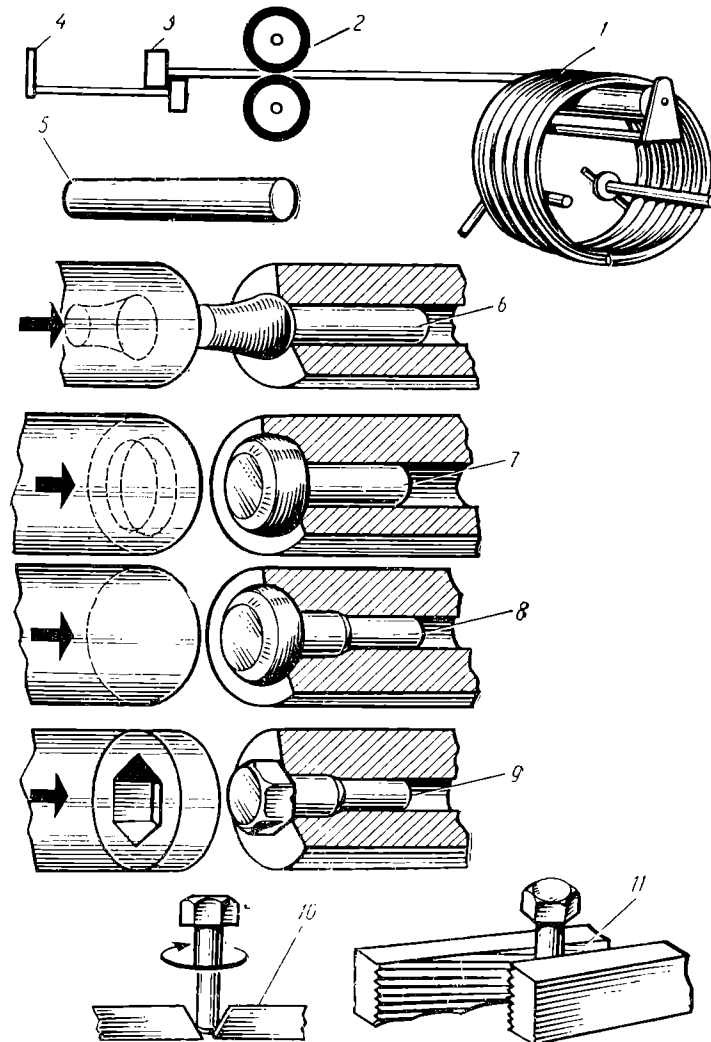


Рис. 2. Схема изготовления болта на многопозиционном холодновысадочном автомате

Развитие технологии холодной штамповки идет в направлении повышения уровня автоматизации штамповочного оборудования, создания новых машин и комплексов с программным управлением.

Большую роль в освоении новой техники играет творческая активность и подготовленность рабочих-штамповщиков, овладевших

ГЛАВА II
СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ
МАТЕРИАЛОВ И ОСНОВЫ ТЕОРИИ
ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

§ 1. ПОНЯТИЕ О ДЕФОРМАЦИЯХ И НАПРЯЖЕНИЯХ

Деформацией называют изменение формы тела под действием приложенных к нему сил. Различают упругие и пластические деформации. Если тело после снятия нагрузки восстанавливает свою первоначальную форму, то деформация называется упругой, если не восстанавливает — остаточной или пластической.

Упругость и пластичность в различной степени присущи всем твердым телам. При воздействии внешних сил твердые тела противодействуют деформированию, внутри них появляются силы, стремящиеся вернуть частицы тела в первоначальное положение. Эти силы называются внутренними. Интенсивность внутренних сил оценивают напряжением.

Средним напряжением $\bar{\sigma}_{\text{ср}}$ на выделенной внутри тела площадке площадью ΔF называют отношение силы $\Delta \bar{P}$, действующей на эту площадку, к ΔF (рис. 3):

$$\bar{\sigma}_{\text{ср}} = \frac{\Delta \bar{P}}{\Delta F} \quad (1)$$

Предел этого отношения при $\Delta F \rightarrow 0$ называют истинным напряжением в точке M , к которой стягивается рассматриваемая площадка:

$$\bar{\sigma} = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{P}}{\Delta F} \quad (2)$$

В технике напряжения обычно измеряют в кгс/см² или кгс/мм². Вектор напряжения $\bar{\sigma}$ можно разложить на составляющие $\bar{\sigma}_n$ и $\bar{\tau}$. Нормальное напряжение $\bar{\sigma}_n$ направлено по нормали к площадке (перпендикулярно площадке); касательное напряжение $\bar{\tau}$ расположено в самой площадке (рис. 3).

§ 2. ПРОСТЕЙШИЕ ВИДЫ ДЕФОРМАЦИИ

Растяжение (сжатие) испытывает тело под действием приложенных к нему нормальных усилий (рис. 4, а, б), равномерно распределенных по площади оснований. При растяжении стержня дли-

ной l_0 его длина после деформации увеличится на Δl (а при сжатии уменьшится на Δl). Величина Δl называется полным или абсолютным удлинением при растяжении (или полным укорочением при сжатии). Отношение Δl к первоначальной длине образца называют относительным удлинением (сжатием):

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

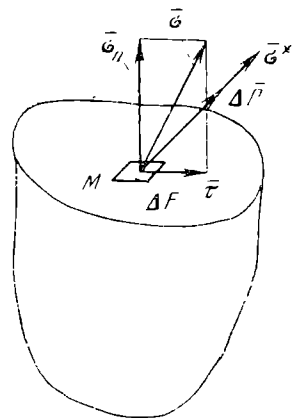


Рис. 3. Нормальные и касательные напряжения

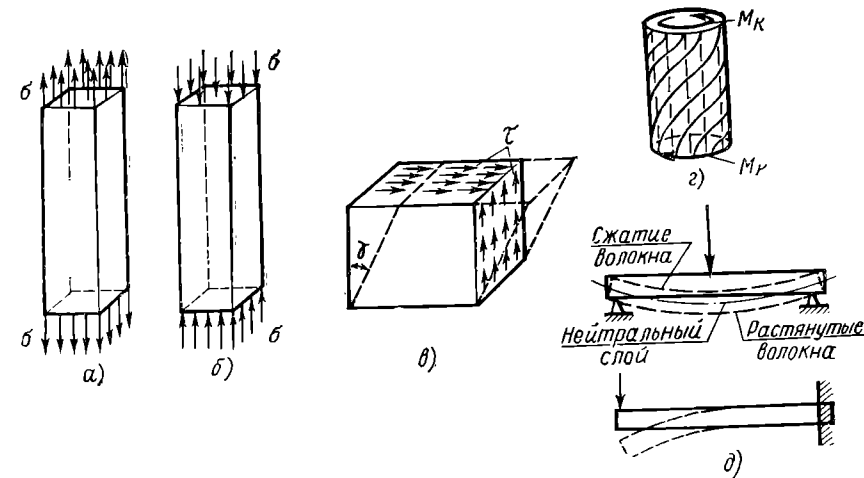


Рис. 4. Основные виды деформаций: а — растяжение, б — сжатие, в — сдвиг, г — кручение, д — изгиб

Деформацию сдвига (рис. 4, в) испытывает тело, находящееся под действием только касательных напряжений τ . При этом ребра параллелепипеда не меняют своей длины. Мерой деформации в этом случае является угол γ , на который изменился первоначально прямой угол.

Кручение (рис. 4, г) испытывает стержень, находящийся под действием пар сил, лежащих в плоскостях, перпендикулярных оси стержня. Мерой деформации при кручении является угол закручивания.

При изгибе (рис. 4, д) прямолинейная ось стержня становится криволинейной. Волокна на вогнутой стороне сжимаются, на выпуклой — растягиваются. Слои, не испытывающие деформации растяжения или сжатия, называется нейтральным. Кривизна изогнутой оси образца характеризует величину деформации при изгибе.

§ 3. ЗАКОН ГУКА

Для большинства упругих тел величины деформаций пропорциональны величинам действующих сил. Это свойство упругих тел было открыто английским ученым Р. Гуком в 1660 г. Р. Гук установил, что при растяжении пружины удлинение ее прямо пропорционально растягивающей силе, и так сформулировал свое открытие: «Каково удлинение, такова и сила».

Материалы ведут себя при упругой деформации в соответствии с законом Гука. Так, при растяжении или сжатии стержня изменение его длины пропорционально растягивающей или сжимающей силе; при кручении — угол кручения пропорционален крутящему моменту M_k ; при изгибе балки ее прогиб пропорционален нагрузке.

Общее правило о пропорциональности деформации деформирующей силе называют «законом Гука» в честь сделанного ученым открытия. В современной формулировке этого закона рассматривается зависимость между напряжениями и деформациями.

При растяжении или сжатии

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (3)$$

где коэффициент E называется модулем упругости или модулем Юнга. Как видно из формулы (3), модуль упругости E имеет размерность напряжения σ , так как относительное удлинение ε величина безразмерная. Модуль Юнга характеризует способность материала сопротивляться деформации. Величина E устанавливается экспериментально. Для стали, например, $E = (2,0 - 2,2) \cdot 10^6$ кгс/см², а для меди $E = 1 \cdot 10^6$ кгс/см².

Если подставить в формулу (3) значения $\sigma = \frac{P}{F}$ (P — растягивающая или сжимающая сила, F — площадь поперечного сечения стержня) и $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$, получим:

$$\Delta l = \frac{Pl}{EF}. \quad (4)$$

Из этой формулы следует, что удлинение (укорочение) стержня прямо пропорционально растягивающей (сжимающей) силе и длине стержня и обратно пропорционально модулю упругости и площади поперечного сечения. Произведение EF называют жесткостью при растяжении (сжатии).

Удлинение в продольном направлении бруса приводит к его сужению в поперечном направлении. Оказывается, что продольная ε и поперечная ($\varepsilon' = \frac{a' - a}{a} = \frac{b' - b}{b}$) деформации (рис. 5) связаны следующим соотношением:

$$\varepsilon' = -\mu\varepsilon. \quad (5)$$

Величины ε' при растяжении отрицательны, а при сжатии положительны (происходит расширение бруса). Безразмерный коэффициент μ называется коэффициентом поперечного сжатия или коэффициентом Пуассона. Величина μ для различных материалов различна и лежит в пределах от 0 до 0,5. В расчетах для стали принимают $\mu = 0,3$.

При сдвиге закон Гука записывается в следующем виде:

$$\tau = G\gamma. \quad (6)$$

Коэффициент G называется модулем упругости при сдвиге или мо-

дулем сдвига и имеет размерность напряжения. Величина G может быть выражена через E и μ :

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}. \quad (7)$$

Формула (6) по структуре аналогична формуле (3), выражающей закон Гука при растяжении.

При кручении стержней круглого сечения, полагая, что в поперечных сечениях возникают только касательные напряжения и поперечные сечения поворачиваются, как плоские диски, полный угол закручивания определяют по формуле

$$\varphi = \frac{M_k l}{GI_p}, \quad (8)$$

где l — длина стержня; M_k — крутящий момент; I_p — полярный момент инерции (для круга диаметром d $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$).

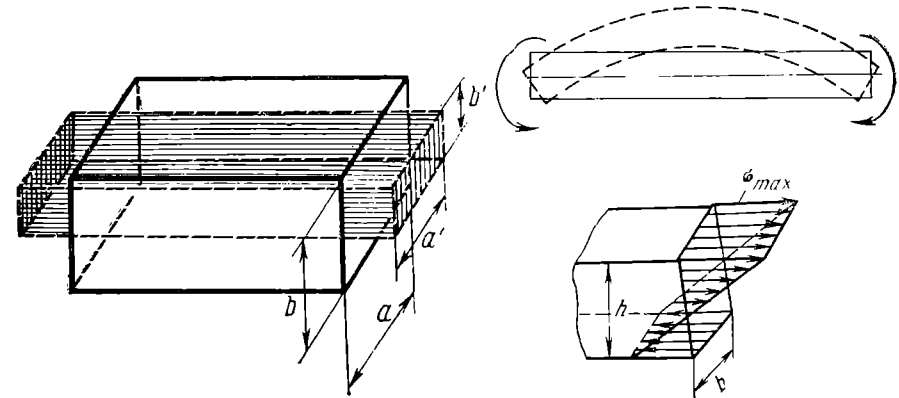


Рис. 5. К определению поперечных деформаций при растяжении

Рис. 6. Напряжения при чистом изгибе

Касательные напряжения τ в точках сечения, удаленных от оси стержня на расстояние ρ , находятся:

$$\tau = \frac{M_k \rho}{I_p}. \quad (9)$$

Наибольшее касательное напряжение при кручении можно определить из формулы (9), если принять $\rho = r$ (r — радиус стержня):

$$\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p}. \quad (10)$$

Величина W_p называется полярным моментом сопротивления; для сплошного цилиндра $W_p = \frac{I_p}{r} = \frac{\pi d^3}{16}$.

При изгибе (см. рис. 4, д) в сечениях изгибаемого образца, перпендикулярных его оси, действуют перерезывающая сила Q и из-

гибающий момент M . Если внутренние силы в поперечных сечениях образца приводятся лишь к изгибаемому моменту M , а $Q=0$, то изгиб называется чистым. При чистом изгибе по поперечному сечению возникают лишь нормальные напряжения σ_z (ось z совпадает с осью образца).

Максимальной величины эти напряжения достигают в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси (рис. 6). Значения σ_{\max} в рассматриваемом сечении определяют по формуле, полученной на основе закона Гука:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}, \quad (11)$$

где W — момент сопротивления сечения изгибу. Величины W для различных профилей сечений приводятся в справочниках. Например, для прямоугольного сечения с основанием b и высотой h

$$W = \frac{bh^2}{6}.$$

Сечение, в котором возникают наибольшие напряжения, называют опасным сечением.

Напряжения вблизи нейтрального слоя незначительны и эти слои металла почти «не работают». Поэтому с целью облегчения конструкции без нарушения прочности применяют трубчатые детали, двутавровые балки и т. д.

§ 4. ДИАГРАММА ПЛАСТИЧНОСТИ

Прямая пропорциональность между напряжениями и деформациями (закон Гука) наблюдается для различных материалов только до определенных пределов. Установление этих пределов, а также определение механических свойств материалов проводится при их испытаниях. Наиболее распространенным испытанием является испытание на растяжение.

При растяжении призматического или цилиндрического образца длиной l_0 и площадью поперечного сечения F_0 измеряют усилие деформирования P и длину образца в процессе испытания l . По этим данным подсчитывают условное напряжение $\sigma = \frac{P}{F_0}$ и относительное удлинение $\epsilon = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$, величины которых откладывают в определенном масштабе соответственно по осям ординат и абсцисс.

На рис. 7 изображена зависимость между σ и ϵ для мягкой стали. До точки A сохраняется прямая пропорциональность между σ и ϵ , т. е. выполняется закон Гука. Наибольшее напряжение, до которого деформации в материале растут пропорционально напряжению, называют пределом пропорциональности и обозначают σ_p .

Для определения предела упругости σ_y после каждой нагрузки разгружают образец и измеряют его длину, следя за появлением

остаточной деформации. Напряжение, при котором в материале появляется остаточная деформация порядка $(0,00002—0,00005) l_0$, принимают за предел упругости. Для мягкой стали $\sigma_p \approx \sigma_y$.

При дальнейшем увеличении усилия растяжения наступает момент, когда удлинение образца происходит без заметного увеличения напряжения (горизонтальная площадка на диаграмме). Напряжение, при котором происходит такое течение металла, называют пределом текучести и обозначают σ_T . Предел текучести — очень важная характеристика механических свойств материала. Сопоставляя расчетные величины напряжения с пределом текучести, судят о характере деформации в материале.

Для материалов, у которых на диаграмме растяжения нет ярко выраженной площадки текучести, за предел текучести принимают напряжение, соответствующее остаточному относительному удлинению — 0,2%.

После точки B диаграммы (рис. 7) материал вновь приобретает способность при возрастании нагрузки сопротивляться пластической деформации. Такое явление называют упрочнением. Зависимость между напряжениями и деформациями на участке упрочнения уже не подчиняется закону Гука. В точке C усилие растяжения образца принимает максимальное значение P_{\max} . Частное от деления P_{\max} на первоначальную площадь поперечного сечения образца F_0 называется временным сопротивлением или пределом прочности $\sigma_v = \frac{P_{\max}}{F_0}$. До точки C удлинение образца происходит равномерно, а при достижении предела прочности наблюдается появление местного сужения — шейки. После этого большая часть длины образца не деформируется. Сечение в середине шейки быстро уменьшается и дальнейшее уменьшение нагрузки.

Заметим, что действительные напряжения в образце при удлинении непрерывно растут и после точки C , несмотря на уменьшение усилия P . Ведь площадь сечения шейки непрерывно уменьшается. Отношение силы, соответствующей точке D , к площади сечения шейки в момент разрыва больше предела прочности.

Временное сопротивление σ_v легко определяется экспериментально и поэтому служит одной из основных характеристик материала.

О пластических свойствах материала можно судить по величине

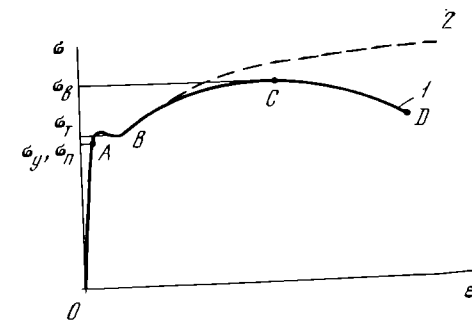


Рис. Диаграммы растяжения стального образца:
1 — условная, 2 — истинная

нам относительного удлинения ε (абсцисса точки D на диаграмме) и относительного сужения ψ поперечного сечения после разрыва образца. Эти величины находят так:

$$\varepsilon = \frac{l_k - l_0}{l_0} 100\%; \quad \psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} 100\%,$$

где l_k и F_k — соответственно длина образца и площадь поперечного сечения шейки после разрыва.

Если силу относить не к начальной, а к фактической площади поперечного сечения образца, то получим истинную диаграмму растяжения, показанную на рис. 7 штриховой линией.

§ 5. РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ

В инженерных расчетах о прочности стержня, работающего на растяжение или сжатие, судят по величине возникающего в нем при нагружении напряжения $\sigma = \frac{P}{F}$. Это напряжение сравнивают с допускаемым $[\sigma]$, которое выбирается в зависимости от материала и условий работы данной конструкции. Для пластичных материалов назначают $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T}$, а для хрупких $[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n_B}$.

Коэффициент запаса прочности по отношению к пределу текучести n_T или пределу прочности n_B назначают для компенсации возможных перегрузок при эксплуатации, неточностей изготовления деталей и определения механических свойств материала. Величины n_T и n_B всегда больше единицы. Хрупкие материалы (чугун, бетон и др.) разрушаются без появления заметных остаточных деформаций, поэтому основной характеристикой их механических свойств является предел прочности.

Установление значений запаса прочности является важным народнохозяйственным вопросом. Снижение коэффициента запаса прочности приводит к экономии материалов, в то же время необходимо гарантировать нормальную эксплуатацию изделий в течение определенного времени.

В машиностроении нет единых норм для назначения допускаемых напряжений. Однако на некоторых крупных заводах и в отдельных отраслях большой производственный опыт позволил установить нормы допускаемых напряжений, обязательные для пользования в этих предприятиях.

Расчет на прочность при растяжении (сжатии) при выбранном значении $[\sigma]$ сводится к выполнению неравенств

$$\frac{P}{F} = \sigma \leq [\sigma].$$

Это неравенство позволяет определить по заданным значениям усилия P и допускаемых напряжений $[\sigma]$ площадь сечения $F \geq \frac{P}{[\sigma]}$

или установить допускаемую нагрузку по известным значениям $[\sigma]$ и F :

$$P \leq [\sigma] \cdot F.$$

При сдвиге и срезе условие прочности записывают так:

$$\tau = \frac{P}{F} \leq [\tau].$$

Допускаемые напряжения на срез $[\tau]$ обычно выбирают $[\tau] \approx 0,8[\sigma]$. При кручении расчетная формула на прочность имеет вид:

$$\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau].$$

Кроме того, в ряде случаев необходимо ограничить величину угла закручивания. Тогда вводят допускаемое значение угла φ и сравнивают с ним величину угла закручивания, получаемую по формуле (8).

При изгибе расчетное уравнение устанавливает зависимость между максимальными нормальными напряжениями и допускаемыми:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W} \leq [\sigma].$$

§ 6. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В ТОЧКЕ

Если в деформируемом теле в произвольной точке выделить элементарный параллелепипед, то в общем случае на гранях этого параллелепипеда будут действовать нормальные и касательные напряжения (рис. 8). Индекс в обозначении нормальных напряжений показывает, параллельно какой оси координат направлено данное напряжение. Касательное напряжение τ обозначает с двумя индексами: первый определяет площадку, в которой действует напряжение, а второй показывает направление действия напряжения. Например, τ_{xy} — это касательное напряжение, действующее в площадке, перпендикулярной оси x (первый индекс), и направленное вдоль оси y (второй индекс); τ_{zx} — напряжение в площадке, перпендикулярной оси z , и направленное вдоль оси x .

Из условий равновесия элементарного параллелепипеда вытекает равенство касательных напряжений: $\tau_{xy} = \tau_{yx}$, $\tau_{xz} = \tau_{zx}$, $\tau_{yz} = \tau_{zy}$. Таким образом, напряженное состояние в точке определяется шестью компонентами напряжения: тремя нормальными σ_x , σ_y , σ_z и тремя касательными τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} .

Элементарный параллелепипед можно выделять в данной точке различными способами. При этом меняются величины нормальных

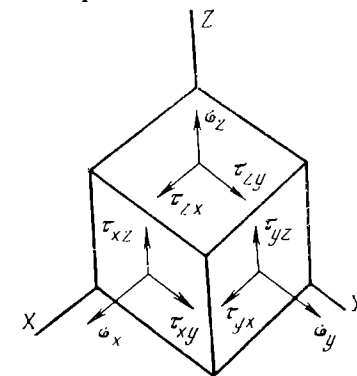


Рис. 8. Нормальные и касательные напряжения на гранях элементарного параллелепипеда

и касательных напряжений, действующих на гранях параллелепипеда. Существуют такие площадки, в которых действуют только нормальные напряжения, а касательные равны нулю. Такие нормальные напряжения называют главными и обозначают их $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ (σ_1 — наибольшее по алгебраической величине, σ_3 — наименьшее, σ_2 — среднее). С помощью главных напряжений можно схематически приблизительно охарактеризовать напряженное состояние при различных видах обработки металлов давлением. Стрелки, направленные к параллелепипеду, показывают сжимающие напряжения, а направленные от него, указывают на растягивающие напряжения. На рис. 9, а — в показаны некоторые схемы напряженного состояния.

Существуют также площадки, на которых касательные напряжения принимают значения:

$$\tau_{13} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}, \quad \tau_{21} = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2}, \quad \tau_{32} = \frac{\sigma_3 - \sigma_2}{2}.$$

Эти касательные напряжения называют главными касательными и напряжениями. Очевидно, что τ_{13} является наибольшим из главных касательных напряжений, так как $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$.

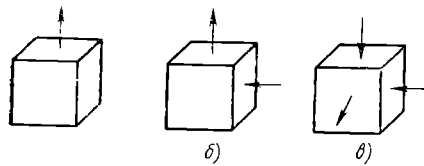


Рис. 9. Схемы напряженного состояния:
а — линейн б — плоская, в — объем

Для характеристики деформированного состояния пользуются схемами главных деформаций $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$. Деформации удлинения считают положительными, а деформации сжатия — отрицательными.

Вид схемы напряженно-деформированного состояния оказывает влияние на способность материала пластически деформироваться.

Процесс пластического формоизменения протекает более успешно при реализации схемы всестороннего неравномерного сжатия. Наличие растягивающих напряжений обычно снижает пластические свойства материала. Изменяя вид напряженного состояния, можно изменять и способность материала пластически деформироваться, т. е. при одних условиях материал ведет себя как хрупкий, а при других схемах нагружения оказывается пластичным.

При высоком гидростатическом давлении в условиях всестороннего сжатия даже такие хрупкие материалы, как мрамор, проявляют пластические свойства. Например, экспериментально получена деформация мрамора при растяжении до 25% и при сжатии до 78%.

§ 7. УСЛОВИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ

Пластическое формоизменение заготовки сопровождается сложными физико-химическими процессами в материале, выделением тепла, возникновением остаточных деформаций и напряжений. Все эти явления не позволяют сформулировать простой закон пластичности, такой, как, например, закон Гука для упругих деформаций.

Многочисленные экспериментальные данные позволили сформулировать гипотезы о переходе металла в пластическое состояние. Среди них наибольшее распространение получили условия пластичности Треска — Сен-Венана и Мизеса.

По теории Треска — Сен-Венана пластическая деформация наступает тогда, когда наибольшее касательное напряжение достигает предельного значения k . Величина k называется пластической постоянной и представляет собой предел текучести при сдвиге τ_T . Математически это условие пластичности, называемое еще условием постоянства максимального касательного напряжения, можно выразить так:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = k. \quad (12)$$

Пластическую постоянную k легко определить из опыта на простое растяжение. В этом случае σ_1 равняется пределу текучести σ_T , а $\sigma_3 = 0$. Подставляя эти данные в уравнение (12), получим

$$k = \frac{\sigma_T}{2}. \quad (13)$$

Поэтому условие пластичности Треска — Сен-Венана можно переписать так:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_T. \quad (14)$$

Это условие удовлетворительно согласуется с опытными данными. Однако при постановке более тщательных экспериментов были обнаружены незначительные систематические отклонения в поведении ряда металлов в состоянии текучести от условия Треска — Сен-Венана. Эти опыты показали влияние на условие текучести среднего напряжения σ_2 , которое по условию (14) не влияет на переход металла в пластическое состояние.

По гипотезе Мизеса пластическое состояние металла наступает тогда, когда

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_T^2. \quad (15)$$

Условие пластичности Мизеса называют условием постоянства удельной энергии формоизменения. Уравнение (15) можно получить, если предположить, что переход металла в пластическое состояние происходит независимо от напряженного состояния, когда удельная (отнесенная к единице объема) потенциальная энергия формоизменения достигает определенной величины.

Из условия Мизеса можно найти предел текучести при сдвиге $\tau_T = k$

$$\tau_T = \frac{\sigma_T}{\sqrt{3}} \approx 0,557\sigma_T. \quad (16)$$

Величина $k = \tau_T$, по условию Мизеса равная $0,557\sigma_T$, для большинства металлов лучше согласуется с экспериментом, чем $k = \frac{\sigma_T}{2}$ по условию Треска — Сен-Венана.

Для многих процессов обработки металлов давлением применимы частные случаи напряженно-деформированного состояния.

При плоском деформированном состоянии, когда деформация по одному из направлений отсутствует,

$$\sigma_z = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}, \quad \tau_{xz} = \tau_{yz} = 0$$

и условие пластичности записывается в виде:

$$(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2 = \frac{4}{3}\sigma_T^2 \quad (17)$$

Для плоского напряженного состояния ($\sigma_z = \tau_{xz} = \tau_{yz} = 0$) условие пластичности имеет вид:

$$\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2 = \sigma_T^2 \quad (18)$$

§ 8. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Приведенные выше понятия и зависимости используются для решения задач обработки металлов давлением. Эти задачи связаны не только с определением деформирующих условий, знание которых необходимо для выбора оборудования, но и с анализом таких явлений, как заполняемость штампа, местное выделение тепла, износ инструмента и др.

Для решения задач обработки металлов давлением пользуются различными методами. В одних случаях решают совместно системы уравнений, состоящие из условий равновесия выделенного в очаге деформации элемента и условия пластичности. В других используют закон сохранения энергии и приравнивают мощности внутренних и внешних сил. Для упрощения задачи зона деформации делится на недеформированные элементы, которые скользят относительно друг друга. Такой энергетический метод решения задач получает большое развитие благодаря широким возможностям анализа и относительной простоте решений.

Большое распространение получил метод линий скольжения. Напряжения в случае плоской задачи определяют по ортогональной сетке линий скольжения, касательные к которым совпадают с направлениями главных касательных напряжений. Такие сетки строят на основании ряда теорем.

В некоторых случаях удается получить и естественный рисунок поля линий скольжения на поверхности заготовок при пластическом деформировании (см. рис. 11, в). Именно этот естественный рисунок, появляющийся на штампованных деталях, и привлек внимание ученых. Удалось теоретически показать, что эти линии совпадают с направлениями, вдоль которых отсутствуют деформации растяжения или сжатия. Широкое развитие этого метода объясняется тем, что он позволяет полностью определить напряжения и скорости деформации в сечениях пластически деформируемого тела. А это час-

то является основным при теоретическом анализе технологических задач.

При исследовании напряжений и деформаций используют экспериментальные методы. В сечениях образцов наносят координатную сетку, которую в процессе деформирования после каждого очередного приращения деформации фотографируют или измеряют. Полученные данные позволяют судить о траекториях движения отдельных частиц деформируемого тела и о скоростях деформации, что достаточно для решения широкого класса задач.

В некоторых случаях распределение напряжений в сечениях образца получают измерением твердости в различных точках сечения. Зная для данного материала кривую зависимости между твердостью и интенсивностью напряжений, можно по величинам чисел твердости судить о распределении напряжений.

При теоретическом исследовании процессов обработки металлов давлением считают, что объем пластически деформируемого тела не меняется, т. е. объем тела до деформации равен его объему после деформации. Это положение называют законом постоянства объема.

§ 9. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Металлы и сплавы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение. В идеальном кристалле металла атомы располагаются в строго определенном порядке. Если атомы мысленно соединить линиями, то получится кристаллическая решетка, узлы которой являются местом расположения атомов. Вся кристаллическая решетка по существу представляет собой многократное повторение совершенно одинаковых элементарных ячеек-систем. Различают несколько видов элементарных ячеек кристаллической решетки (рис. 10, а — ж).

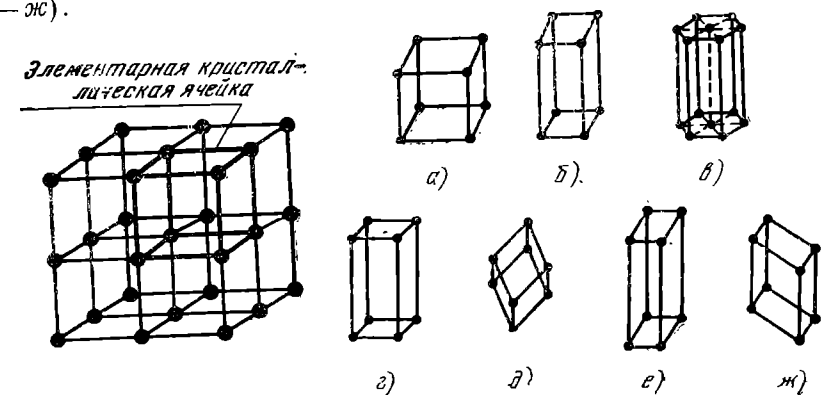
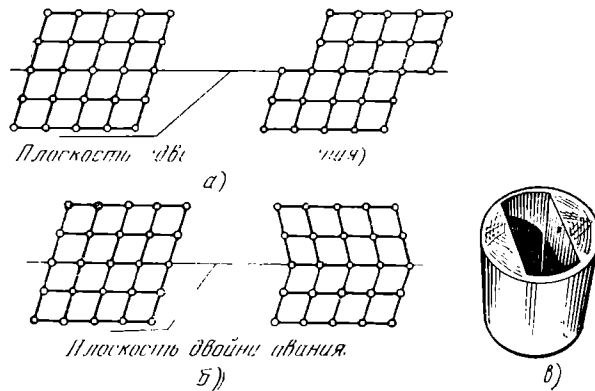


Рис. 10. Кристаллическая решетка металла и виды элементарных ячеек кристаллических решеток:
а — кубическая, б — тетрагональная, в — гексагональная, г — ромбическая, д — ромбоэдрическая, е — моноклиная, ж — триклиная

Наиболее распространены у металлов следующие три типа кристаллических структур: гексагональная плотноупакованная, кубическая гранцентрированная и кубическая объемно-центрированная.

Вид кристаллической решетки металла устанавливают с помощью рентгенографического исследования. Реальные кристаллы никогда не бывают с идеально правильной структурой. В кристаллах наблюдаются различные местные дефекты, кристалл разбивается на блоки величиной порядка 10^{-4} см. Заметим, что размеры кристаллической решетки измеряются величинами порядка $(2,8 \div 6,0) \times 10^{-8}$ см.



Расположение атомов в кристалле таково, что расстояния между ними и плотность размещения их различны в разных направлениях и плоскостях. А взаимодействием атомов между собой объясняются механические, физические и химические свойства кристаллов. В связи с различием расположения атомов свойства кристалла в различных направлениях будут неодинаковы. Различие свойств в зависимости от направления называют анизотропией.

Упругая деформация является результатом изменения расстояний между атомами. Рассматривая действительное расположение атомов и их взаимодействие между собой, получают расчетные зависимости, которые хорошо подтверждаются экспериментами.

Механизм пластической деформации в одном кристалле (монокристалле) состоит в том, что происходит сдвиг (скольжение) слоев атомов в определенных кристаллографических плоскостях по определенным направлениям (рис. 11, а). Это те плоскости и направления, в которых атомы расположены наиболее плотно. Когда касательные напряжения в одном из направлений достигнут критического значения, происходят сдвиги слоев на расстояния порядка 1000 межатомных расстояний.

При увеличении нагрузки сдвиги происходят в близких плоскостях скольжения, образуя пачку плоскостей скольжения. Следы перемещения пачки плоскостей скольжения образуют линии скольжения, которые можно наблюдать и невооруженным глазом. Между линиями скольжения остаются области, перемещающиеся как жесткие тела. С развитием деформации течение металла принимает беспорядочный характер: число линий скольжения увеличивается, части кристалла между плоскостями скольжения дробятся на блоки, а эти блоки поворачиваются.

Кроме скольжения, пластическая деформация может осуществляться двойникованием (рис. 11, б). Оно заключается в том, что одна часть кристалла смещается относительно другой. В результате первая часть становится зеркальным отображением второй.

Если считать, что кристаллическая решетка геометрически идеальна, можно вычислить напряжение, необходимое для преодоления межатомных сил. Это расчетное напряжение оказывается в десятки или сотни раз большим, чем определяемое на практике. Объясняется это тем, что уже в процессе кристаллизации возникают различные дефекты и кристаллическая структура не бывает совершенной. Наличие дефектов делает кристалл значительно менее прочным.

В реальных кристаллах при действии нагрузки сдвиг происходит не сразу по всей плоскости скольжения. Скольжение начинается в месте дефекта в кристалле и распространяется далее при значительно меньшем напряжении, чем при одновременном скольжении целого блока атомов.

Основную роль в механизме пластической деформации играют области с дефектами кристаллической решетки, так называемые дислокации. Место, где искажение решетки значительно, называется ядром дислокации. Причинами возникновения дислокаций могут быть: попадание в расплав микровключений, появление дефектов от действия напряжений и др.

Механизм перемещения дислокаций можно сравнить с передвижением ковра по полу. Это можно сделать так: передвинуть один конец ковра на новое место с образованием «горба», а затем, перемещая «горб» вдоль ковра, переместить весь ковер. Усилие, требующееся для этой операции, значительно меньше того, которое потребовалось бы для одновременного перемещения всего ковра. Так и наличие дислокаций в кристалле позволяет осуществлять пластическую деформацию за счет единичных перемещений атомов, а не всей кристаллографической плоскости.

Механизм пластической деформации поликристалла значительно сложнее. Эта деформация осуществляется как внутрикристаллитная, так и межкристаллитная. Первая протекает как в монокристалле скольжением или двойникованием, а вторая путем поворота и смещения одних зерен относительно других.

При холодной штамповке основным процессом является внутрикристаллитная деформация, так как при нормальной температуре

ГЛАВА III

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

прочность границ зерен больше прочности самого зерна. Пластическая деформация поликристалла сопровождается изменением формы зерен. Зерна вытягиваются в направлении течения металла, образуя волокнистую структуру. При больших деформациях плоскости скольжения отдельных зерен совмещаются с направлением течения.

При холодной пластической деформации в металле происходит изменение физико-механических и химических свойств. Увеличиваются прочностные характеристики и одновременно уменьшается относительное удлинение, снижается сопротивление коррозии, увеличивается электрическое сопротивление. Эта совокупность явлений, сопровождающая пластическую деформацию, называется упрочнением (наклепом) металла.

Контрольные вопросы

1. Какое различие между упругой и пластической деформацией?
2. В чем заключается закон Гука?
3. Что называют пределом текучести?
4. Что такое коэффициент запаса прочности?
5. Расскажите о механизме пластической деформации.

Для изготовления деталей холодной штамповкой применяют разнообразные металлические и неметаллические материалы. Эти материалы поставляются в цехи холодной штамповки в виде листов, лент, полос и прутков.

Металлы и сплавы являются основными материалами в современном машиностроении. Большинство из них обладает способностью необратимо, не разрушаясь, изменять свою форму под действием внешних сил, т. е. пластически деформироваться.

В машиностроении чистые металлы почти не применяются, а используют главным образом их сплавы. Металлы и сплавы подразделяют на черные (сталь, чугун) и цветные (медь, алюминий, цинк, свинец, олово и др.).

Металл для листовой штамповки (сталь, цветные металлы и сплавы) выпускают в виде лент, листов и полос. При толщине до 4 мм его называют тонколистовым, а более толстый — толстолистовым.

Сортамент листового и пруткового материала указан в Государственных общесоюзных стандартах (ГОСТах). В ГОСТах на сортамент приводятся размеры стандартных листов, лент, полос и прутков, выпускаемых металлическими заводами нашей страны.

Ленту выпускают в рулонах шириной до 2300 мм. Длина ленты в рулоне достигает нескольких десятков, а для тонких материалов и сотен метров.

Размеры листов могут быть от 710×1420 до 2000×5000 мм. По особому заказу выпускаются листы нестандартных размеров.

Полосы изготовляют шириной до 200 мм и длиной до 2000 мм.

Для холодной объемной штамповки применяют главным образом холоднотянутый металл: диаметром свыше 20 мм поставляется в прутках, а диаметром менее 20 мм — в прутках или мотках (бунтах). В массовом и крупносерийном производстве целесообразно использовать для листовой штамповки рулонный материал, а для холодной объемной штамповки бунтовой материал, так как в этих случаях получается меньше отхода и проще осуществляется автоматическая подача материала в штамп.

Отечественная промышленность выпускает прутковый и бунтовой материал различного сечения: круглого, шестигранного, квадратного и др. При выборе материала для холодной штамповки необходимо учитывать эксплуатационные свойства получаемых деталей и способность материала к обработке давлением.

Из углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 380—71, марки Ст0, Ст1, Ст2 и др.) штампуют детали, несущие малые на-

грузки, бытовые изделия. Из качественной углеродистой стали (ГОСТ 1050—60, марки 10, 15 и др.) штампуют детали с повышенными требованиями к прочности и качеству поверхности. Во многих отраслях машиностроительной промышленности, а особенно в автомобилестроении широкое применение для холодной штамповки находит качественная конструкционная кипящая сталь (марки 05кп, 08кп, 10кп, 15кп и др.). Такая сталь при выплавке продолжает раскисляться и в изложницах. При этом дополнительно выгорает углерод и кремний. Сталь получается с хорошими пластическими свойствами и отличается высокой свариваемостью. Однако при хранении данная сталь подвергается старению, т. е. самопроизвольному изменению физико-механических свойств. Старение приводит к повышению твердости и прочности, уменьшению пластичности и появлению площадки текучести на диаграмме растяжения. Все это может приводить к появлению поверхностных дефектов при штамповке. Используя в качестве присадок алюминий, титан или ванадий, получают нестареющие стали.

Для изготовления сложных облицовочных деталей (например, кузовных деталей автомобиля) применяют сталь 08Фкп — нестареющую сталь с присадкой ванадия, 08Ю или 08Юпс — соответственно спокойную или полуспокойную сталь, раскисленную алюминием.

Горячекатаную листовую сталь общего назначения, поставляемую с слоем окалина, штампуют относительно редко при изготовлении грубых строительных конструкций, товарных вагонов, некоторых сельскохозяйственных машин и т. д. Окалина, покрывающая эти листы, является причиной быстрого износа пуансонов и матриц.

Декапированную (отожженную, очищенную от окалина) тонколистовую сталь толщиной от 0,25 до 3,0 мм изготавливают из мягкой маргеновской или конверторной стали. После прокатки ее отжигают и травлением очищают от окалина. Она хорошо штампуются. Из нее изготавливают посуду, бытовые изделия, а также детали, не несущие значительных нагрузок и не предназначенные для полирования, хромирования или никелирования.

Холоднокатаную листовую сталь выпускают светлой без окалины. Таковую сталь после горячей прокатки, отжига и очистки от окалины прокатывают в холодном состоянии до заданной толщины с промежуточным или окончательным отжигом в защитной среде.

Тонколистовую качественную конструкционную сталь по степени отделки поверхности подразделяют на четыре группы: I, II, III и IV. На листах стали I группы с особо высокой отделкой поверхности на лицевой (лучшей по качеству) поверхности не допускаются поверхностные дефекты. На листах II группы (высокая отделка поверхности) допускаются легкие царапины, легкая рябизна в пределах половины допуска на толщину листа. Листы этих двух групп изготавливают холоднокатаными. Листы III группы (повышенная отделка поверхности) изготавливают холоднокатаными и горячекатаными. На лицевой стороне листа допускаются царапины, риски, рябизна, отпечатки от валков в пределах половины допуска на толщину листа. Сталь IV — нормальной группы отделки поверхности выпускается

горячекатаной. На обеих сторонах листа допускаются мелкие поры и раковины, легкие царапины и риски, рябизна в пределах допуска на толщину листа.

По точности толщины листа сталь подразделяется на три группы: А, Б и В (А — высокая точность, Б — повышенная точность, В — обычная точность). По группе А выпускают листы качественные, холоднокатаные, по группе Б — обыкновенного качества и качественные холодно- и горячекатаные, а по группе В — обыкновенного качества и качественные горячекатаные.

По способности к вытяжке в холодном состоянии различают листы трех групп: ВГ — для весьма глубокой вытяжки, Г — для глубокой, Н — для нормальной вытяжки.

Стальная низкоуглеродистая холоднокатаная лента по степени твердости может быть особо мягкой (ОМ), мягкой (М), полумягкой (ПМ), пониженной твердости (ПТ) и твердой (Т); по качеству поверхности — I, II и III класса; по точности изготовления — Н (нормальной точности), ВШ (повышенной точности по ширине), ВТ (повышенной точности по толщине), В (повышенной точности по ширине и толщине); по характеру кромок — НО (необрезная лента), О (обрезная).

Черную отожженную полированную жести изготавливают толщиной от 0,18 до 0,55 мм, а белую жести — от 0,21 до 0,55 мм. После прокатки, отжига и удаления окалина жести дополнительно прокатывают для получения зеркальной поверхности, которую у черной жести оставляют темной, а у белой покрывают тонким слоем олова. Из черной жести штампуют тонкостенные детали бытовых изделий, подвергающиеся затем окраске. Из белой жести главным образом изготавливают консервные банки, различные коробки для упаковки пищевых продуктов, некоторые тонкостенные детали, поверхности которых должны быть защищены от коррозии.

Оцинкованную сталь выпускают толщиной от 0,88 до 1,5 мм. Ее изготавливают из мягкой стали, очищенной от окалина, и применяют для штамповки изделий различного назначения.

Для изготовления ответственных штампованных деталей применяются различные легированные конструкционные стали. Наибольшее распространение из них получили: 10Г2А, 12Г2А, 20ХГСА, 25ХГСА и ряд других. Эти стали обладают хорошей способностью к штамповке в отожженном состоянии и хорошо свариваются, что важно при создании штампосварных конструкций.

Детали с повышенной коррозионной стойкостью штампуют из нержавеющей сталей (например, 1Х13, 1Х18Н9, 2Х18Н9 и др.). Эти стали на хромистой или хромоникелевой основе обладают удовлетворительными пластическими свойствами.

Помимо названных, изготавливают листовые стали специального назначения, например электротехнические, пружинные.

Листы или ленты, состоящие из двух слоев металла, называют биметаллическими. Они могут состоять из слоев нержавеющей и конструкционной сталей, конструкционной стали и меди и т. д.

Совершенствование сортамента и повышение качества металлопродукции способствует экономии металла в народном хозяйстве. Отечественная металлургическая промышленность освоила выпуск многих новых материалов: двуслойных и многослойных стальных листов, стальных листов с покрытием из пластмассы, листовой стали специального назначения и др.

Оцинкованная листовая сталь 08Ю толщиной 0,9 мм предназначена для изготовления топливных баков автомобилей. Толщина цинкового-оловянного покрытия составляет 6—12 мкм. Сталь отличается повышенной коррозионной стойкостью в агрессивных средах.

В автомобильной, химической и пищевой промышленности вместо коррозионностойких и жаростойких сталей используют холоднокатаную стальную полосу (08кп), диффузионно-хромированную в вакууме. Глубина защитного слоя — 30—100 мкм. Сталь обладает хорошими пластическими свойствами и повышенной стойкостью во многих реактивных средах при повышенной температуре. Толщина полосы 1,0—1,5 мм, ширина полосы — 320 мм.

Стальные полосы с полимерным покрытием (металлопласт) применяют в химической, автомобильной, пищевой, радиомеханической промышленности. Полоса с полимерным покрытием обладает стойкостью против коррозии, износоустойчивостью, хорошими электроизоляционными и звукоизоляционными свойствами. Толщина пластмассового покрытия 0,3 мм при толщине стального листа 0,5—1,0 мм.

Из цветных металлов, применяемых для холодной штамповки, наибольшее распространение имеют алюминий, медь, никель, магний, титан и их сплавы.

Алюминий и его сплав дюралюмин находят широкое применение в самолетостроении, в автомобильной промышленности, при изготовлении различных деталей приборов, бытовых изделий и т. д. Эти материалы отличаются легкостью, пластичностью, хорошо проводят тепло и электрический ток. Наиболее распространены следующие марки алюминия: А1, А2, А3, АД, АД1 и дюралюмина: Д1, Д6, Д16.

Из медных листов и лент марок М1, М2, М3 штампуют в основном детали электротехнической аппаратуры. Сплав меди с цинком — латунь находит применение при штамповке деталей часов, радиодеталей, посуды и др. Штампуют главным образом латуни марок Л62, Л68 и Л70. Стоящие за буквой Л цифры показывают процентное содержание меди в сплаве. Из других сплавов меди для холодной штамповки применяют бронзы — сплавы меди с оловом, никелем, алюминием.

Никель марок Н1, Н2 и Н3 и его сплавы — мельхиор и нейзильбер применяются для изготовления химической посуды, приборов, деталей часов, ювелирных изделий.

Магниево-алюминиевые сплавы отличаются легкостью, прочностью, удовлетворительной пластичностью при комнатной температуре и высокой пластичностью при нагреве до 350—380° С. Магний в 1,5 раза легче алюминия и в 4,5 раза легче стали. Сплавы магния МА1 и МА8 с повышенной коррозионной стойкостью широко применяются для

штамповки самых разнообразных изделий. Из деформируемых магниевых сплавов изготавливают детали мотоциклов, велосипедов, прицепов и других средств передвижения, электротехническое и электрооборудование и т. д.

Титан и его сплавы обладают высокой прочностью при малой плотности. Он все шире используется в штамповочном производстве для изготовления ответственных деталей в авиационной промышленности и в ряде других отраслей. Некоторые операции штамповки титана проводят с подогревом. Применяют главным образом сплавы титана марок: ВТ1-1, ВТ1-00, ВТ-5, ВТ-6, ОТ4.

§ 2. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

Из неметаллических материалов штамповкой получают главным образом прокладочные детали, изоляционные и декоративные.

Наибольшее применение находят следующие неметаллические материалы: пластические массы, резина, эбонит, материалы на основе бумаги (картон, фибра), материалы минерального происхождения (сланец, миканиты).

Пластические массы — это вещества, получаемые из древесной муки, растительных волокон, каменноугольной смолы, газа, нефти, торфа и др. Основой пластмасс служит связующее вещество — натуральные или искусственные смолы, производные целлюлозы, белковые вещества и т. д. В это вещество добавляют наполнители, пластификаторы и красители. Наполнители бывают порошкообразные и волокнистые (бумага, картон, стеклянное волокно, текстиль, древесина и др.). Пластификаторы придают пластмассам пластичность, а красители — необходимую окраску. Наша промышленность выпускает следующие листовые материалы из пластмасс: гетинакс, текстолит, органическое стекло, винипласт, целлулоид.

Гетинакс представляет собой прессованную бумагу, пропитанную искусственными смолами, а текстолит — это прессованные полотнища ткани, пропитанные такими же смолами. Из операций штамповки гетинакс поддается лишь вырубке, а текстолит — вырубке, а при нагреве гибке и вытяжке.

Органическое стекло — прозрачный материал, получаемый из силикатного стекла, отличается хорошими электроизоляционными и антикоррозионными свойствами. Подогретый хорошо штампуются.

Винипласт — непрозрачный материал с высокими механическими, электроизоляционными и антикоррозионными свойствами. Штампуются только с нагревом.

Листовой целлулоид бывает технический белый, технический прозрачный, авиационный (прозрачный) и галантерейный различного цвета. Целлулоид легко штампуются особенно при нагреве.

Из резины штампуют главным образом прокладки и детали, необходимые для герметизации пневматических, гидравлических

систем, для изоляции в электроустройствах, для поглощения вибраций, шумов. Из-за высокой эластичности штамповка резины затруднена и применяется в основном вырезка резиновых изделий.

Вулканизированная резина с большим содержанием серы образует твердый вязкий материал — эбонит, обладающий очень высокими электроизоляционными свойствами. При нагреве эбонит поддается штамповке.

Основными листовыми материалами, получаемыми на основе бумаги, являются картон и фибра. Картон делают из бумажной массы прессованием с последующей просушкой, а фибру получают обработкой специальной бумаги раствором хлористого цинка. Картон и фибру можно вырезать на штампах обычного типа.

К материалам минерального происхождения относятся слюда и миканиты. Слюда — это минерал, расщепляющийся на очень тонкие пластинки. При склеивании щипаной слюды смолами получают твердые непрозрачные материалы — миканиты.

Из других неметаллических материалов штампуют также фетр, кожу, войлок, пресс-шпан и некоторые другие.

§ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Материал, поступаемый в цехи холодной штамповки, подвергается целому ряду проверок. К ним относятся общие проверки — установление размеров и состояния поверхности, а также химические, металлографические, механические и технологические испытания.

Химический анализ устанавливает соответствие по химическому составу данного материала требованиям ГОСТа.

Металлографические исследования — исследования макро- и микроструктуры — помогают определить способность материала пластически деформироваться. Анализ макроструктуры позволяет установить в металле наличие усадочных раковин, рыхлостей, волокнистости, трещин, включений. Он помогает узнать направление волокон, что важно при гибке и других операциях, установить характер среза при вырубке. Исследуя микроструктуру, определяют размер зерен, устанавливают характер структуры. По этим данным судят о штампуемости материала.

Механические свойства материала определяют при испытаниях на растяжение и на твердость. Предел текучести, временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, относительное сужение, равномерное удлинение и ряд других показателей, характеризующих пригодность материала к штамповке, получают испытанием на растяжение (см. главу II). Форма и размеры образцов указаны в ГОСТе.

Под твердостью материала подразумевают его способность сопротивляться внедрению в его поверхность более твердого тела. Наиболее распространены измерения твердости методами Бринелля, Роквелла и Виккерса. Пользуясь прибором Бринелля (рис. 12, а),

твердости (НВ) судят по диаметру отпечатка, оставленного стальным шариком при вдавливании его в проверяемую поверхность. По диаметру отпечатка определяют число твердости. Таким методом проверяют твердость металла толщиной не менее 2 мм. Для образцов толще 6 мм применяют шарик диаметром 10 мм, при толщине от 3 до 6 мм — шарик диаметром 5 мм, а при толщине менее 3 мм — шарик диаметром 3 мм. На приборе Роквелла (рис. 12, б) твердость определяют по глубине проникновения алмазного конуса или стального шарика при различном усилии вдавливания: 150 кгс (шкала С), 100 кгс (шкала В) или 60 кгс (шкала А). В зависимости от величины этих усилий твердость по Роквеллу обозначается HRC, HRB и HRA.

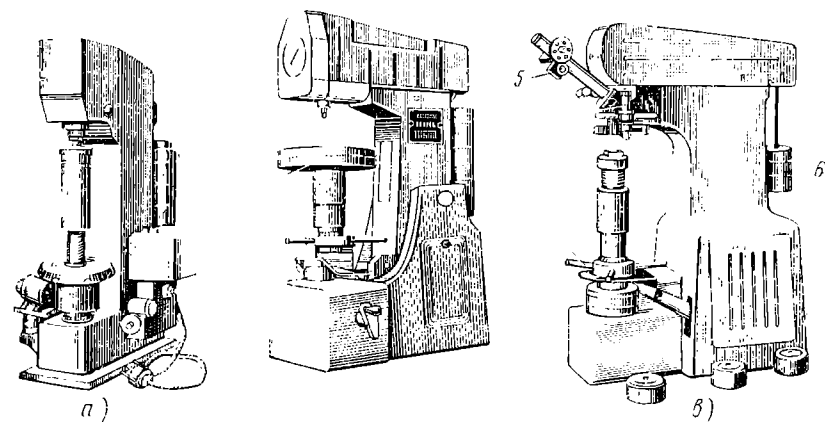


Рис. 12. Приборы для определения твердости:
а — Бринелля, б — Роквелла, в — Виккерса; 1 — столик для образца, 2 — патрон для крепления шарика или алмазного конуса, 3 — штурвал, 4 — рукоятка, 5 — микроскоп, 6 — груз

На приборе Виккерса (рис. 12, в) твердость (HV) определяют измерением длины диагонали отпечатка четырехгранной алмазной пирамиды с углом 136° при вершине. Эту пирамиду крепят в патроне 2, а образец устанавливают на столике 1. Столик приподнимают штурвалом 3 до соприкосновения плоскости образца с пирамидой. После этого рукояткой 4 включают действие грузов 6, создающих усилие вдавливания пирамиды в металл. Длину диагонали полученного отпечатка измеряют, пользуясь микроскопом 5. Значение числа твердости определяют по таблицам, зная длину измеренной диагонали отпечатка и величину нагрузки вдавливания. При измерении твердости по Виккерсу применяют нагрузки 0,049; 0,098; 0,294 и 0,981 кН (5, 10, 30 и 100 кгс). Небольшие нагрузки позволяют определять твердость поверхностных слоев деталей, прошедших поверхностную закалку, азотирование и т. д.

Твердость, установленную одним способом, можно пересчитать применительно к другому, пользуясь переводными таблицами.

На приборе Роквелла испытывают металл толщиной более 0,5 мм, а на приборе Виккерса — толщиной более 0,15 мм. Для определения твердости более тонких листов применяют испытание на микротвердость.

В отдельных случаях металл подвергают механическим испытаниям на сжатие, изгиб, кручение, а также на удар и усталостную прочность.

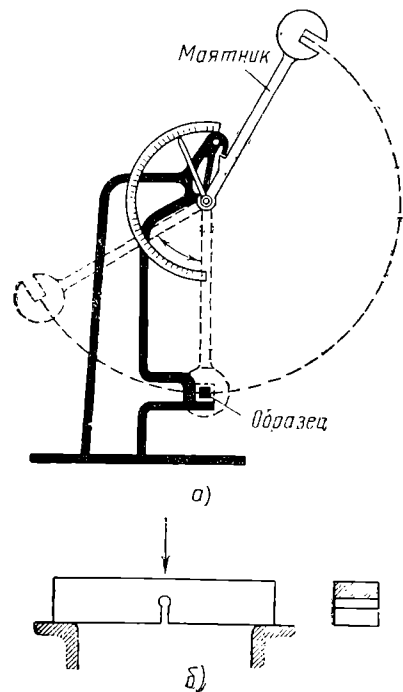


Рис. 13. Схема маятникового копра (а), образец для испытания на удар (б)

Способность металла сопротивляться ударным нагрузкам — ударную вязкость проверяют испытанием образцов на удар на маятниковых копрах (рис. 13, а). Образец с надрезом (рис. 13, б) закладывают в копер и по нему ударяет тяжелый маятник. По отклонению маятника после разрушения образца судят о вязкости металла.

На усталость испытывают материалы, работающие в условиях переменной нагрузки. Испытания выполняют на специальных машинах, различающихся по виду нагрузки (изгиб, растяжение и т. д.) и по частоте ее изменения (от нескольких до тысяч перемен в минуту). Пределом усталости (выносливости) называют наибольшее напряжение, при котором образец допускает заданное количество повторений нагрузок, не разрушаясь.

Способность металла пластически деформироваться за большой промежуток времени при нагрузках, меньших предела текучести, называют ползучестью. Предел ползучести — это напряжение, при котором деформация металла в условиях данной температуры происходит с определенной скоростью (например, удлинение в 0,1% при продолжительности испытаний 10 000 ч).

Для определения пригодности материала к той или иной обработке давлением проводят технологические испытания — пробы. Листовые материалы, предназначенные для штамповки, испытывают на срез, загиб, перегиб, пригодность к вытяжке.

Испытанием на срез устанавливают сопротивление срезу данного материала. Эти испытания обычно выполняют в простом вырубном штампе на испытательной машине. По результатам данной пробы судят о возможности осуществления разделительных операций.

Испытания на изгиб и перегиб определяют возмож-

ности гибки металла. В первом случае образец-пластинку кладут на ролики (рис. 14, а) и изгибают надавливанием пуансона. (Образец должен согнуться, не давая трещин. В зависимости от целей испытания металл изгибают на определенный угол или до соприкосновения сторон. При испытании на перегиб образец-пластину, отрезанную от листа или ленты, зажимают в тисках и перегибают в одном и другом направлениях на 90° (рис. 14, б). Общее число перегибов (загиб в одну сторону на 90° и выпрямление), которое должен выдержать металл, не разрушаясь, указывается в ГОСТах или технических условиях на металл.

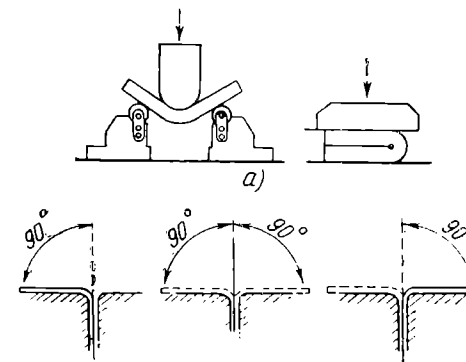


Рис. 14. Технологические испытания листового металла на изгиб (а), на перегиб (б)

Пригодность материала к вытяжке устанавливают на приборе Эриксона (рис. 15, а) или на иных испытательных приборах и машинах, моделирующих процесс вытяжки.

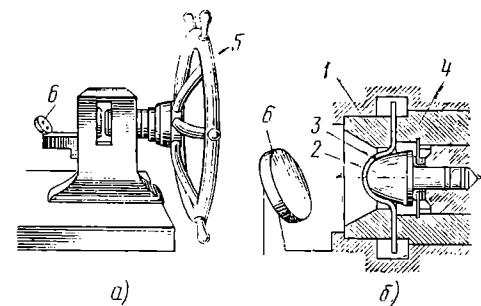


Рис. 15. Прибор Эриксона: а — общий вид, б — схема работы

При испытании на приборе Эриксона образец 3 (рис. 15, б), зажатый между матрицей 1 и прижимом 4, выдавливается пуансоном 2. О свойствах металла судят по глубине лунки, выдавленной до начала образования трещины. Пуансон 2 перемещается винтом, вращаемым маховиком 5. Появление трещины в образце определяют с помощью зеркала 6. Глубина лунки должна соответствовать величинам, указанным в ГОСТ.

Металл для холодной объемной штамповки испытывают осадкой образца в холодном состоянии (ГОСТ 8817—73). После осадки стандартный образец проверяют на отсутствие трещин.

Контрольные вопросы

1. Какие металлы широко применяют для холодной штамповки?
2. Перечислите неметаллические материалы, применяемые для холодной штамповки.
3. Какие методы измерения твердости вы знаете?
4. Как определяют пригодность материала к вытяжке?

ГЛАВА IV

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Технологическим процессом называют совокупность действий, непосредственно связанных с изменением формы, размеров, свойств и состояния исходной заготовки. Технологический процесс состоит из отдельных операций.

Операция — это часть технологического процесса, осуществляемая одним или несколькими рабочими (бригадой) на одной машине и охватывающая собой все последовательные действия по обработке данной заготовки (например, вырубка, вытяжка, гибка и др.).

Переход. При штамповке в комбинированных штампах операция осуществляется в несколько переходов. Так, в совмещенном или последовательном штампе можно за одну операцию выполнить два или несколько переходов, например вырубку и пробивку, вырубку и гибку и т. д.

Приемом называют законченное действие рабочего (например, поднесение заготовки к штампу, установка ее в штампе и т. п.).

При штамповке операции подразделяют на переходы, а переходы могут состоять из нескольких приемов.

Производственный процесс состоит из операций: технологических, контрольных и транспортных (перемещение заготовок или полуфабрикатов от одной машины к другой).

Заготовкой называют материал, предназначенный для первой технологической операции, а полуфабрикатом называют частично обработанную заготовку, предназначенную для последующей обработки.

Листовой называют штамповку деталей из листового, ленточного или полосового материала, осуществляемую без значительного изменения его толщины. Листовой штамповкой обрабатывают стали, деформируемые цветные металлы и их сплавы, а также некоторые неметаллические материалы. Тонколистовой материал (толщиной до 4 мм) штампуют главным образом в холодном состоянии, а толстолистовой (толщиной свыше 4 мм) — как в холодном, так и в горячем. Неметаллические материалы нередко штампуют с подогревом.

Листовые штампованные детали и изделия отличаются высокой точностью. Иногда после штамповки их частично доделывают на металлорежущих станках: подрезают по торцу, сверлят отверстия малых диаметров и т. п.

Основные преимущества листовой штамповки:

возможность изготовления прочных, легких и жестких тонкостенных деталей или изделий простой или сложной формы, получить которые другими способами затруднительно или невозможно;

высокая производительность и экономное расходование металла; широкие возможности автоматизации штамповочных работ с применением для этого относительно несложных устройств;

взаимозаменяемость деталей и высокая чистота поверхности.

Листовой штамповкой изготавливают мелкие детали часов и приборов; детали средних размеров — металлическую посуду, консервные банки, части велосипедов и мотоциклов, различные заглушки, крышки, кронштейны, диски; крупные облицовочные детали автомобилей, автобусов, тракторов — кузова, крылья, двери, крышки, детали корпусов самолетов и вагонов и, наконец, очень крупные и тяжелые толстолистовые детали — днища паровых котлов и резервуаров, детали корпусов морских судов и др.

Сваривая листовые штампованные детали, создают сложные и ответственные части машин, например штампосварные станины прессов и металлорежущих станков, сложные штампосварные кузова автомобилей, части аппаратов химического производства, речных и морских судов. Такие детали прочнее, легче и дешевле литых.

Штамповкой изготавливают более 70% деталей легковых автомобилей, более 80% деталей счетно-пишущих машин, около 95% металлических изделий широкого потребления и т. д.

Операции листовой штамповки подразделяют на следующие:

разделительные, при которых одна часть металла отделяется от другой;

формоизменяющие, при которых без разрушения заготовок изменяется их форма;

комбинированные, при которых сочетаются разделительные и формоизменяющие переходы обработки;

штампосборочные, при которых механически соединяют отдельные листовые штампованные детали.

§ 2. РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

К разделительным операциям относятся отрезка, разрезка, вырубка, пробивка, обрезка, надрезка, проколка, зачистка.

Отрезка — полное отделение части заготовки по незамкнутому контуру (рис. 16, а).

Разрезка — разделение заготовки на части по незамкнутому контуру (рис. 16, б).

Вырубка — разделение заготовки по замкнутому контуру для получения плоского полуфабриката или детали с заданным наружным контуром (рис. 16, в).

Пробивка — образование в заготовке сквозных отверстий с удалением материала в отход (рис. 16, г).

Обрезка — отделение от детали технологического отхода (рис. 16, д).

Надрезка — неполное отделение части заготовки (рис. 16, е).

Проколка — образование сквозных отверстий в листовой заготовке без удаления материала в отход (рис. 16, ж).

Зачистка — удаление мелких неровностей и шероховатостей по внутреннему или наружному контуру полуфабриката после вырубki или пробивки для получения точных размеров детали и малой шероховатости поверхности (рис. 16, з).

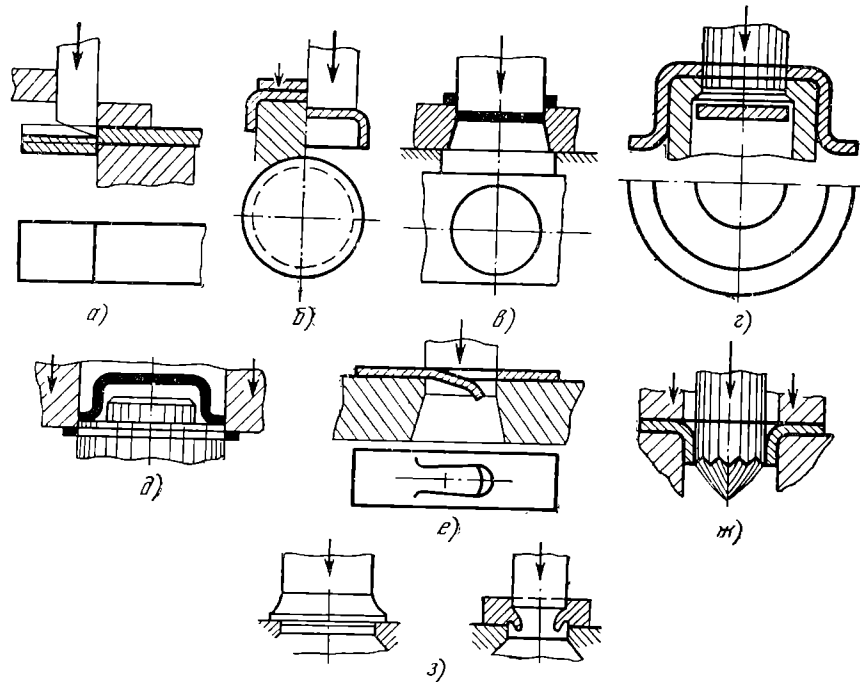


Рис. 16. Разделительные операции:
 а — отрезка, б — разрезка, в — вырубка, г — пробивка, д — обрезака, ж — проколка, з — зачистка

В штамповочных цехах листы и ленты разрезают на полосы или заготовки на ножницах с параллельными или наклонными ножами, на дисковых ножницах с одной или несколькими парами ножей, на просечных и вибрационных ножницах, а также на прессах в отрезных штампах.

Вырубку, пробивку, зачистку, разрезку и надрезку выполняют в штампах на прессах.

При разделении металла различают три стадии: первая — пуансон слегка сжимает, изгибает металл, вдавливаясь в него и вдавливая его в матрицу (рис. 17, а); вторая — продолжающееся вдавливание пуансона в металл сопровождается перерезанием волокон металла сверху кромкой пуансона, а снизу — кромкой матрицы (рис. 17, б); третья — дальнейшее движение пуансона сопровождается появлением в материале трещин скалывания (рис. 17, в). Эти трещины соединяются и таким образом одна часть металла отделяется от другой (рис. 17, г).

Для того чтобы скалывающиеся трещины сошлись, зазор между пуансоном и матрицей на одну сторону $\frac{z}{2}$ должен быть определенной величины. Величина зазора зависит от свойств, состояния и толщины разделяемого материала. При правильно выбранном зазоре между матрицей и пуансоном трещины, идущие от их режущих кромок, соединяются.

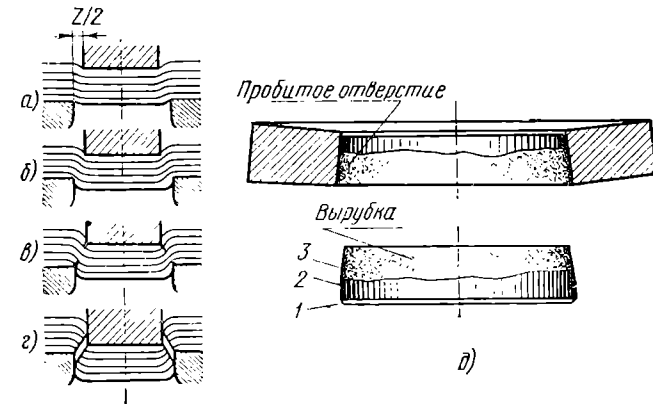


Рис. 17. Стадии разделения металла:
 а — начальное вдавливание пуансона, б — надрез волокон, в — образование трещин скалывания, г — разделение металла, д — пробитое отверстие и вырубленная деталь

11

Разрез и контуры вырубленной детали и пробитого отверстия показаны на рис. 17, д. На поверхности контура вырубленной детали видны три зоны, соответствующие трем стадиям резки. Первая — зона начального смятия 1, вторая — блестящий цилиндрический поясок 2 — зона резания пуансоном или матрицей; третья — шероховатая коническая поверхность 3 матового цвета (поверхность скалывания). Она заканчивается небольшой поверхностью смятия. На поверхности пробитого отверстия имеем те же зоны, расположенные в обратном порядке.

Зазор между пуансоном и матрицей оказывает большое влияние на величину усилия, износ и стойкость штампов и особенно на качество и точность получаемых деталей. При малом зазоре имеется в верхней части детали второй блестящий поясок с заусенцем и неровным краем. Это получается потому, что скалывающиеся трещины не соединяются, а идут параллельно друг другу, и металл между ними фактически разрывается. При большом зазоре и резке тонкого материала происходит затягивание металла в зазор и его отрыв, и полуфабрикат получается с рваными краями и заусенцами.

При вырубке толстого материала и больших зазорах на детали получается сильно закругленная кромка со стороны матрицы. При неравномерном распределении зазора (различная величина зазора в разных местах) по контуру вырубki могут образоваться заусенцы.

Кроме того, при неравномерном зазоре увеличивается рабочее усилие, режущие кромки пуансона и матрицы скорее затупляются.

Величину зазора на две стороны z (мм) (рис. 17) для вырубki и пробивки можно определить по формуле

$$z = mS,$$

где S — толщина материала, мм; m — переменный коэффициент, величина которого зависит от вида операции, толщины и свойств материала.

Для обычной вырубki и пробивки $m=0,05—0,2$; для чистовой вырубki — $0,02—0,04$. В справочниках и руководящих технических материалах приводятся таблицы значений m , которыми и следует пользоваться.

При штамповке пуансоны и матрицы изнашиваются и зазоры между ними увеличиваются. Поэтому у нового штампа этот зазор следует установить близким к минимальному.

При вырубке размеры получаемой детали D_d задают матрице, а зазор получается за счет уменьшения размеров пуансона D_p , т. е.

$$D_p = D_d - z.$$

При пробивке, наоборот, размер отверстия задают пуансону, а зазор получают в результате увеличения размеров матрицы D_m , т. е.

$$D_m = D_d + z.$$

Расчетное усилие резания P при одновременном разделении материала по всему контуру определяют по формуле

$$P = KLS\tau_{ср} \text{ кгс [Н]},$$

где L — длина линии среза или периметр вырезаемого контура, мм; K — коэффициент, учитывающий состояние режущих кромок пуансона и матрицы, неравномерность толщины материала и т. п. (обычно принимают $K=1,25—1,3$); S — толщина материала, мм; $\tau_{ср}$ — сопротивление срезу, МПа (кгс/мм²).

Например, $\tau_{ср}$ принимают: для низкоуглеродистой стали — 25—30 кгс/мм²; для среднеуглеродистой стали — 45—52; для мягкой меди — 16; для бронзы БрА7—52; для отожженного алюминиевого сплава Д16АМ — 21 кгс/мм².

При вырубке и пробивке пуансон плотно охватывается металлом. Для снятия металла с пуансона следует приложить некоторое усилие, которое приближенно принимают равным $0,1P$.

Точность при вырубке и пробивке. При обычной вырубке или пробивке достигается точность 3—4-го класса. Для повышения точности применяют штампы с массивными направляющими колонками и с прижимом материала во время резки. Точность вырубki-пробивки зависит от рода материала, способа резки, конструкции штампа, его состояния, степени затупления и других факторов. Большое влияние на точность вырубki и пробивки оказывает не только величина зазора между пуансоном и матрицей, но и характер его распределения по контуру вырубki.

Способы уменьшения усилия вырубki и пробивки. Вырубka-пробивка листового материала в штампах с параллельными режущими кромками происходит сразу по всему контуру, поэтому необходимое усилие может быть значительным. Для уменьшения этого усилия применяют штампы с наклонными режущими кромками у пуансона или матрицы. При этом рез осуществляется не сразу по всему контуру, а постепенно, величина усилия резания уменьшается.

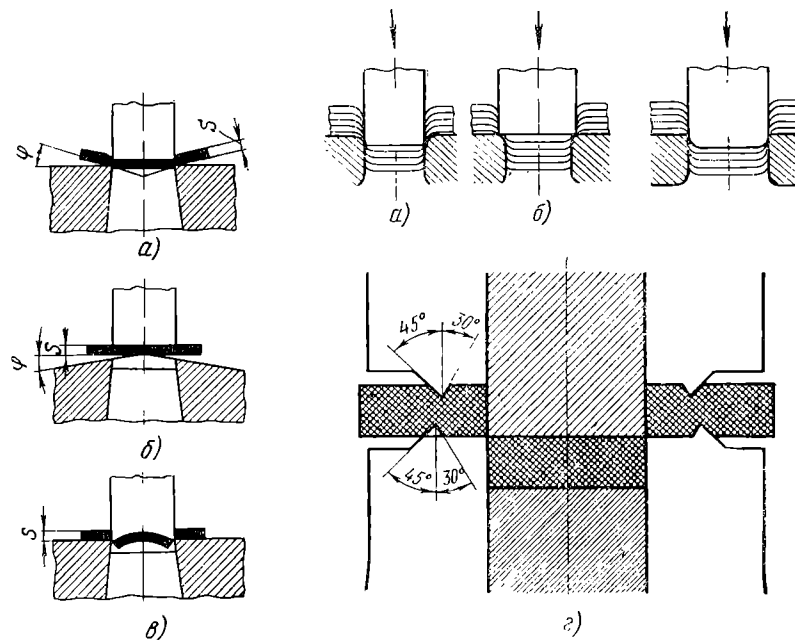


Рис. 18. Вырубka и пробивка в штампах с наклонными режущими кромками:

a — с наклоном режущих кромок матрицы внутрь, *б* — то же, наружу, *в* — с режущими кромками пуансона, образованными пересечением двух цилиндров с взаимно перпендикулярными осями

Рис. 19. Чистовые операции штамповки:

вырубka: *a* — в матрице с закругленными режущими кромками, *б* — пуансоном больше матрицы, *в* — пробивка пуансоном с закругленными режущими кромками, *г* — вырубka с прижимом, имеющим клиновидное ребро

Применяют пуансоны и матрицы: с наклоном режущих кромок внутрь (рис. 18, *a*); с наклоном режущих кромок наружу (рис. 18, *б*); с режущими кромками, образованными пересечением двух цилиндров с взаимно перпендикулярными осями (рис. 18, *в*).

Во избежание появления смещений скос при вырубке и пробивке следует делать двусторонним и симметричным. Угол скоса ϕ (см. рис. 18) принимают 2—8°. Скосы делают на пуансоне или на матрице в зависимости от вида разделительной операции. При вырубке

скос делают на матрице, а пуансон изготавливают плоским. Тогда вырубленная деталь получается плоской, а отход — изогнутым. При пробивке, наоборот, скос делают на пуансоне.

При пробивке нескольких отверстий в одной заготовке и в одном штампе для уменьшения усилия применяют пуансоны разной длины. При этом они работают одновременно, что позволяет осуществлять штамповку с меньшим усилием.

Чистовая вырубка и пробивка. Для получения полуфабрикатов или деталей с чистой поверхностью среза применяют чистовую вырубку в матрице с закругленными режущими кромками (рис. 19, а), чистовую вырубку пуансоном с размерами больше матрицы (рис. 19, б), чистовую пробивку пуансоном с закругленными режущими кромками (рис. 19, в) и чистовую вырубку с прижимом, имеющим клиновидное ребро (рис. 19, г).

При работе первым способом благодаря закруглению режущих кромок деталь в начале штамповки получается по размерам больше матрицы. В процессе вырубки излишек металла обжимается и деталь получается с полированной поверхностью среза.

Такой способ штамповки, называемый еще вырубкой с обжатием, применяют, например, в часовой промышленности и приборостроении для получения небольших зубчатых колес, храповиков и других деталей из цветных металлов и мягкой стали.

Аналогично осуществляется и чистовая пробивка отверстия пуансоном с закругленными режущими кромками. При вырубке пуансоном с рабочими размерами, большими соответствующих размеров матрицы, пуансон не доходит до матрицы на 0,2—0,5 мм. Проталкивание детали через отверстие матрицы происходит при вырубке последующих деталей. Применяют этот способ для чистовой вырубке деталей из мягких цветных металлов и сплавов толщиной 0,5—5,5 мм.

При вырубке с прижимом, имеющим клиновидное ребро, деталь вырубается из заготовки, предварительно сжимаемой врезающимся ребром. Этот способ дает шероховатость поверхности среза 8-го класса. Величина одностороннего зазора между пуансоном и матрицей составляет примерно 1% толщины материала. Детали, полученные точной вырубкой или пробивкой, обычно не требуют дальнейшей обработки и сразу пригодны для монтажа или эксплуатации. Таким способом получают детали пишущих и швейных машин, приемников и телевизоров, колодочные и дисковые тормоза автомобилей, многие детали электроаппаратуры и т. д.

Кроме указанных выше способов применяют чистовую вырубку или пробивку с прижимом заготовки большим давлением 50—60 кгс/мм² [0,5—0,6 МПа] и чистовую пробивку малых отверстий с непрерывным направлением пуансона. Вырубку-пробивку со значительным давлением прижима применяют при изготовлении средних и небольших деталей. После такой вырубке отпадает надобность в зачистке. Отверстия диаметром 0,3 толщины материала при высокой чистоте поверхности среза пробивают, применяя штампы с непрерывным направлением пуансона.

Вырезку резиной применяют главным образом в мелкосерийном производстве для получения весьма крупных деталей из тонколистового материала: стали толщиной до 1 мм, дюралюминия до 1,2—1,3 мм, алюминия до 2 мм.

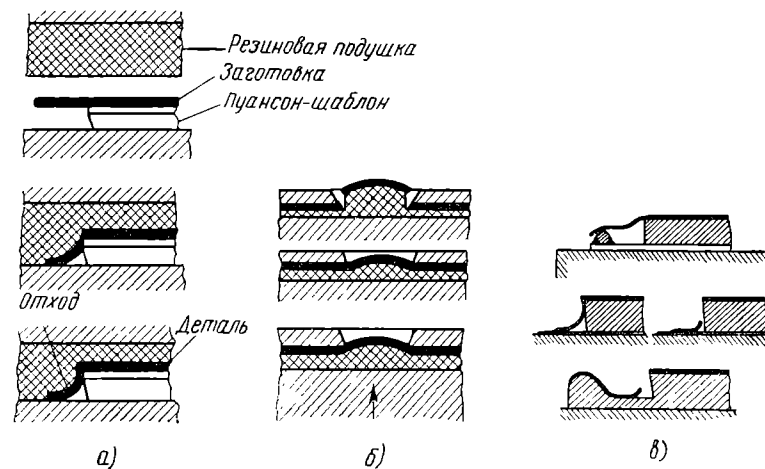


Рис. 20. Вырезка резиной:

а — вырубка, б — пробивка, в — устройства для уменьшения отходов

При вырезке резиной на подштамповую плиту (рис. 20, а) устанавливают стальной шаблон, выполняющий роль пуансона. Матрицей служит резиновая подушка, заключенная в металлическую обойму, или резина без обоймы. Высота шаблона около 10 мм; толщина резиновой подушки в 4—5 раз больше высоты пуансона. Вырезка осуществляется так. Заготовку укладывают на шаблон, ползун прессы опускается, резиновая матрица прижимает заготовку к пуансону-шаблону, отгибает свисающие края заготовки и придавливает их к подштамповой плите. При дальнейшем движении ползуна эти края обрываются по контуру пуансона. Пробивка резиной происходит аналогично, только при этом применяют стальную матрицу и резиновый пуансон (рис. 20, б).

Резиной можно одновременно вырезать наружный контур и пробивать отверстие или вырезать контур и формовать углубление. Преимущества вырубке и пробивки резиной — это простота и дешевизна штампов. Недостатки — ограниченность толщины обрабатываемого металла и большой его отход, получение полуфабрикатов с неровным (рваным) контуром, который необходимо дополнительно обрабатывать.

Вырезку резиной осуществляют главным образом на специальных гидравлических прессах и реже на кривошипных или иных машинах. Для уменьшения отхода при вырезке резиной применяют заземляющие устройства (рис. 20, в).

Зачистку применяют для повышения точности и снижения шероховатости поверхности среза полуфабрикатов после вырубке

или пробивки. При зачистке неровности по контуру полуфабриката срезают в зачистном штампе. Для этого при вырубке или пробивке оставляют припуск. Общий припуск на зачистку складывается из зазора между пуансоном и матрицей z и специального припуска на зачистку y (рис. 21).

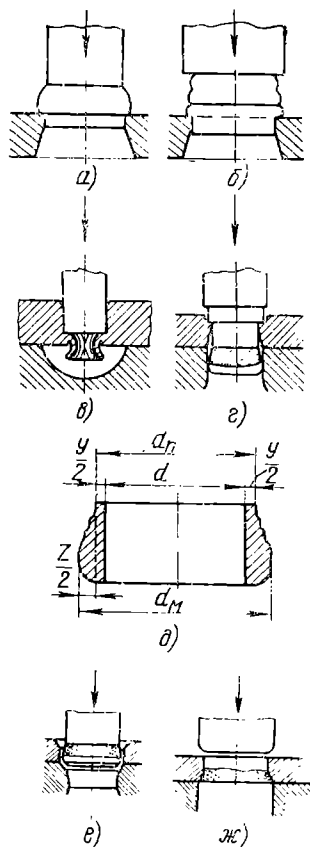


Рис. 21. Зачистка и калибрование обжатием:

зачистка: a — пуансоном меньше матрицы, b — пуансоном больше матрицы, c — отверстия, z — пробивка и зачистка ступенчатым пуансоном, d — схема построения припусков; диаметры: a — детали, a_n — пуансона, a_m — матрицы; калибрование: e — продавливанием через коническую матрицу, $ж$ — пуансоном с закругленными режущими кромками

Наружный контур зачищают пуансоном с размерами меньше матрицы (рис. 21, a) и больше матрицы (рис. 21, b). В обоих случаях полуфабрикат устанавливают на матрицу широкой частью, т. е. зачистку ведут в том же направлении, что и вырубку. При зачистке пуансоном больше матрицы пуансоны не пригоняют по матрице, что значительно удешевляет их изготовление.

Для получения более высокой точности и малой шероховатости, особенно у деталей сложной формы, выполняют последовательно две или даже три зачистки. Зачистка позволяет получать шероховатость поверхностей до 7-го класса и выше.

При зачистке отверстий небольшого диаметра припуск срезают только пуансоном, а матрицей служит плита с углублениями (рис. 21, c). При зачистке заготовку укладывают на матрицу, как при пробивке. Точность небольших отверстий после зачистки может достигать 0,01—0,03 мм на диаметр.

Для получения чистых отверстий диаметром до 12—15 мм в листовых деталях из цветных металлов и мягкой стали толщиной до 3 мм применяют одновременные пробивку и зачистку ступенчатым пуансоном (рис. 21, z). Пробив нижним торцом отверстие, пуансон первым выступом зачищает его со снятием стружки, а вторым — калибрует, обеспечивая заданные точность и шероховатость поверхности. Недостаток этого метода — быстрый износ зачистного уступа пуансона. При такой зачистке необходимо применять прижим. На рис. 21, d показана схема построения припусков.

Для получения малой шероховатости поверхности кроме зачистки применяют еще и калибрование обжатием. Наружные контуры небольших деталей калибруют продавливанием их через матрицу с коническим отверстием (рис. 21, e), а от-

верстия — продавливанием пуансона с закругленными режущими кромками (рис. 21, $ж$).

При этом класс шероховатости поверхности повышается до 8-го. Вырубку и зачистку нередко производят в одном штампе, вырубную и зачистную матрицу которого располагают одну под другой.

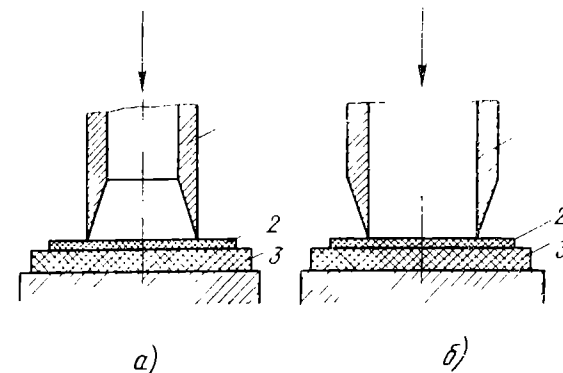


Рис. 22. Просечка неметаллических материалов: a — пробивка, b — вырубка; 1 — просечной пуансон, 2 — материал, 3 — подкладка

Просечка (вырубка или пробивка) неметаллических материалов. Детали из некоторых пластических масс, органического стекла, текстолита и других материалов вырубают пуансоном с заостренными режущими кромками. При резке этих материалов в обычных штампах возникают трещины и возможно выкрашивание материала. Вырубку деталей из некоторых хрупких материалов производят в нагретом состоянии. Картон, бумагу, фибру и целлулоид можно штамповать в обычных штампах. Детали из волокнистых и упругих материалов (резины, кожи, фетра, войлока) вырубают или пробивают просечными пуансонами (рис. 22, a, b). Такой пуансон представляет собой нож, имеющий в плане форму детали. Вырезка производится на подкладке из дерева, пластмассы и т. п.

§ 3. ФОРМОИЗМЕНЯЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

К формоизменяющим операциям листовой штамповки относятся: гибка, вытяжка, вытяжка с утонением, отбортовка, закатка, ротационная вытяжка, раздача, обжим, рельефная формовка, правка и некоторые другие (рис. 23, $a—u$).

Гибка (рис. 24, $a—e$). При гибке слои металла, расположенные у внутренней поверхности, в месте изгиба сжимаются, а слои, расположенные со стороны матрицы, растягиваются в продольном направлении (см. рис. 24, a). В поперечном направлении наблюда-

ется обратная картина. Поэтому форма поперечного сечения нешироких и достаточно толстых полос при гибке в месте изгиба искажается. Слой заготовки, который при гибке не испытывает ни растяжения, ни сжатия, называется нейтральным.

Для получения точных размеров гибку заканчивают калибрующим ударом, обеспечивающим полное прилегание заготовки к пуансону.

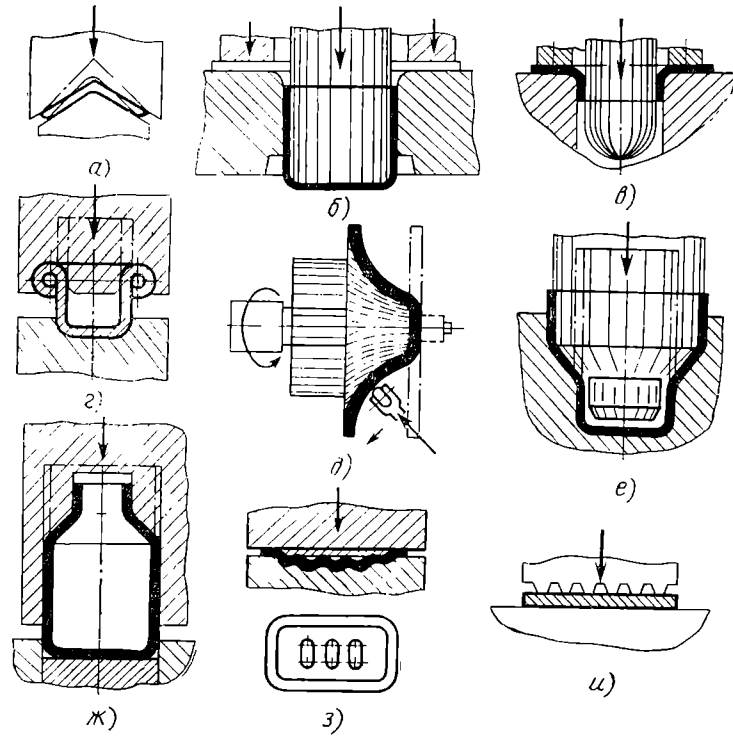


Рис. 23. Формоизменяющие операции листовой штамповки: а — гибка, б — вытяжка, в — отбортовка, г — закатка, д — ротационная вытяжка, е — раздача, ж — обжим, з — рельефная формовка, и — правка

Для повышения точности гибки применяют прижимы, прижимающие заготовку к пуансону. При гибке без прижима возможно смещение заготовки, что снижает точность получаемых деталей. Калибровка и фиксация заготовки позволяют получать изогнутые детали 3—4-го классов точности.

Существенное значение при гибке имеет расположение линии гибки по отношению к направлению волокон металла. Линию гибки располагают примерно перпендикулярно направлению волокон (рис. 25, а). Допустимо иногда угол между линией гибки и направлением волокон уменьшать до 45° . При меньших углах и малых радиусах гибки возможен излом материала.

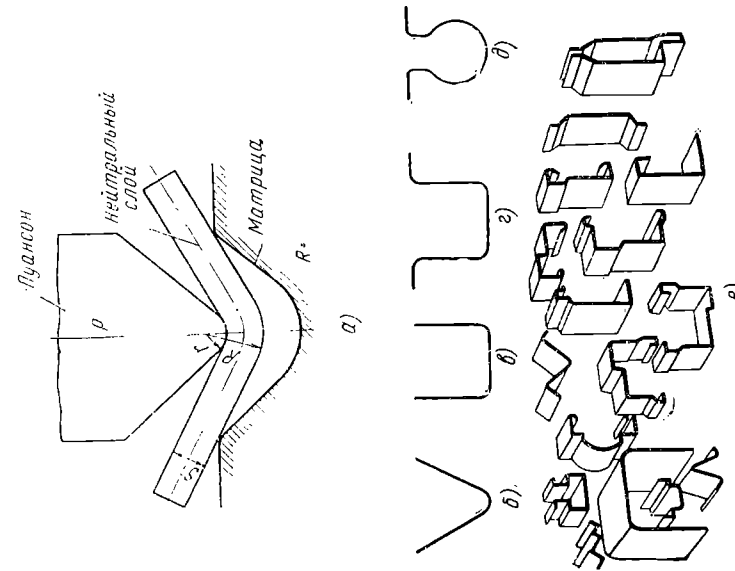


Рис. 24. Гибка: а — схема процесса; R и r — внешний и внутренний радиусы гибки, S — толщина материала; виды гибки: б — одноугольная (V-образная), в — двухугольная (U-образная), г — с четырёхугольной, д — с круглым элементом, е — изготовление гибкой детали

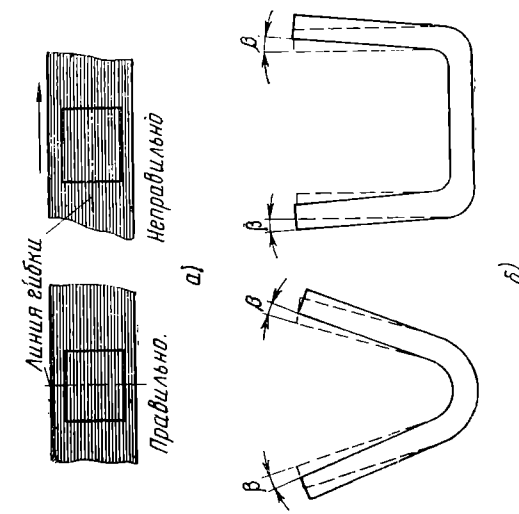


Рис. 25. Расположение линий гибки (а) и направление волокон металла при гибке (б) (направление волокон металла указано стрелкой)

Длина заготовки для гибки подсчитывается по длине нейтрального слоя, который проходит на расстоянии примерно 0,3—0,5 толщины от внутренней поверхности изгиба (см. рис. 24, а).

Минимально допустимые радиусы гибки. При малых радиусах гибки при штамповке возможны образования трещин или разрыв заготовки. Поэтому установлены ориентировочные значения минимально допустимых радиусов гибки (табл. 1).

1. Ориентировочные минимально допустимые радиусы гибки в долях от толщины материала S

Направленне линии гибки	Материалы				
	Алюминий, медь, латунь Л62	Сталь 10, сталь 20	Сталь 55, дюралюмин мягкий	Сталь 65, сталь 70	Бронза, дюралюминный закаленный
Поперек волокон проката	0	0,1	0,5	1,0	2,0
Вдоль волокон проката	0,4	0,5	1,5	2,0	3,5

Пружинение детали после гибки. После гибки из-за упругой разгрузки детали отпружинивают. При этом их размеры несколько меняются (рис. 25, б). Для компенсации пружинения соответственно изменяют углы у пуансона и матрицы или изготавливают штамп с компенсатором (рис. 26, а—г).

Величина пружинения зависит от свойств и состояния материала, его толщины, формы детали и радиуса гибки. Например, при свободной гибке без калибровки для мягкой стали толщиной до 0,8 мм при отношении $\frac{r}{S} < 1$ угол

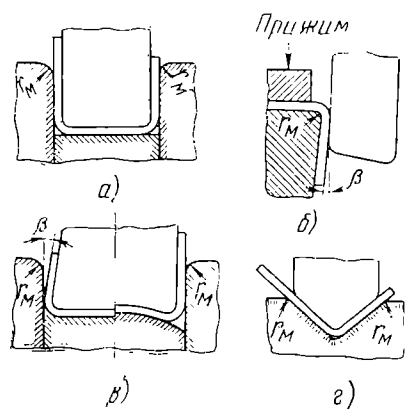


Рис. 26. Компенсация пружинения при гибке:

а — гибкой с утонением боковых стенок, б, в — введением компенсационной поправки угла пуансона или матрицы, г — гибкой с калибровкой

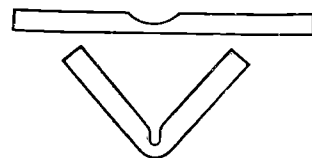


Рис. 27. Уменьшение толщины заготовки для гибки без радиуса со стороны пуансона

пружинения $\beta = 4^\circ$, при отношении $\frac{r}{S} > 5$ $\beta = 6^\circ$. Для твердой стали с $\sigma_b = 600$ МПа (60 кгс/мм²) при тех же условиях β равняется соответственно 7 и 12°.

При необходимости осуществить гибку с нулевым радиусом гибки со стороны пуансона можно предварительно на заготовке сделать местное уменьшение сечения примерно на половину толщины материала (рис. 27). Такой метод гибки возможен, если ослабление детали в этом случае не существенно при ее эксплуатации.

Для предотвращения сдвига заготовки в процессе гибки иногда ее фиксируют в штампе, делая для этого технологические отверстия.

Гибка с растяжением. Длинные тонкие детали с образованием большого радиуса гнуть трудно, так как при этом вследствие пружинения заготовка после гибки почти полностью восстанавливает свою начальную форму. В таких случаях применяют гибку с растяжением (рис. 28). При гибке с растяжением заготовку 1 зажимают по концам зажимами 2 и затем изгибают по контуру пуансона 3 с одновременным растяжением на 2—5%.

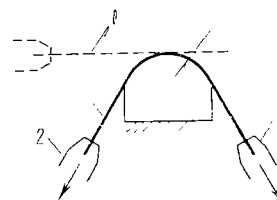


Рис. 28. Гибка с растяжением

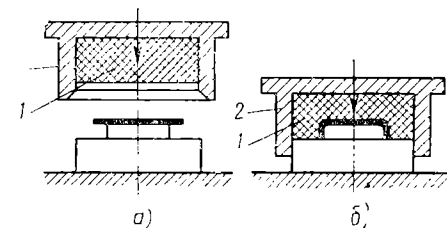


Рис. 29. Гибка резиной: положения: а — до гибки, б — после гибки

Гибка резиной. Тонкий листовый металл можно изгибать и резиновой подушкой 1 (рис. 29, а, б), заключенной в стальную обойму 2. Гибку резиной применяют главным образом в мелкосерийном производстве. Штампы для гибки резиной дешевле обычных, так как одну из деформирующих деталей (пуансон или матрицу) заменяет универсальная резиновая подушка.

Величину рабочего усилия при свободной V-образной гибке можно определить по формуле

$$P = (1,6 \div 1,8) \frac{BS^2}{l} \sigma_b \text{ кгс [МН]},$$

где P — усилие гибки, кгс [МН]; B — ширина полосы, мм; σ_b — предел прочности при растяжении, кгс/мм² [МПа]; S — толщина изгибаемого металла, мм; l — расстояние между опорами, мм.

Величина зазора z_r между матрицей и пуансоном при гибке зависит главным образом от толщины материала. При зазорах меньше оптимальных усилие гибки увеличивается, материал в зоне гибки утоняется и на изгибаемых поверхностях детали могут возникнуть разные дефекты (вмятины и пр.). Величину зазора при гибке стали можно приблизительно принимать $z_r = (1,05 \div 1,15)S$, при гибке алюминия $z_r = (1,0 \div 1,1)S$.

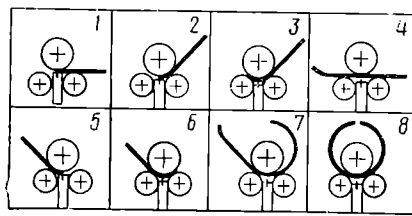


Рис. 30. Гибка в вальцах

Для повышения износостойкости пуансонов и матриц и уменьшения величины усилия поверхности заготовок перед гибкой смазывают.

Изделия с большим радиусомгиба из листового металла можно получить гибкой (вальцовкой) в вальцах. Последовательность получения цилиндрического изделия в вальцах показана на рис. 30.

Вытяжкой получают полые полуфабрикаты или детали 2 (рис. 31, а) из плоских или полых заготовок.

Процесс вытяжки характеризуется коэффициентом вытяжки m . Для первой вытяжки

$$m = \frac{d_1}{D_3},$$

где d_1 — диаметр детали или полуфабриката, мм; D_3 — диаметр плоской заготовки, мм.

При вытяжке плоская заготовка 5 (рис. 31, а) втягивается пуансоном 1 в отверстие матрицы 3. Во фланце заготовки при этом возникают значительные сжимающие напряжения, которые могут вызвать образование складок (рис. 31, б). Для предотвращения этого применяют прижимы (складкодержатели) 4.

Прижимы рекомендуется применять для вытяжки из плоской заготовки при

$$D_3 - d_1 \geq 22S$$

или

$$\frac{S}{D_3} 100 \leq 4,5 (1 - m).$$

Величина $\Delta = \frac{S}{D_3} 100$ называется относительной толщиной заготовки.

При вытяжке толщина заготовки несколько изменяется. В зоне близ донного закругления при вытяжке цилиндрического колпачка 2 (рис. 31, а) толщина уменьшается на 10—18% и более, а у верхних кромок она увеличивается на 15—25%.

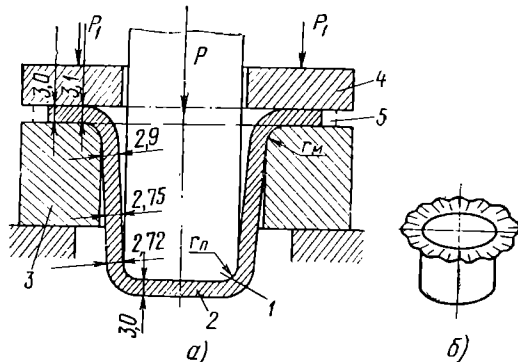


Рис. 31. Схема вытяжки (а), складки, образующиеся во фланце при вытяжке без прижима (б):

r_m, r_n — радиуса закругления соответственно матрицы и пуансона

Напряжения, возникающие в цилиндрической части вытягиваемой заготовки, весьма значительны. Когда они становятся больше допускаемых для данного материала, дно вытягиваемого колпачка отрывается. Для предупреждения отрыва дна коэффициент вытяжки ограничивается определенной величиной. Глубокие детали, которые по условиям прочности нельзя вытянуть в один переход, вытягивают в несколько переходов.

При вытяжке края полуфабриката получаются неровными. Это объясняется тем, что металл в разных направлениях относительно расположения волокон течет неравномерно. Эти неровности после вытяжки обрезают.

Размеры заготовок при вытяжке определяют исходя из условия равенства объемов материала заготовки и вытянутого полуфабриката, условно полагая, что толщина материала при вытяжке неизменна. Таким образом, условие равенства объемов сводится к условию равенства поверхностей заготовки и вытянутого полуфабриката. Для определения размеров заготовки исходя из этого условия при вытяжке тел вращения находят суммарную площадь F поверхностей полуфабриката, а затем по формуле

$$D_3 = 1,13 \sqrt{F}$$

находят диаметр заготовки D_3 . Для определения величины F вытянутый полуфабрикат (или деталь) разбивают на простые геометрические элементы, вычисляют площади их поверхностей, которые затем суммируют. Диаметр заготовки для вытяжки цилиндра с плоским дном упрощенно определяют по формуле

$$D_3 = \sqrt{d^2 + 4dh},$$

где d — наружный диаметр цилиндра, мм; h — высота цилиндра, мм.

Формулы для определения площадей поверхности различных тел вращения даны в справочниках по листовой штамповке.

При расчете размеров заготовок для вытяжки иногда предусматривают припуск на обрезку неровностей, получаемых при вытяжке. Величины припусков в зависимости от высоты детали h и отношения этой высоты к диаметру d выбирают по справочным таблицам.

При вытяжке полых полуфабрикатов типа коробок форму и размеры заготовок определяют также исходя из равенства поверхностей заготовки и вытягиваемой детали. При этом условно полагают, что вытяжка происходит лишь в углах коробки, а стенки коробки получаются как бы гибкой. Поэтому размеры заготовки в зонах стенок определяют по формулам для гибки, а размеры применительно к зонам углов рассчитывают, полагая, что угол коробки образуется вытягиванием четверти цилиндрического колпачка. Дугой радиусом R этой условной заготовки соединяют контуры стенок в точках a и b (рис. 32). Через середину отрезков ac и bd проводят касатель-

ные к этой дуге. Образовавшиеся при этом углы закругляют радиусом R .

Определение усилий. Усилие вытяжки P цилиндрического полуфабриката в штампе с прижимом определяют приближенно по формуле

$$P = P_1 + P_2,$$

где собственно усилие вытяжки $P_1 = n\sigma_b F_1$, а усилие прижима $P_2 = qF_2$.

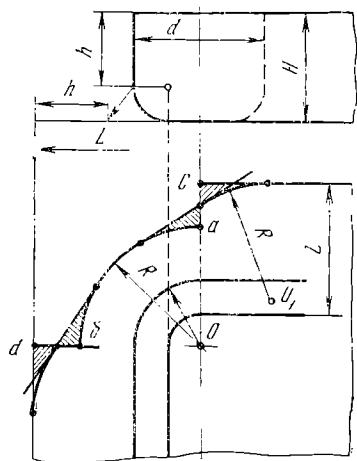


Рис. 32. Построение заготовки для вытяжки прямоугольной коробки

При назначении усилия прижима следует иметь в виду, что при недостаточном усилии образуются складки, а при чрезмерном — может произойти отрыв дна. Величина удельного усилия q зависит от степени деформации, толщины материала, его свойств, а также от зазора между пуансоном и матрицей.

На прессах простого действия прижимы работают от пружин, резины, гидравлики или пневматики. При использовании пневматических устройств-подушек просто осуществляется регулировка усилия прижима и его постоянства за время рабочего хода.

Коэффициент вытяжки и определение числа переходов. Вытяжку осуществляют с минимальным числом переходов. При вытяжке напряжение в наиболее опасном сечении деформируемого полуфабриката не должно превосходить предела прочности при растяжении обрабатываемого металла. Это условие гарантируется правильным выбором величины коэффициента вытяжки m .

Количество переходов, необходимое для вытяжки заданного полуфабриката, зависит от общей величины необходимой вытяжки и

допускаемой вытяжки за один переход, которая определяется значением m . Величину m выбирают по справочным таблицам в зависимости от вида и состояния материала заготовки, ее относительной толщины Δ с учетом определенного запаса прочности деформируемого металла. Практически для мягкой стали при первой вытяжке и $\Delta = 1,5 \div 1,0$ значение m принимают равным от 0,50 до 0,53, для второй вытяжки от 0,75 до 0,76 и т. д.

Форма и размеры пуансонов и матриц. В зависимости от вида вытягиваемого полуфабриката (детали) пуансоны и матрицы для вытяжки могут быть цилиндрическими, коническими, сферическими, прямоугольными, фасонными и др. Их делают с закруглением рабочих кромок, величина которых влияет на усилие вытяжки, степень деформации, возможность образования складок на фланце и т. д.

Если радиус закругления рабочей матрицы мал, то возможен обрыв заготовки вследствие неблагоприятных условий для деформации металла и увеличения потерь на трение. При больших радиусах процесс свертывания заготовки происходит более благоприятно, но одновременно возрастает возможность складкообразования. Поэтому при вытяжке с большим радиусом закругления матрицы применяют специальные прижимы (рис. 33).

Величины радиусов закругления у матриц r_m можно выбирать, пользуясь следующими примерными соотношениями: для полуфабрикатов из мягкой стали $r_m = (4 \div 10)S$, из латуни и алюминия $r_m = (3 \div 5)S$ и т. д. Радиус закругления пуансона при однопереходной вытяжке принимают равным заданному радиусу детали, но не менее допускаемого, указываемого в справочниках. При многопереходной вытяжке оптимальный радиус закругления пуансона для всех операций, кроме последней, выбирают по справочным таблицам. Для последнего перехода радиус закругления выбирают, как при однопереходной вытяжке. Размеры пуансонов и матриц по диаметру или в соответствующих сечениях (для вытяжки некруглых деталей) выбирают так, чтобы получить полуфабрикат заданных размеров и чтобы односторонний зазор между пуансоном и матрицей составлял 1,35—1,50 толщины деформируемого металла.

Особые виды вытяжки. Обратная вытяжка (с выворачиванием) — это объединение двух или более операций вытяжки, выполняемых за один рабочий ход. При этом каждая последующая вытяжка осуществляется в направлении, обратном предыдущему (рис. 34, а — в). Обратную вытяжку применяют в целях сокращения количества штамповочных операций.

Многослойную вытяжку (одновременно два-три слоя) применяют для получения полых деталей типа тазов, тарелок, каст-

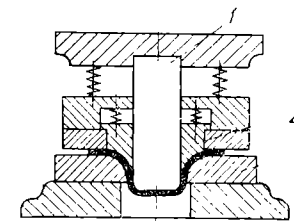


Рис. 33. Вытяжка, выполняемая при использовании специального прижима:

1 — пуансон, 2 — специальный прижим, 3 — матрица

рюль и т. п. из тонколистового материала. В этом случае повышается производительность труда и искусственно увеличивается относительная толщина заготовки Δ , что препятствует складкообразованию.

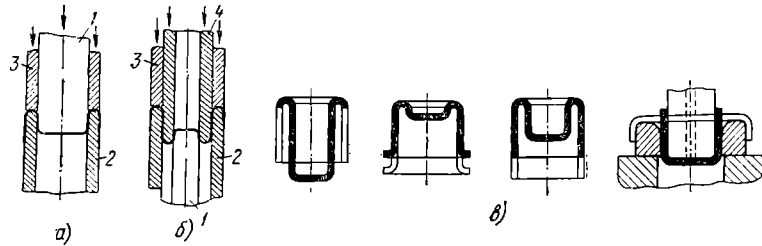


Рис. 34. Обратная вытяжка:

a — однократная, *b* — многократная, *v* — примеры изделий, получаемых обратной вытяжкой; 1 — пуансон, 2 — матрица, 3 — прижим, 4 — пуансон-матрица

Последовательную вытяжку в ленте применяют при изготовлении полых деталей (рис. 35, *a*, *b*) и осуществляют в многопозиционных штампах. Для предотвращения разрывов ленты коэффициент вытяжки принимают несколько большим, чем при обычной вытяжке.

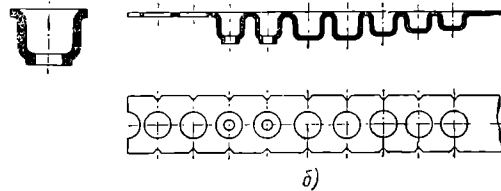


Рис. 35. Последовательная вытяжка в ленте:

a — изделие, *b* — последовательность переходов штамповки

Вытяжку с утонением (протяжку) применяют для изготовления тонкостенных полуфабрикатов. При протяжке (рис. 36, *a*) длина вытягиваемой детали увеличивается за счет утонения ее стенок. Обычно утонение стенок за один проход не превышает 30—35% начальной толщины, что обеспечивается соответствующим выбором величины зазора между матрицей и пуансоном. При протяжке толщина дна полуфабриката не изменяется. Протяжку можно осуществить через несколько матриц, расположенных последовательно одна за другой (рис. 36, *b*). На рис. 36, *v* показана схема штампа.

Для уменьшения сил трения деформируемого металла при вытяжке через сплошную коническую или сферическую матрицу предложены конструкции матриц с закрепленными в них шариками или роликами. Замена трения скольжения на трение качения позволяет за один переход значительно увеличить степень деформации.

При вытяжке крупногабаритных тонколистовых изделий сложной формы (облицовочных деталей автомобиля, химических резервуаров, днищ, корпусов и т. д.), чтобы уменьшить складкообразование и выравнять растягивающие напряжения в различных зонах заготовки, применяют перетяжные ребра или пороги. Построение прижимной поверхности штампов для сложной вытяжки представляет собой ответственную и трудоемкую задачу.

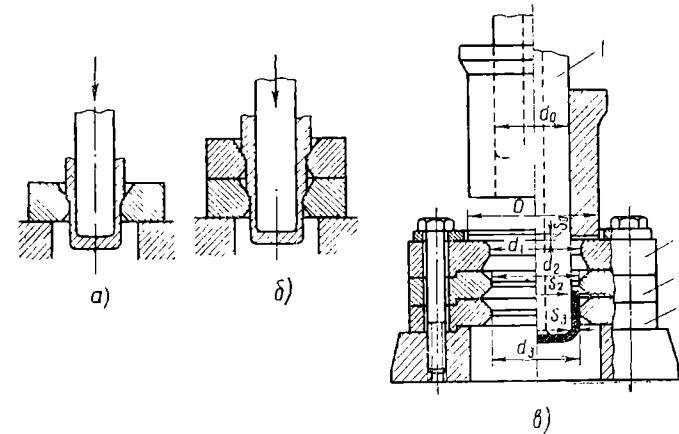


Рис. 36. Вытяжка с утонением:

a — через одну матрицу, *b* — через несколько матриц, *v* — схема штампа; 1 — пуансон, 2, 3, 4 — матрицы

Для штамповки крупногабаритных тонкостенных днищ разработаны специальные и комбинированные способы деформирования. Среди них — вытяжка заготовок с предварительно выдавленными ребрами жесткости. Она осуществляется за два перехода. Вначале на плоской заготовке штампуют два кольцевых ребра жесткости, которые увеличивают устойчивость заготовки при вытяжке. Расчет ребер жесткости ведут так, чтобы они распрямились во втором переходе к моменту касания данного участка с пуансоном. В противном случае на детали останется неровность.

При вытяжке с перегибом заготовки пуансон нажимает на заготовку в зоне возможного складкообразования. Кромки пуансона вогнутой формы служат перетяжными ребрами при дальнейшем деформировании заготовки.

Вытяжку резиной выполняют резиновой подушкой (пуансоном) в жесткой матрице или жестким пуансоном в резиновой матрице (рис. 37, *a*). Оба способа применяют для получения полых деталей из тонколистового материала. Резиновую подушку заключают в металлическую обойму. Штампы для вытяжки резиной просты, так как изготавливать нужно лишь один деформирующий элемент: пуансон или матрицу; другой заменяется резиной.

Давление резины, необходимое для вытяжки, зависит от относительной толщины Δ заготовки и коэффициента вытяжки. Например, при вытяжке дюралюминия с $m=0,50$ и $\Delta=0,4$ наибольшее давление резины равно 380 кгс/см^2 [38 МПа].

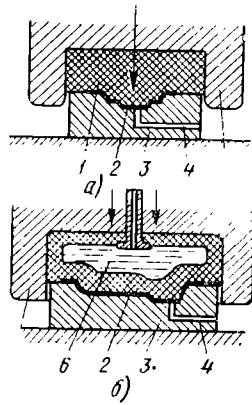


Рис. 37. Вытяжка:
а — резиной, б — жидкостью; 1 — резиновый пуансон, 2 — деталь, 3 — матрица, 4 — канал для выхода воздуха, 5 — массивная обойма, 6 — жидкость в резиновом мешке

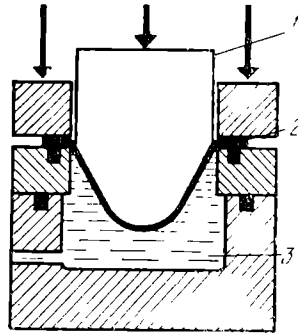


Рис. 38. Схема гидромеханической вытяжки:
1 — пуансон, 2 — заготовка, 3 — жидкостная матрица

Необходимость создания высоких удельных давлений и быстрый износ резины ограничивают применение этого вида вытяжки.

При гидравлической вытяжке полые детали цилиндрической, конической, сферической и другой формы получают надавливанием на заготовку непосредственно жидкостью, или жидкостью, заключенной в эластичную (резиновую) оболочку (рис. 37, б). Этот метод особенно эффективен при изготовлении деталей сложной формы, так как при гидравлической вытяжке отпадает необходимость в изготовлении металлического пуансона и пригонке его в матрице, что делает такой способ штамповки более экономичным по сравнению с вытяжкой в обычных металлических штампах. Недостаток гидравлической вытяжки — это возможность значительного утонения металла в отдельных зонах, так как значительные силы трения между заготовкой и матрицей приводят к возникновению больших растягивающих напряжений.

Матрицу 3 (рис. 37, б) делают из чугуна, свинцово-цинковых сплавов, древесно-клеевой массы или цемента.

При гидромеханической вытяжке заготовка 2 (рис. 38) принимает форму пуансона 1, деформируясь в жидкостной матрице 3. По мере движения пуансона давление жидкости прижимает заготовку к пуансону, придавая ей требуемую форму и размеры.

Вытяжку с подогревом фланца и охлаждением вытягиваемой части полуфабриката (рис. 39) применяют для изготовления полых деталей из сплавов алюминия, меди и из стали. При подогреве фланца уменьшается сопротивление металла деформированию. Это позволяет увеличить степень деформации заготовки за каждый переход вытяжки. Местный подогрев заготовки применяют для облегчения местной деформации металла и при других операциях штамповки, например при рельефной формовке. В штампах для вытяжки с подогревом фланца применяют охлаждение дна и стенок вытягиваемой детали.

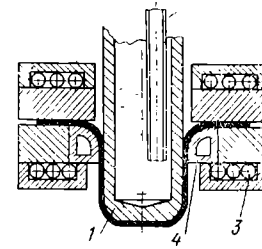


Рис. 39. Вытяжка с подогревом фланца и охлаждением пуансона и матрицы:

1 — пуансон, 2 — трубка для подачи охлаждающей жидкости, 3 — нагревательные элементы, 4 — матрица с каналом для охлаждения

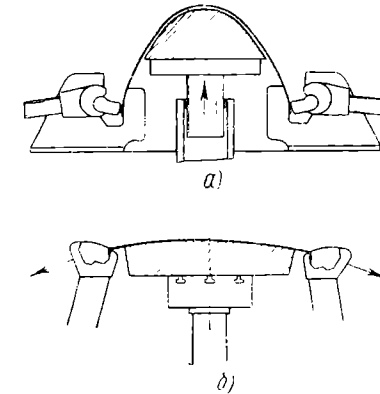


Рис. 40. Обтяжка при неподвижных (а) и при подвижных (б) зажимах

Вытяжку методом растяжения металла — обтяжку применяют главным образом при изготовлении крупных тонкостенных полуфабрикатов простой формы, например небольших партий облицовочных деталей автобусов, троллейбусов, автомобилей. Обтяжку выполняют на гидравлических обтяжных прессах. Для обтяжки края заготовки зажимаются захватами пресса и затем заготовка обтягивается по пуансону, имеющему форму детали. Таким методом получают детали из малоуглеродистой и нержавеющей стали толщиной до 1,5 мм; из алюминиевых и магниевых сплавов толщиной до 3,5.

Обтяжку осуществляют либо за счет перемещения стола с пуансоном при неподвижных зажимах (рис. 40, а), либо за счет перемещения зажимов при неподвижном пуансоне (рис. 40, б).

Утонение металла при обтяжке составляет в среднем 5—7%. Поверхность пуансона для уменьшения трения должна быть тщательно обработана и смазана.

Импульсная штамповка. Штамповка (вытяжка, вырубка, гибка, пробивка и т. д.) в этом случае осуществляется под действием мгновенного импульса давления. Такой импульс создается

взрывом (штамповка взрывом), электрическим разрядом в жидкой среде (электрогидравлическая штамповка) или действием магнитного поля (электромагнитная штамповка). Штамповка взрывом осуществляется ударной волной в газообразной (рис. 41), жидкой (аналогично схеме на рис. 42) или сыпучей среде.

При штамповке взрывом в жидкой среде или при электрогидравлической штамповке матрица устанавливается в специальном резервуаре, который заполняют водой. Взрыв или электрический импульс (см. рис. 42) в жидкой среде создает ударную волну, которая осуществляет штамповку. Устройства для штамповки взрывом размещают в бетонных камерах или колодцах. Так обеспечивается безопасность процесса. Воздух из полости матрицы под заготовкой выкачивают.

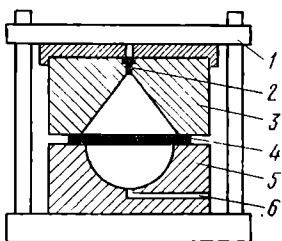


Рис. 41. Схема штамповки взрывом:

1 — рама, 2 — заряд, 3 — корпус взрывной камеры, 4 — заготовка, 5 — матрица, 6 — канал для откачивания воздуха

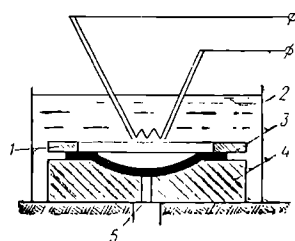


Рис. 42. Схема штамповки электрическим разрядом:

1 — прижим, 2 — резервуар, 3 — деформированная заготовка, 4 — матрица, 5 — канал для откачивания воздуха

Для пробивки взрывом применяют также специальные пистолеты. Такой пистолет заряжают патроном. Газы, образующиеся при сгорании пороха патрона, толкают вкладыш, на котором установлен пуансон, пробивающий отверстие.

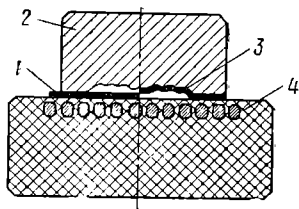


Рис. 43. Схема электромагнитной штамповки:

1 — исходная заготовка, 2 — матрица, 3 — деформированная заготовка, 4 — электромагнит

При электромагнитной штамповке (рис. 43) деформирование металла осуществляется благодаря взаимодействию магнитного поля и вихревых токов, возникающих в заготовке при пересечении ее силовыми линиями магнитного поля. Деформирование в этом случае осуществляется без применения пуансонов или каких-либо сред, передающих усилие (жидкость, газ, песок и т. п.), что позволяет штамповать изделия сложных форм из заготовок с полированной поверхностью, со специальными покрытиями, осуществлять сборочные операции.

Импульсная штамповка позволяет деформировать металлические заготовки больших толщин и размеров без применения громоздкого оборудования и сложной оснастки.

Отбортовкой (см. рис. 23, в) называют операцию получения бортов по наружному или внутреннему контуру листовой детали.

О максимальных величинах борта, получаемого отбортовкой, можно судить по коэффициенту отбортовки $K_{отб}$, равному отношению диаметра d пробитого отверстия к диаметру D отбортованного отверстия, т. е.

$$K_{отб} = \frac{d}{D}.$$

Величина $K_{отб}$ зависит от вида и свойств материала и отношения толщины заготовки S к диаметру пробитого отверстия ($\Delta = S : d \times 100\%$). Для стали с содержанием углерода 0,1% при Δ , равном от 3 до 9, $K_{отб} = 0,60 \div 0,45$, а при Δ от 67 до 100 $K_{отб} = 0,23 \div 0,20$.

Отбортовку осуществляют в штампах на прессах. Пуансоны для отбортовки могут быть цилиндрическими, коническими или полусферическими. В некоторых случаях отбортовку выполняют одновременно с пробивкой отверстия.

Усилие отбортовки P металла толщиной S цилиндрическим пуансоном можно приближенно определить по формуле:

$$P = 1,5\pi (D - d) S \sigma_b.$$

Отбортовку наружного и внутреннего контура иногда осуществляют в одну операцию.

Рельефной формовкой называют операцию получения рельефа в листовой заготовке (см. рис. 23, ж). Ее применяют для создания на детали небольших ребер жесткости, углублений и выступов местным растяжением металла. Рельефная формовка может осуществляться как самостоятельная операция и в комбинации с вырубкой, вытяжкой и другими операциями на фрикционных, гидравлических или кривошипных прессах. В ряде случаев формовку осуществляют резиной. На накатных станках профильными роликами накатывают резьбу на полых листовых деталях, например на цоколях электрических ламп, а также различные профили. Для получения профилей заготовку пропускают через несколько пар фасонных роликов.

Рельефной чеканкой получают рельефные надписи или рисунки на деформируемом материале.

Закатка применяется для образования закругленных бортов на краях плоской или полый заготовки. Она осуществляется в штампах на прессах или роликами (рис. 44, а, б).

Листовые детали типа тел вращения можно получить ротационной вытяжкой. Формоизменение заготовки осуществляется обжатием ее роликом по вращающейся оправке. Ротационная вытяжка может осуществляться без утонения или с утонением деформируемого материала (рис. 45, а, б).

Раздача (см. рис. 23, *е*) применяется для увеличения, а обжим (см. рис. 23, *и*) для уменьшения периметра поперечного сечения полой заготовки. С помощью обжима получают горловины у труб или колпачков. В отдельных случаях при обжиме внутрь заготовки вводят расправочный стержень. Обжим без расправочного стержня называют свободным.

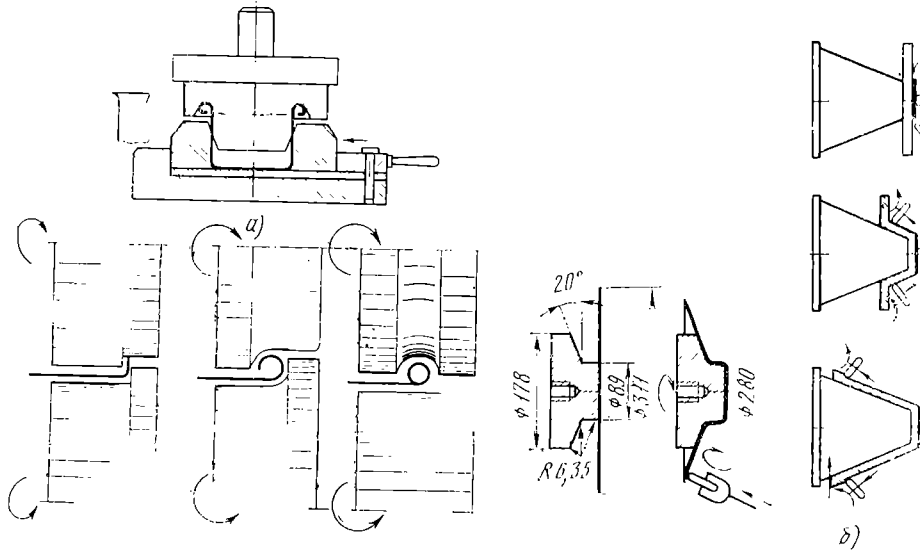


Рис. 44. Закатка:
а — в штампе, б — роликами

Рис. 45. Ротационная вытяжка:
а — без утонения, б — с утонением

Правку применяют для устранения неровностей и искривлений плоских полуфабрикатов после вырубки, пробивки и в некоторых других случаях. Правкой в сочетании с калибровкой исправляют детали после гибки и других формоизменяющих операций.

Правку осуществляют в штампах с гладкими, точечными и вафельными плитами (рис. 46, *а, б, в*). Расстояние между зубцами точечного штампа принимают примерно равным толщине материала.

Правка в плоских плитах обеспечивает получение высокого класса шероховатости поверхности обрабатываемой детали. В точечных и вафельных плитах правят детали, на поверхности которых допускаются небольшие вмятины. Усилие P определяют по формуле

$$P = pF,$$

где F — поверхность детали, мм² [м²]; p — давление, кгс/мм² [МПа] (берется из справочника для данного материала).

Правку можно осуществлять в многовалковых листопрямильных вальцах (рис. 46, *г*) или пластическим растяжением на 3—5% (рис. 46, *д*). Правка в вальцах осуществляется путем многократного перегибания листа, пропускаемого между валками.

Для изготовления небольших партий или единичных деталей находят применение штамповка на падающих молотах. Таким способом, не требующим дорогостоящей подготовки производства, изготавливают детали из алюминия и его сплавов толщиной до 3—5 мм и стали толщиной до 1,5 мм. Штамповку ведут с резиновой подушкой, с прокладками из фанерных рамок и без прокладок. При штамповке с фанерными прокладками их укладывают так, чтобы они ограничивали глубину вытяжки. Снимая после каждого удара часть прокладок, вытяжку ведут до требуемой глубины.

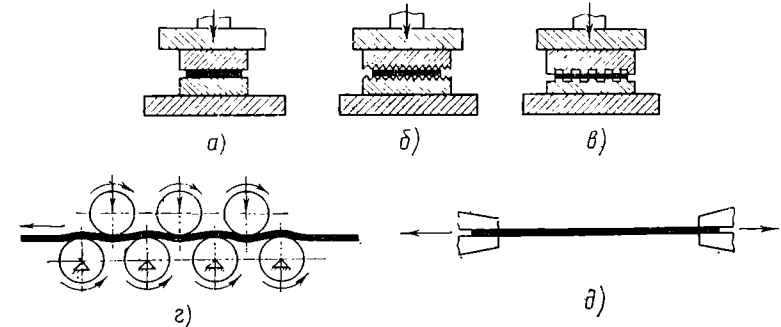


Рис. 46. Правка:

а — гладкими плитами, б — точечными плитами, в — вафельными плитами, г — в вальцах, д — растяжением

Формоизменяющие операции над неметаллическими материалами осуществляют, как правило, с подогревом заготовок. Так, тонколистовой текстолит нагревают до 150—170°С, оргстекло для гибки — до 105÷150°С с последующим охлаждением наружных слоев в течение 10—15 с. Гибку оргстекла осуществляют на пуансонах, покрытых мягкой листовой резиной или байкой.

Винипласт для гибки нагревают до 160—170°С, а целлулоид — до 90—100°С. Гибкий миканит можно гнуть в холодном состоянии без подогрева.

Вытяжку крупных изделий из оргстекла можно осуществлять на вакуумных установках. Заготовку нагревают до 115—120°С предварительно или непосредственно в установке. Создавая под зажатой на краях заготовкой вакуум, производят вытяжку давлением атмосферного воздуха. Текстолит, нагретый до 130—170°С, вытягивают на прессах с прижимом, а винипласт и целлулоид — в пресс-формах.

§ 4. КОМБИНИРОВАННЫЕ ОПЕРАЦИИ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Комбинированными называют сложные штамповочные операции, объединяющие две или несколько простых (например, вырубку и пробивку, пробивку и гибку и т. д.). Объединяемые простые операции штамповки считают при этом уже не операциями, а переходами. При комбинированной штамповке отдельные штамповочные переходы можно осуществлять последовательно (в последовательных штампах) или одновременно (в совмещенных).

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ХОЛОДНОЙ
ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Холодная объемная штамповка — один из наиболее производительных методов изготовления деталей из сталей, цветных металлов и их сплавов. Его широко применяют в машиностроении, приборостроении и других отраслях металлообрабатывающей промышленности.

Холодная объемная штамповка по сравнению с обработкой резанием обеспечивает более высокую производительность, экономное расходование металла и способствует улучшению его механических свойств, повышению надежности и долговечности эксплуатации изготовленных деталей.

По сравнению с горячей объемной штамповкой холодная имеет ряд преимуществ: нет операции нагрева металла, нет операций, необходимых для удаления окалины, нет обезуглероживания поверхностного слоя металла и др.

При холодной объемной штамповке отходы металла значительно меньше, точность штампованных деталей может достигать 3—2-го класса (при горячей — 7—5-го классов), шероховатость поверхности может быть обеспечена до 7-го класса и выше.

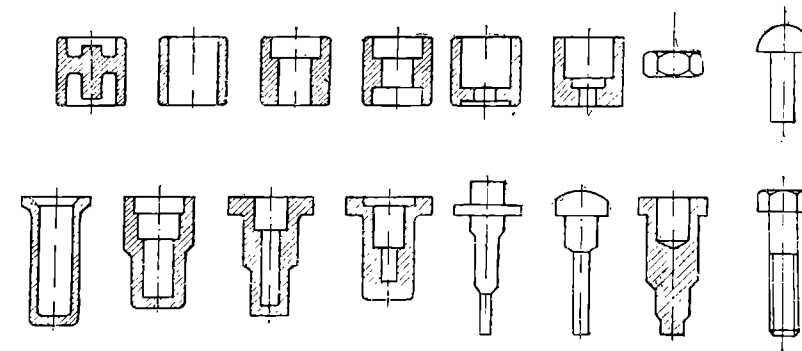


Рис. 48. Полуфабрикаты и детали, получаемые разными способами холодной объемной штамповки — заклепки, болты, гайки (холодная высадка), детали типа тел вращения (холодное выдавливание)

Детали, изготавливаемые холодной объемной штамповкой, нередко доделывают резанием: подрезают торцы, прорезают узкие пазы, сверлят отверстия малых диаметров и др.

Холодная объемная штамповка широко применяется для изготовления различных стандартных, нормализованных или оригинальных (нестандартных) деталей, например болтов, винтов, заклепок,

При последовательной штамповке деталь получают постепенно при перемещении ленты, полосы или отдельной заготовки после каждого перехода обработки из предыдущей позиции штампа в следующую. За каждый ход пресса в таком штампе осуществляется одновременно несколько разных разделительных или формоизменяющих переходов штамповки.

При совмещенной штамповке деталь получается за один ход пресса в одной позиции штамповки. В таких штампах совмещают в одной позиции вырубку, пробивку и вытяжку; гибку и пробивку и т. д. Комбинированная штамповка значительно повышает производительность штамповочных работ.

§ 5. ШТАМПО-СБОРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

В радиотехнике, приборостроении, при изготовлении предметов народного потребления и в других отраслях промышленности нередко применяют штампо-сборочные операции, обеспечивающие соединение листовых деталей с помощью отгиба лапок, соединения в замок, отгиба бортов, расклепки, запрессовки, обжимки и т. д. (рис. 47, а — з).

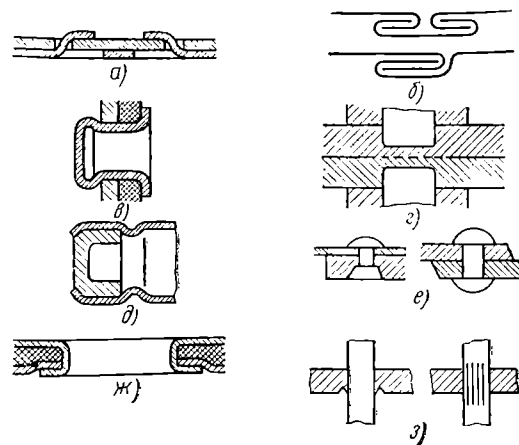


Рис. 47. Штампо-сборочные операции (соединение деталей):

а — лапками, б — в замок, в — раздачей, г — холодной сваркой, д — обжимкой, е — заклепками, ж — отгибкой бортов, з — запрессовкой

Помимо этого, полуфабрикаты, изготовленные из одного и того же листового металла или сплава, можно соединять холодной пластической сваркой, сжимая место сварки пуансонами, надавливающими с усилием, обеспечивающим пластическую деформацию. Так соединяют полуфабрикаты из алюминия, меди, латуни.

Многие листовые штампованные полуфабрикаты и детали соединяют электрической или, реже, газовой сваркой. Так изготавливают кузова автомобилей, вагонов, предметы народного потребления. Штампо-сварные конструкции отличаются малым весом и высокой прочностью. Они успешно заменяют литые и кованные.

В ряде случаев листовые штампованные полуфабрикаты соединяют склеиванием.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные разделительные операции листовой штамповки.
2. Как определяют размеры заготовок для вытяжки?
3. Расскажите об импульсной штамповке.
4. Что такое комбинированные операции листовой штамповки?
5. Расскажите о штампо-сборочных операциях.

шариков, роликов и колец подшипников качения, фасонных гаек автомобилей, поршневых пальцев, мелких цилиндрических и конических зубчатых колес, корпусов свечей зажигания автомобиля, корпусов часов и т. п. (рис. 48).

Объемные штампованные детали можно соединять сваркой, создавая штампо-сварные конструкции.

Детали холодной объемной штамповкой получают главным образом из холоднотянутого металла. Операции холодной объемной штамповки подразделяют на разделительные и формоизменяющие.

Холодной объемной штамповкой практически можно обрабатывать многие стали, а также деформируемые цветные металлы сплавы (латуни, сплавы алюминия и некоторые другие).

§ 2. РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

К разделительным операциям относятся рубка (резка), обрезка и пробивка.

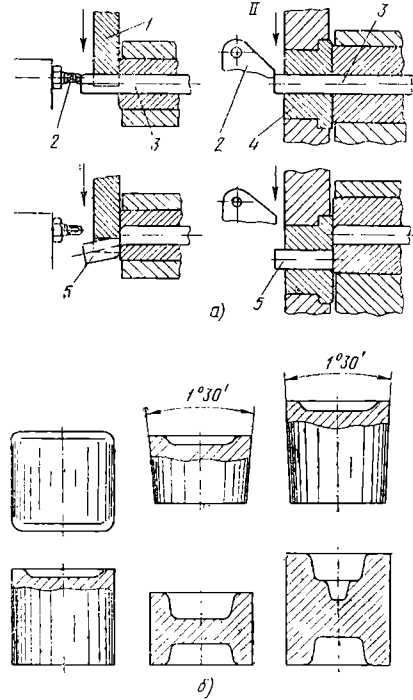


Рис. 49. Изготовление заготовок для холодной объемной штамповки:

a — рубка заготовок: *I* — ножом, *II* — втулкой; *b* — заготовки после предварительного деформирования; *1* — нож, *2* — упор, *3* — пруток, *4* — режущая втулка, *5* — отрезанная заготовка

Рубка (отрезка) (рис. 49, *a*) — разделение прутков на мерные заготовки выполняют на сортовых ножницах, пресс-ножницах, на прессах в штампах, или на специальных отрезных прессах-автоматах. Длина отрезаемой заготовки, как правило, должна быть не меньше половины диаметра прутка.

Обычно при отрезке заготовки получают с косым срезом и некоторым искажением формы, а длинные заготовки несколько изгибаются. При резке втулочными ножами или в специальных штампах эти дефекты получаются меньшими. Точность отрезки повышается при правильном выборе угла наклона прутка и равному углу скоса ножей. Эти углы назначаются $3\text{--}7^\circ$ для сталей связаны с отклонением скалывающихся трещин при разделении металла по отношению к направлению усилия.

Усилие отрезки можно приближенно подсчитать по формуле

$$P = K\tau_{cp}F,$$

где K — поправочный коэффициент, равный $1,2\text{--}1,3$; τ_{cp} — сопро-

тивление срезу, $\text{кгс}/\text{мм}^2$ [МПа]; F — площадь поверхности среза, мм^2 [м^2].

На рис. 49, *b* показаны заготовки после предварительного деформирования.

Холодная объемная штамповка выполняется с образованием облоя или без него. Облой — это излишек металла, вытекающий из рабочей полости штампа и подлежащий обрезке.

При безоблойной холодной объемной штамповке отрезанная заготовка должна быть точной по объему и массе, так как лишний металл при штамповке может вызвать поломку штампа и пресса, а при недостатке металла получается недоштамповка, т. е. незаполнение рабочей полости штампа металлом.

При объемной штамповке на прессах-автоматах отрезку заготовок обычно осуществляют на этих же прессах в качестве первого технологического перехода.

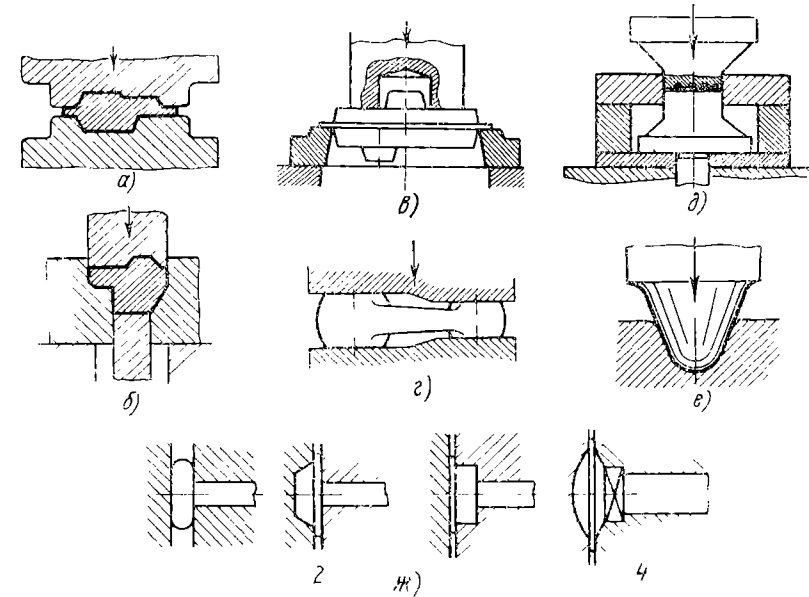


Рис. 50. Схемы основных операций холодной объемной штамповки: *a* — осадка с образованием облоя, *b* — осадка без образования облоя, *в* — обрезка облоя в штампе, *г* — калибровка, *д* — чеканка, *е* — выдавливание полостей, *ж* — высадка: *1* — открытая, *2* — в пуансоне, *3* — в матрице, *4* — в пуансоне и матрице

Обрезку (рис. 50, *в*) назначают для отделения отхода (облоя) по контуру отштампованного полуфабриката. Ее осуществляют в штампах на прессах. Усилие обрезки определяют так же, как и усилие отрезки. Если поверхность реза после обрезки должна быть очень чистой, применяют последующую зачистку или объемную калибровку.

Пробивкой получают небольшие по глубине сквозные отверстия или удаляют отход (пленку или перемычку) между наметками отверстия.

При холодной объемной штамповке отверстия обычно сразу не получают. Вместо них выштамповывают углубления — наметки, между которыми остается пленка (перемычка), удаляемая пробивкой. Так, например, штампуют гайки. Усилие пробивки определяется приблизительно по той же формуле, что и усилие отрезки.

Вырубкой из листа получают заготовки для выдавливания или других формоизменяющих операций холодной объемной штамповки. Эта операция описана в главе IV.

§ 3. ФОРМОИЗМЕНЯЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

К формоизменяющим операциям холодной объемной штамповки относят: предварительное деформирование заготовок, осадку, выдавливание, выдавливание полостей, калибровку, чеканку, высадку, гибку и некоторые другие, которые осуществляют на универсальных и специальных кривошипных или гидравлических прессах и на различных прессах-автоматах.

Предварительное деформирование обеспечивает обжатие рубленной заготовки для придания ей требуемой формы (см. рис. 49, б). Иногда эту операцию называют калибровкой заготовок. Предварительное деформирование позволяет устранять дефекты формы заготовок после рубки. Применение точных по форме и размерам заготовок создает благоприятные условия для дальнейшей штамповки и повышает стойкость штампов.

При осадке (см. рис. 50, а, б) формообразование полуфабриката происходит за счет уменьшения высоты заготовки с одновременным увеличением ее поперечных размеров.

Усилие P при осадке приблизительно подсчитывают по формуле

$$P = qF,$$

где q — давление, выбираемое по справочным таблицам в зависимости от отношения диаметра заготовки к ее толщине и степени деформации, кгс/мм² [МПа]; F — площадь проекции детали на плоскость, перпендикулярную направлению движения пуансона, мм² [м²].

При выдавливании деформируемый металл по действием пуансона вытесняется в отверстие матрицы или в зазор между пуансоном и матрицей.

Различают выдавливание: прямое, обратное, комбинированное и радиальное (рис. 51, а, б, в). При прямом — металл течет в сторону рабочего хода пуансона и выдавливается в сквозное отверстие матрицы. При обратном — металл течет в направлении, противоположном движению пуансона, и выдавливается в зазор между пуансоном и матрицей.

При комбинированном — металл течет как в направлении рабочего движения пуансона, так и в противоположном.

Холодным выдавливанием получают полые тонкостенные и толстостенные полуфабрикаты или детали с выступами, отрезками или без них, а также различные фасонные детали. Профиль поперечного сечения получаемых деталей может быть квадратным, круглым, прямоугольным и т. п.

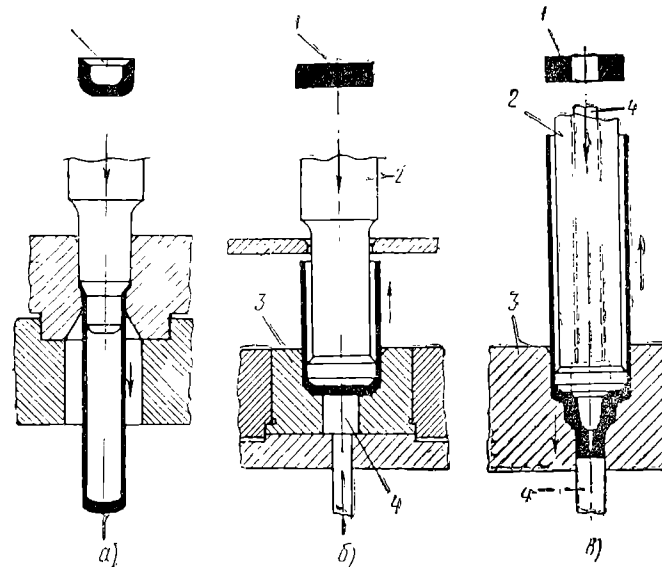


Рис. 51. Холодная объемная штамповка выдавливанием: а — прямым, б — обратным, в — комбинированным; 1 — заготовка, пуансон, 2 — матрица, 4 — выталкиватель, 5 — съёмник (стрелками показано направление течения металла)

Степень деформации ϵ при выдавливании определяют по формуле

$$\epsilon = \left(1 - \frac{F_d}{F_3}\right) 100\%$$

где F_d — площадь поперечного сечения детали, мм²; F_3 — площадь поперечного сечения заготовки, мм².

В справочной литературе приводятся значения предельно допустимых степеней деформации для различных материалов. Так, для алюминия А0, А1, А2 наибольшая величина ϵ при прямом выдавливании 98%, а при обратном 96%, для меди М1, М2, М3 эти цифры составляют соответственно 90 и 85%, а для латуни Л68 и Л62 — 85 и 80%.

На величину усилия выдавливания оказывают влияние многие факторы: механические свойства материала заготовки, степень деформации, способ выдавливания, состояние поверхности заготовки, геометрия инструмента, вид покрытия и смазки.

Теоретические исследования в ряде случаев помогают найти оптимальную форму инструмента, при которой усилие деформирования будет минимальным.

Для изготовления разверток, зенкеров и других инструментов, а также для получения шлицевых валиков применяют способ радиального выдавливания. В этом случае деформирование заготовок осуществляется при вдавливании специальных плашек, перемещающихся от края к центру.

Правильная обработка заготовок, выбор смазки часто имеют решающее значение для успешного протекания процесса выдавливания.

При штамповке алюминия используют обычно 20 %-ный раствор животного жира в бензоле или смесь цилиндрического масла с воском, для меди и латуни — животные жиры или графитная смазка, для цинка — животные жиры, ланолин и тальк, для стали — фосфатирование заготовок с последующим омыливанием.

Усилие выдавливания можно приближенно подсчитать как произведение давления q на площадь поперечного сечения заготовки. Ориентировочные значения q в кгс/мм² приведены в табл. 2.

2. Приближенные значения давления q в кгс/мм² для холодного выдавливания

Материалы	Прямое выдавливание	Обратное выдавливание
Алюминий	40—70	80—120
Медь	60—100	150—200
Латунь Л68	80—150	180—250
Сталь 10—15	100—180	200—300

Высадкой (см. рис. 50, ж) называют операцию, при которой происходит осадка части заготовки. Применяют высадку для получения местных утолщений. Особенно широко эта операция используется для высадки головок болтов, винтов, заклепок на холодновысадочных прессах-автоматах. Производительность таких автоматов достигает нескольких сотен деталей в минуту, что в десятки раз превышает производительность токарных автоматов.

Число ударов, необходимое для высадки головок болтов и винтов, определяют исходя главным образом из отношения длины l высаживаемой части к диаметру d стержня. Ориентировочно высадку за один удар применяют при $\frac{l}{d} \leq 2,5 \div 2,8$. Относительная длина $\frac{l}{d}$ стержня ограничивается из-за возможности потери его устойчивости. При высадке гладким бойком предельная величина $\frac{l}{d}$ для прутка диаметром 10 мм из стали 35, например, составля-

2,7 При больших значениях $\frac{l}{d}$ высадку осуществляют пуансонами с конической полостью. В зависимости от необходимого числа ударов применяют одно-, двух-, трех- и четырехударные холодновысадочные автоматы.

Как и при выдавливании, при осадке большое значение имеет подготовка исходных материалов к штамповке.

Большой экономический эффект, получаемый при изготовлении крепежных деталей, а также различных изделий ступенчатой формы, утолщений и буртиков холодной высадкой, способствует широкому внедрению холодновысадочных автоматов на заводах нашей страны.

Выдавливание полостей (см рис. 50, е) применяют главным образом при изготовлении матриц пресс-форм и штампов, когда необходимо в массивной заготовке получить фасонную, точную и чистую полость.

Матрицы пресс-форм и штампов, полученные выдавливанием, по сравнению с матрицами, полученными резанием, оказываются более стойкими, а трудоемкость их изготовления уменьшается в несколько десятков раз.

Точность полостей, полученных выдавливанием, достигает 3—2-го классов, а поверхности — 9-го класса шероховатости. Выдавливание полостей осуществляют на мощных гидравлических прессах.

Калибровку применяют для получения точных размеров и высокой чистоты поверхностей штампованных деталей. Калибровка (см. рис. 50, з) — это обычно окончательная операция обработки давлением полуфабрикатов, предварительно полученных горячей или холодной объемной штамповкой, к которым предъявляют повышенные требования по точности размеров и чистоте поверхности. Например, калибруют в холодном состоянии горячештампованные шатуны автомобильных двигателей, различные штампованные рычаги, некоторые холоднштампованные детали автомобилей, приборов, часов и др.

Усилие калибровки P определяют по формуле

$$P = qF,$$

где q — давление, кгс/мм² [МПа] (берется из справочника); F — площадь калибруемой поверхности, мм² [м²].

Калибровку осуществляют в штампах на кривошипных, чеканочных и гидравлических прессах.

Рельефной чеканкой (см. рис. 50, д) получают на поверхности деформируемой детали точные выступы, углубления, надписи, рисунки и т. п. Ее применяют для изготовления мелких деталей (например, деталей часов), монет, орденов и т. п. Рельеф на поверхности детали получают за счет перераспределения материала под

действием больших усилий и заполнения рабочих полостей штампа. Усилие чеканки определяют по той же формуле, что и усилие калибровки. Давление q при чеканке латунных циферблатов и изделий из нержавеющей стали достигает 250—300 кгс/мм².

Осуществляют чеканку главным образом в закрытых штампах на чеканочных прессах.

Контрольные вопросы

1. Перечислите разделительные операции холодной объемной штамповки.
2. Изобразите схемы прямого и обратного выдавливания.
3. Назовите изделия, получаемые высадкой.

ГЛАВА VI ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ШТАМПОВ

Штампы для холодной штамповки классифицируют по группам операций, по принципу действия и по универсальности применения.

По группам операций различают разделительные штампы, формоизменяющие и сборочные.

Разделительные штампы предназначены для отделения материала по заданному контуру. Формоизменяющие штампы в свою очередь подразделяют на листовые формоизменяющие — для получения детали или заготовки без изменения толщины или сечения материала и объемные формоизменяющие, в которых получают детали с полным или местным перераспределением материала.

В сборочных штампах выполняются операции соединения частей изделия.

По принципу действия штампы подразделяются на простые (однопереходные) и комбинированные (многопереходные) (рис. 52, *а, б, в*). В простых штампах за один ход ползуна пресса осуществляется один переход штамповки, например вырубка или гибка, или вытяжка, а в комбинированных — одновременно несколько переходов, например вырубка и вытяжка.

Комбинированные штампы бывают совмещенного и последовательного действия. В совмещенных — несколько переходов штамповки выполняются в одной позиции штампа; в последовательных — каждый переход штамповки осуществляется в отдельной позиции штампа, а заготовка или лента после каждого хода ползуна пресса перемещается из предыдущей позиции в последующую. Кроме того, комбинированные штампы могут быть и последовательно совмещенного действия, выполняющие функции последовательных и совмещенных штампов.

Однопереходные штампы проще по конструкции и дешевле. Их чаще применяют в серийном и мелкосерийном производстве. Многопереходные сложнее и дороже, но более производительны. Их применяют главным образом в массовом и крупносерийном производстве.

При массовой штамповке на многопозиционных прессах-автоматах обычно пользуются простыми штампами, отдельными для каждой позиции штамповки.

По универсальности применения различают специальные и универсальные штампы. Первые предназначаются для изготовления деталей или полуфабрикатов одних наименований, форм и размеров, а во вторые можно устанавливать сменные или переналаживаемые детали, что позволяет изготавливать различные детали.

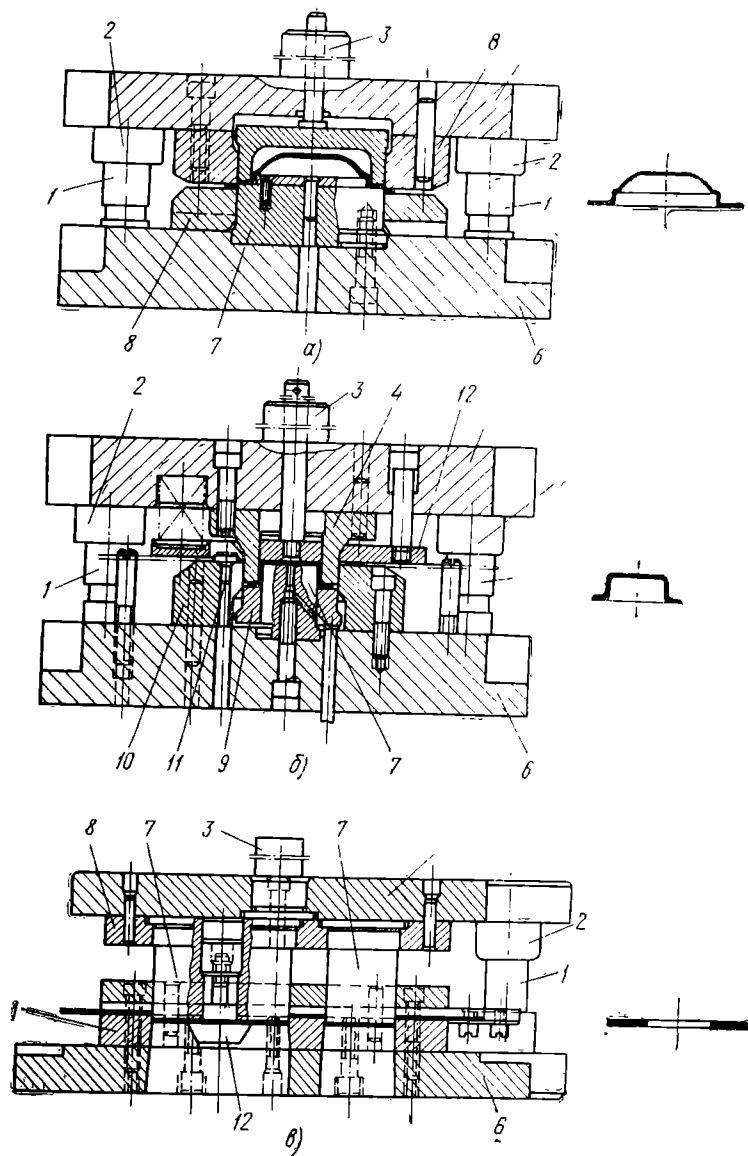


Рис. 52. Штампы:

a — простой для обрезки чашки, *б* — совмещенный для вырубki диска и вытяжки колпачка, *в* — последовательный для вырубki шайбы и пробивки в ней отверстия; *1* — направляющие колонки, *2* — направляющие втулки, *3* — хвостовик, *4, 10* — матрицы, *5* — верхняя плита, *6* — нижняя плита, *7* — пуансон, *8* — пуансоподдержатель, *9* — прижим, *11* — упор, *12* — съемник

По конструктивным признакам штампы могут быть без направляющих или с направляющими устройствами, обеспечивающими повышенную точность совмещения верхней и нижней половин штампа при штамповке.

Направляющими устройствами в штампах служат направляющие колонки (рис. 53, *д*), направляющие плиты (рис. 53, *г*), направляющий плунжер.

Штампы со свободным доступом в зону совмещения пуансона и матрицы называют открытыми (рис. 53, *а*), если эта зона закрыта, — закрытыми (рис. 53, *б—е*). Те и другие могут быть без направляющих или с направляющими. Закрытые штампы исключают попадание рук рабочего между пуансоном и матрицей. Поэтому они более безопасны. При работе на открытых штампах для предупреждения травмирования рук рабочего применяют различные защитные устройства.

По конструкции съемника различают штампы с неподвижным съемником и с подвижным, который может быть жестким с тягами или пружинным.

По эксплуатационным признакам штампы подразделяют по способам подачи материала или заготовок и по способам удаления полуфабрикатов и отходов. То и другое можно осуществлять вручную или автоматически, применяя специальные устройства.

Устройство штампов должно соответствовать требованиям техники безопасности.

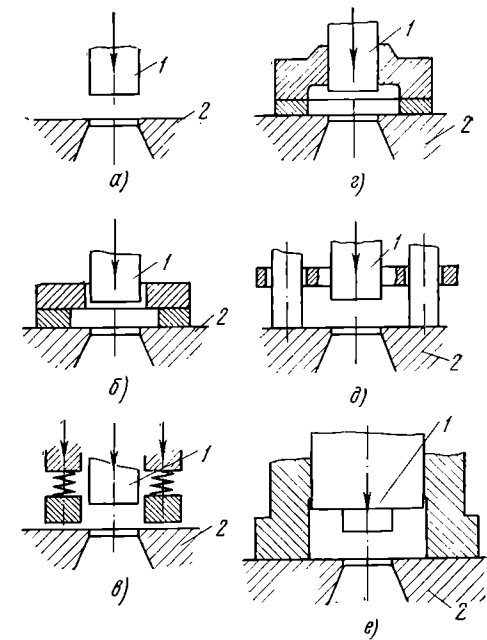


Рис. 53. Схемы устройства штампов:

a — открытый; закрытые: *б* — с неподвижным съемником, *в* — с подвижным съемником, *г* — с направляющей плитой, *д* — с направляющими колонками, *е* — с направляющим плунжером; *1* — пуансон, *2* — матрица

§ 2. ДЕТАЛИ ШТАМПОВ

По назначению детали штампов подразделяются на технологические и конструктивные. Первые непосредственно обеспечивают выполнение технологической операции и находятся во взаимодействии с обрабатываемым материалом. К ним относят пуансоны, матрицы, направляющие планки, прижимы (складкодержатели), выталкиватели и др. Вторые служат для соединения всех деталей

штампа в единую конструкцию и для крепления штампа на прессе. Это — плиты штампа, хвостовики, направляющие колонки, крепежные детали.

Штампы обычно состоят из блока — комплекта деталей конструктивного назначения (рис. 54, а, б) и нескольких узлов из деталей технологического назначения.

Блок состоит из верхней и нижней плит штампа, направляющих устройств (обычно колонки и втулки) и хвостовика.

Штампы изготовляют главным образом из стандартных и нормализованных деталей. Существуют нормали РТМ (руководящие технические материалы) и ГОСТы на плиты штампов, хвостовики, пуансоны, матрицы, державки пуансонов и матриц и на многие иные детали штампов.

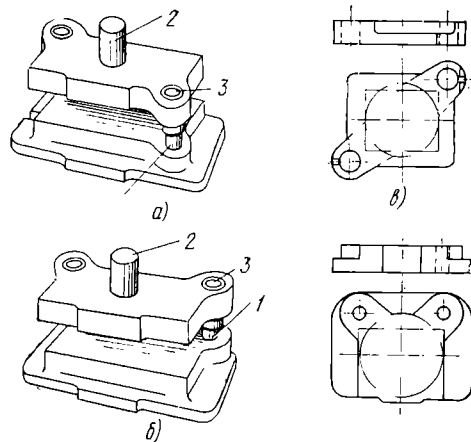


Рис. 54. Блоки (а, б) и плиты (в, г) малых и средних штампов:

1 — направляющие колонки, 2 — хвостовики, 3 — направляющие втулки

Направляющие колонки и втулки (рис. 55, е, ж) обеспечивают точное совмещение верхней половины штампа с нижней, а соответственно и точное совмещение пуансонов и матриц при штамповке. Применение направляющих колонок и втулок упрощает установку и наладку штампа на прессе. В блоке штампа может быть несколько комплектов направляющих колонок и втулок. Наиболее часто колонки запрессовывают в нижнюю плиту штампа, а втулки — в верхнюю. Иногда для удобства удаления полуфабриката из штампа колонки запрессовывают в верхнюю плиту, а втулки — в нижнюю. У некоторых штампов одна из колонок может быть запрессована в верхнюю плиту, а другая — в нижнюю.

Во втулках, а иногда и в колонках делают канавки для смазки. Нередко применяют втулки, оснащенные облойкой с шариками. Это позволяет сократить потери на трение, особенно при скоростной штамповке. Колонки и втулки обычно изготовляют из стали 20, цементируют на глубину 0,5—1,0 мм и затем закаливают и отпускают, обеспечивая твердость их поверхностей HRC 58—62. Такие колонки и втулки имеют вязкую середину и твердую поверхность,

кают, обеспечивая твердость их поверхностей HRC 58—62. Такие колонки и втулки имеют вязкую середину и твердую поверхность,

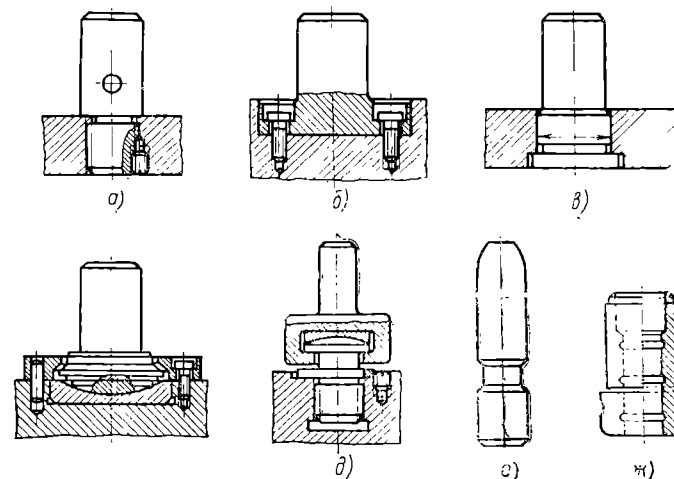


Рис. 55. Детали блока штампа:

виды хвостовиков: а — с резьбовым концом, б — с фланцем, в — запрессованный с буртиком, г — плавающий, д — плавающий для прецизионных штампов; е — направляющая колонка, ж — направляющая втулка

что обеспечивает высокую износостойкость их при необходимой прочности. Иногда применяют закаленные колонки из стали 45.

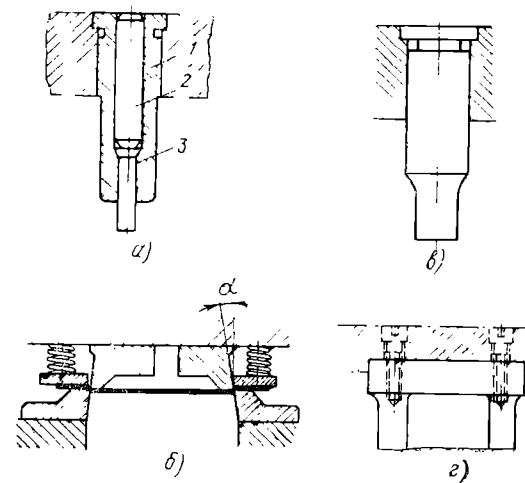


Рис. 56. Пуансоны:

а — для пробивки малых отверстий, б — составной в комплекте с составной матрицей, в — для пробивки средних отверстий, г — специальный вырубной; 1 — трубка (пуансонодержатель), 2 — штифт, 3 — пуансон

Пуансоны (рис. 56, *a—г*). В штампах для листовой штамповки применяют пуансоны различных назначений и конструкций. Геометрические формы их рабочей части выбирают в зависимости от назначения и форм штампуемой детали, а рабочие размеры определяют расчетом.

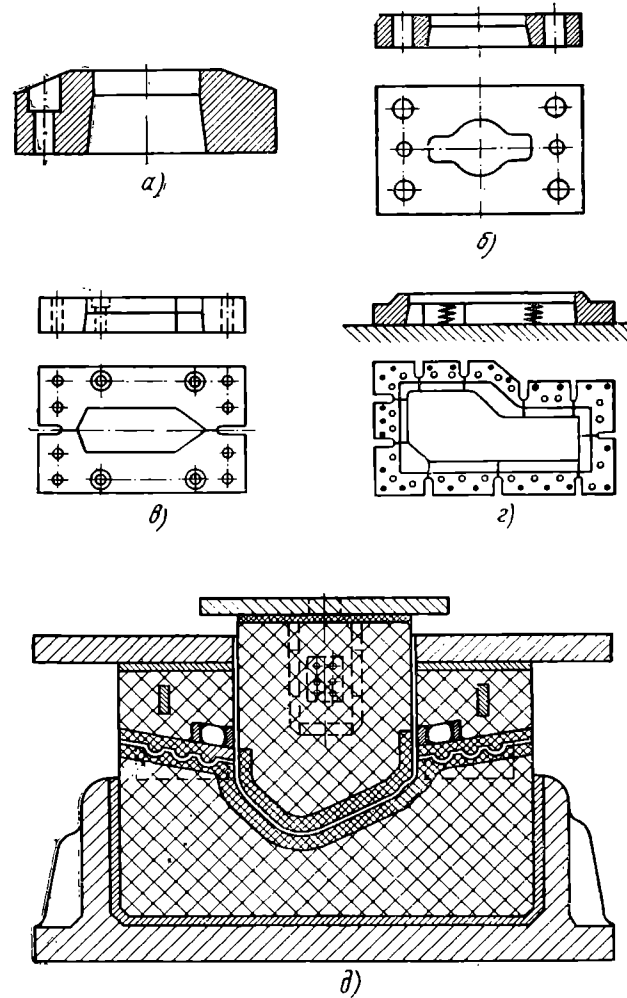


Рис. 57. Матрицы:

a — кольцевая, *б* — прямоугольная целая, *в* — прямоугольная составная, *г* — составная секционная, *д* — вытяжная из пластмассы (изображена в комплекте с пуансоном и прижимом)

Вырубные пуансоны больших размеров, например пуансоны для вырубке заготовок облицовочных деталей автомобиля, изготовляют литыми. Пуансоны средних размеров делают из стали У10А, Х12М, 6ХВФ и др. Твердость рабочих поверхностей пуансонов составляет

HRC 54—58. Марку стали и твердость рабочей поверхности пуансонов устанавливают в зависимости от их назначения.

Матрицы. Конструкции матриц зависят от вида технологической операции. При вырубке небольших круглых деталей или пробивке небольших отверстий применяют матрицы вида колец (рис. 57, *a*). При вырубке или пробивке фасонных отверстий применяют целые или составные (рис. 57, *б, в, г*) матрицы с фасонным отверстием. Отдельные части таких крупных фасонных составных пу-

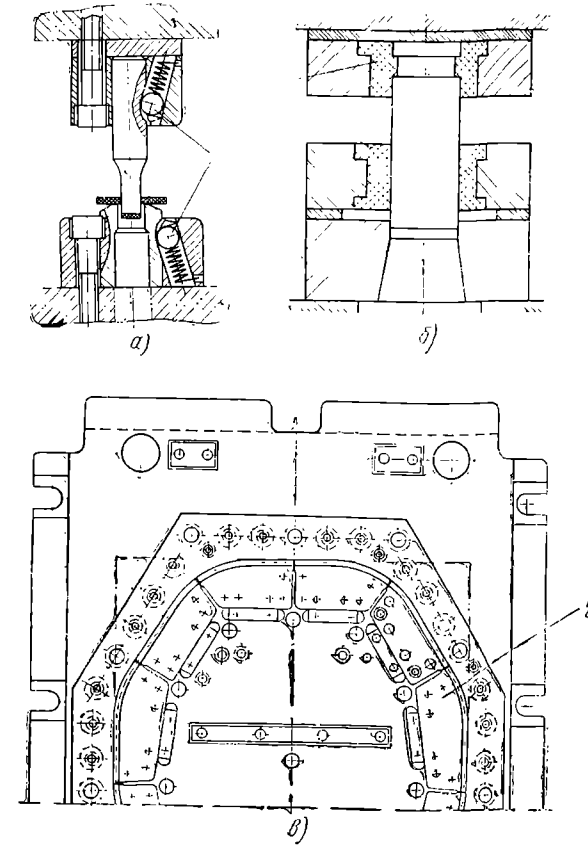


Рис. 58. Крепления пуансонов и матриц:

a — обеспечивающее быстроту пуансона и матрицы, *б* — с заливкой стирокрилом в пуансонодержателе и съемнике, *в* — крепление секционного пуансона, 1 — стирокрил, 2 — секции, 3 — шариковый замок

ансонов и матриц непосредственно прикрепляют к соответствующим деталям штампа. Части небольших составных матриц запрессовывают в общую обойму. Крупные вытяжные матрицы иногда изготовляют литыми.

Матрицы обычно изготовляют из тех же сталей, что и пуансоны. Части составных матриц для вырубке небольших деталей изго-

говляют из твердых сплавов. Твердость рабочей поверхности стальных матриц после термической обработки обычно составляет HRC 56—60. Для вытяжки крупных деталей иногда применяют матрицы и пуансоны, изготовленные из пластических масс на металлических каркасах (рис. 57, *д*). Такие штампы дешевле металлических, но менее стойки. В отдельных случаях при малой серийности штамповки вытяжку и формовку крупных и средних деталей производят, применяя пуансоны и матрицы, отлитые из легкоплавких сплавов.

Крепление пуансонов и матриц. Пуансоны и матрицы прикрепляют к верхней или нижней плите штампа с помощью пуансоно- и матрицедержателей (рис. 58, *а, б, в*, см. также рис. 52, *а, б*) или непосредственно (рис. 59). Небольшие пуансоны запрессовывают в пуансонодержатели. Пуансоно- и матрицедержатели привертываются к верхней плите винтами и фиксируются штифтами. Между пуансонодержателем и верхней плитой помещают стальную каленую прокладку — подкладную пластину. Она необходима для предохранения верхней плиты от вмятин, возникающих при работе штампа в результате надавливания головки пуансона.

Небольшие матрицы запрессовывают в державки, которые винтами и штифтами прикрепляют к соответствующей плите штампа. Крупные пуансоны и матрицы можно запрессовывать в специально

Рис. 59. Непосредственное крепление пуансона и матрицы к плитам блока

расточенные места в плитах штампа (см. рис. 52, *а*) или привертывать винтами к шлифованной поверхности плит и фиксировать штифтами (см. рис. 52, *б*). Если пуансон или матрица собраны из отдельных секций (см. рис. 57, *г*), то каждую секцию отдельно привертывают не менее чем двумя винтами и фиксируют не менее чем двумя штифтами.

Кроме того, для фиксации положения секций пуансонов и матриц применяют шпонки или врезают эти секции в плиты.

Быстросменные пуансоны и матрицы можно крепить в державке, оснащенной шариковым замком (см. рис. 58, *а*), гайкой с внутренней конической поверхностью и т. д. Для крепления колонок и втулок в плитах штампов, а пуансонов и матриц в державках иногда применяют заливку их легкоплавкими металлами, а иногда и быстротвердеющими пластическими массами (см. рис. 58, *б*).

Фиксирующие детали штампов — это упоры, ловители, трафареты, фиксаторы, направляющие планки и боковые прижимы и др. (рис. 60, *а—в*). Упоры служат для точной ориентировки подаваемого в штамп листа, полосы или заготовки. Подаваемый лист или заготовка упирается в упор и устанавливается строго определенно — в направлении подачи относительно пуансона и матрицы. Упоры применяют при штамповке с ручной подачей. Они могут быть подвижными и неподвижными.

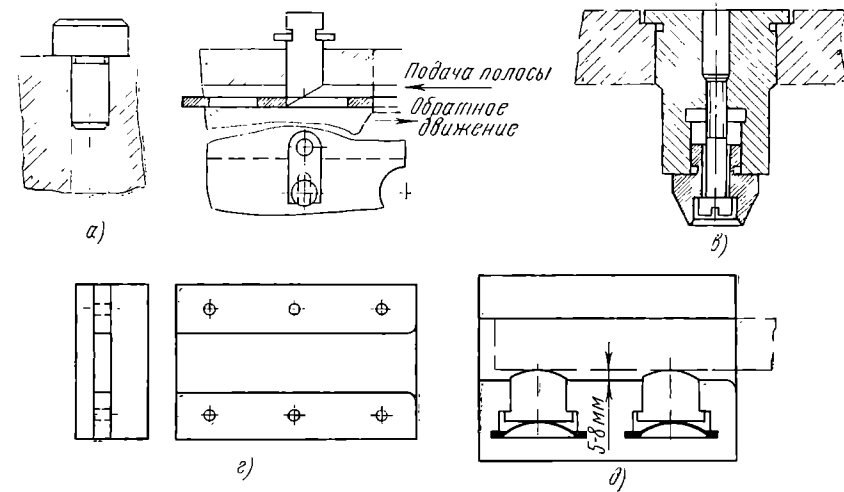
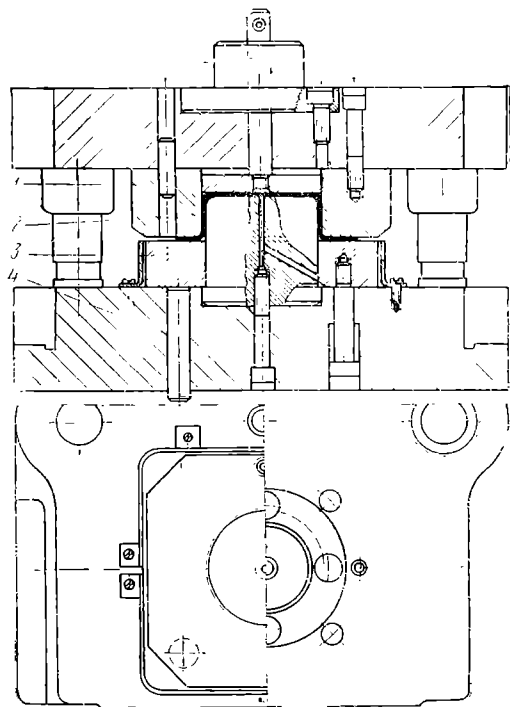


Рис. 60. Фиксирующие детали штампа:

а — неподвижный упор с круглой головкой, *б* — подвижный пружинный упор возвратного действия, *в* — вставной ловитель, *г* — направляющие планки, *д* — боковой колодочный прижим

Ловители применяют в последовательных штампах для устранения погрешности подачи полосы или ленты. Ловитель устанавливают во второй или одной из последующих позиций штамповки. Входя в ранее пробитое отверстие, он точно фиксирует положение полосы или заготовки в штампе. Фиксаторы и трафареты устанавливают на поверхности матрицы, применяют для точной ориентировки штучных заготовок относительно пуансона и матрицы в двух направлениях. Направляющие планки и боковые прижимы ориентируют полосу или ленту в штампе только в поперечном направлении (рис. 60, *г, д*).

Прижимающие и удаляющие детали штампов — это прижимы, съемники, выталкиватели. Прижимы (складкодерж-

тели) предупреждают образование складок при вытяжке, кроме этого, их применяют и для предупреждения искривления плоских деталей при вырубке или пробивке. Одновременно они могут служить и съемниками.

При вырубке или пробивке металл, упруго деформируясь, плотно охватывает пуансон. Для того чтобы снять металл с пуансона, применяют неподвижные или подвижные съемники. Если при вырубке, пробивке, вытяжке деталь или отход не удается удалить, проталкивая в отверстие матрицы, его удаляют обратным выталкиванием, применяя выталкиватели. Выталкиватели бывают механические (жесткие и пружинные), гидравлические, пневматические.

Различные виды фиксирующих, прижимающих и удаляющих деталей штампов рассматриваются ниже при описании конструкций штампов.

§ 3. ШТАМПЫ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Штампы для разделительных операций — выруб- ки, отрезки, пробивки, обрезки, зачистки — бывают простыми, комбинированными, открытыми, закрытыми и т. д.

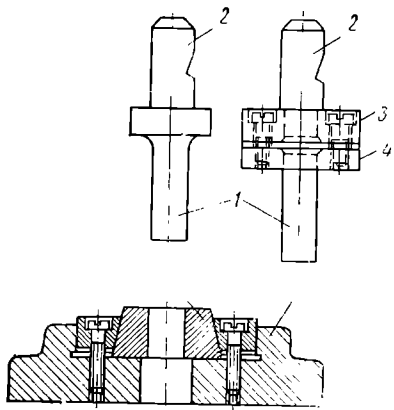


Рис. 61. Упрощенный открытый вырубной штамп

Открытый вырубной штамп (рис. 61) имеет пуансон 1 с хвостовиком 2 и матрицу 6, укрепляемую на нижней плите 5. Пуансон можно изготовить отдельно от хвостовика. В этом случае пуансон запрессовывают в пуансонодержатель 4, а хвостовик 2 укрепляют в верхней плите 3. Пуансонодержатель 4 с верхней плитой 3 соединяют винтами и штифтами. Такая конструкция штампа позволяет, заменяя пуансон и матрицу, вырубать детали разных размеров.

У закрытого вырубного штампа (рис. 62) рабочая зона закрыта неподвижным съемником 10, под который подают по-

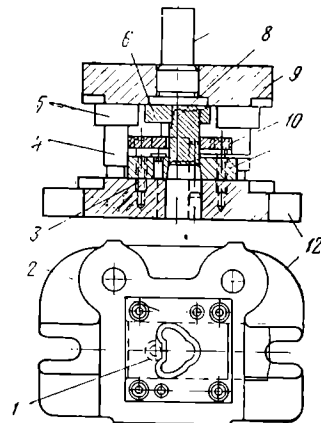


Рис. 62. Упрощенный закрытый вырубной штамп

лосу для вырубки заготовок. Съемник 10 прикрепляют к нижней плите штампа винтами 3. Матрицу 11 прикрепляют винтами и штифтами к нижней плите 12. Верхняя часть штампа ориентируется относительно нижней направляющими колонками 4 и втулками 5. Полоса ориентируется в поперечном направлении направляющими планками 2, а в продольном — фиксируется неподвижным упором 1

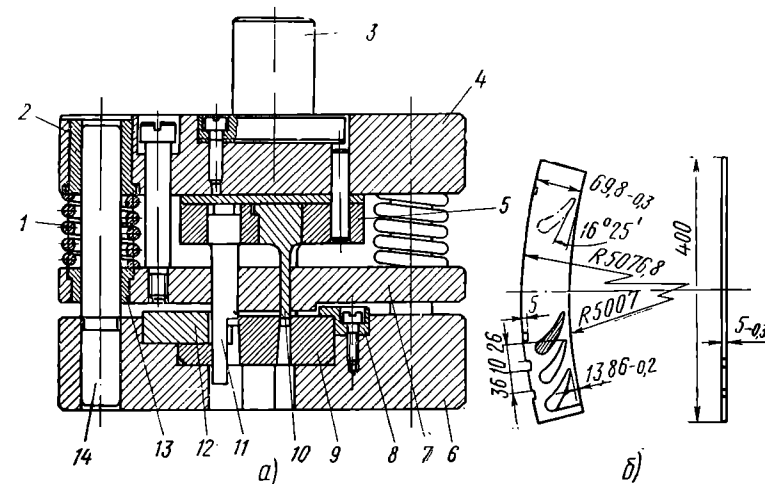


Рис. 63. Штамп для пробивки фигурных отверстий и боковых пазов (а) и эскиз детали (б)

Штамп работает так. Полосу вводят между направляющими планками 2 под съемник 10 и подают до неподвижного упора 1. Пуансон 8, находящийся в пуансонодержателе 6, опускаясь, вырубает заготовку. При обратном движении вверх он приподнимает плотно охватывающую его полосу (отход) до тех пор, пока ее не задержит съемник 10 и не снимет с пуансона. После этого полосу приподнимают и подают дальше вдоль до неподвижного упора 1, который фиксирует положение полосы. Так полоса фиксируется в новом положении. Перемещение ее равно шагу штамповки. Штамп имеет хвостовик 7, укрепленный в верхней плите 9.

У закрытого штампа (рис. 63, а) для пробивки фигурных отверстий и боковых пазов в бандажных лентах верхняя плита 4 с фланцевым хвостовиком 3 ориентируется относительно нижней плиты 6 направляющими колонками 14 и втулками 2. Пуансоны — фасонный 10 и боковой 11 — укреплены в пуансонодержателе 5, прикрепленном к верхней плите винтами и штифтами. Пробивная матрица 9 врезана в нижнюю плиту 6 и удерживается в ней винтами и штифтами. Заготовка детали (рис. 63, б) вводится в штамп между направляющими планками 8 и 12. Шаг заготовок ограничен специальным фиксатором.

Направляющая плита 7 прижимает материал к матрице во время штамповки, что повышает качество пробивки. Кроме того, пли-

та 7 служит съемником и позволяет дополнительно направлять движение пуансонов во время рабочего хода. Пуансоны вводятся в отверстия плиты 7 с зазорами, обеспечивающими скользящую посадку 2-го класса точности.

Сама плита направляется колонками 14 и дополнительными втулками 13. Направляющая плита прижимается к заготовке пружинами 1, надетыми на направляющие колонки 14 и упирающимися в верхнюю плиту 4.

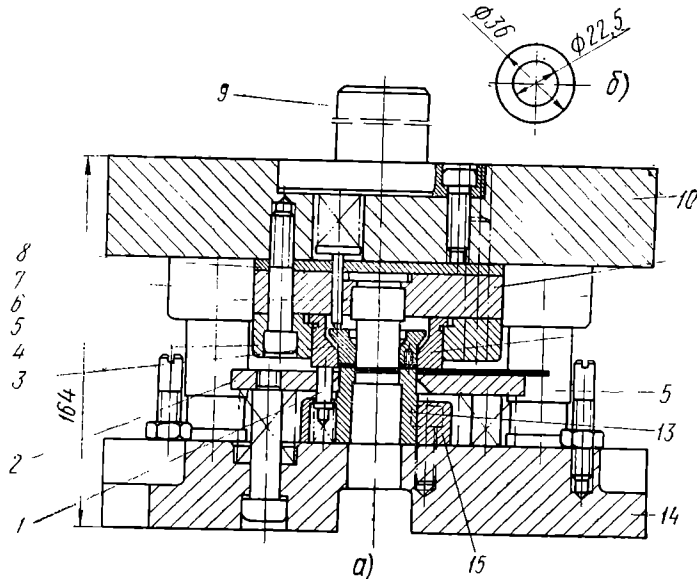


Рис. 64. Комбинированный штамп для совмещенных пробивки отверстия и вырубки (а) шайбы из стали 08 т. толщиной 0,5 мм (б)

Комбинированный открытый штамп для совмещенных пробивки отверстия и вырубки стальной шайбы (рис. 64, а, б) имеет блок, состоящий из верхней 10 и нижней 14 плит, взаимно связанных направляющими колонками 5 и направляющими втулками 7. Хвостовик 9 входит фланцем в расточку верхней плиты 10 и прикрепляется к этой плите винтами. Штамп оснащен пробивным пуансоном 6, пуансоном-матрицей 12 и вырубной матрицей 13. Пуансон 6 пробивает отверстие в шайбе, проталкивая при этом отход на провал через отверстие в пуансономатрице 13. Одновременно пуансон-матрица 13 вырубает шайбу по ее внешнему контуру.

Вырубленная шайба удаляется из матрицы 12 и одновременно снимается с пуансона 6 пружинным выталкивателем 3. Полоса снимается с пуансономатрицы 13 пружинным съемником 2.

Подача полосы после каждого рабочего хода ограничивается пружинным упором 1. Пуансон-матрица 13 прикрепляется к нижней

плите матрицедержателем 15. Пуансон 6 запрессован в пуансонодержатель 11. Этот пуансонодержатель и верхний матрицедержатель 4 прикреплены к верхней плите винтами и фиксированы штифтами. Под пуансонодержателем установлена подкладная пластина 8.

Обрезные штампы предназначены для отсечения отходов по внешнему контуру штампуемых деталей после формоизменяющих операций.

По конструкции они аналогичны вырубным и могут быть простыми или совмещенными.

Зачистку выполняют в зачистных штампах. Они могут иметь одну или несколько матриц, последовательно расположенных одна под другой. Примером может служить зачистной штамп (рис. 65, а), предназначенный для зачистки детали последовательно в двух матрицах за один ход ползуна.

Зачищаемую деталь устанавливают в гнездо направляющей рамки (трафарета) 2. Зачистной пуансон 1 проталкивает деталь через зачистные матрицы 3 и 4. Штамп имеет направляющие колонки и втулки. Пуансон и комплект матриц, установленные в расточках верхней и нижней плит, прикрепляют к плитам винтами и фиксируют штифтами.

Этот штамп имеет хвостовик со сферической головкой (рис. 65, б), свободно соединяемой с державкой, установленной в отверстие ползуна пресса. Такое соединение позволяет устранить влияние возможных перекосов ползуна на направляющий блок штампа, что обеспечивает высокую точность работы штампа.

Комбинированный штамп для отрезки прямоугольных заготовок от полосы и пробивки в них отверстий показан на рис. 66. Полосу подают до упора 1, пробивают в ней два отверстия пуансонами 6 и отрезают заготовку пуансоном-ножом 3, прикрепленным винтами к пуансонодержателю 2. Второй неподвижный нижний нож 4 прикреплен к матрицедержателю 5. Штамп имеет направляющие колонки и втулки, а также хвостовик с фланцем.

Штампы для формоизменяющих операций подразделяются на гибочные, вытяжные, протяжные, отбортовочные,

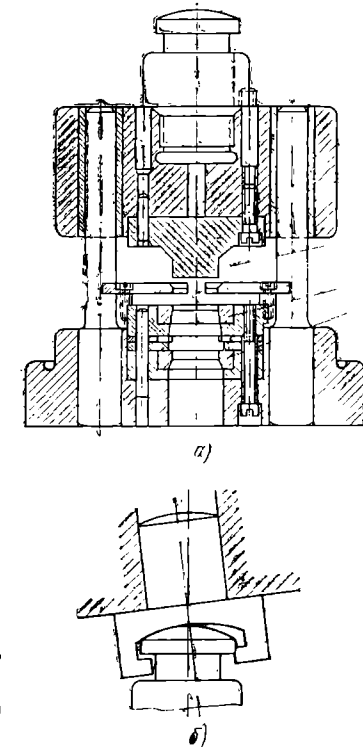


Рис. 65. Зачистной штамп (а) и схема устройства плавающего хвостовика (б)

штампы для правки, формовки, калибровки и др. Они могут быть открытыми или закрытыми, простыми или комбинированными (последовательными и совмещенными). Комбинированные объединяют различные формоизменяющие операции или формоизменяющие и разделительные.

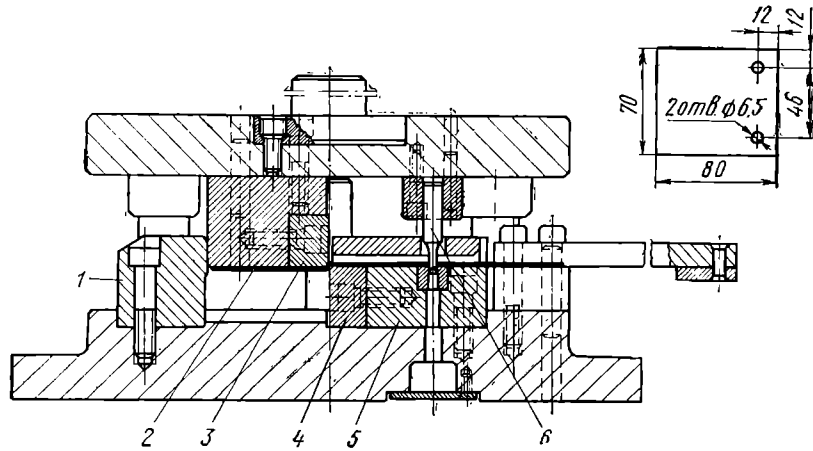


Рис. 66. Комбинированный штамп для пробивки отверстия и резки полосы (сталь 08, толщина 2,5 мм)

У простейшего гибочного штампа (рис. 67) пуансон 4 прикреплен непосредственно к хвостовику 5, а матрица 2 — к нижней плите 1. Заготовку кладут на матрицу между упорными планками 3.

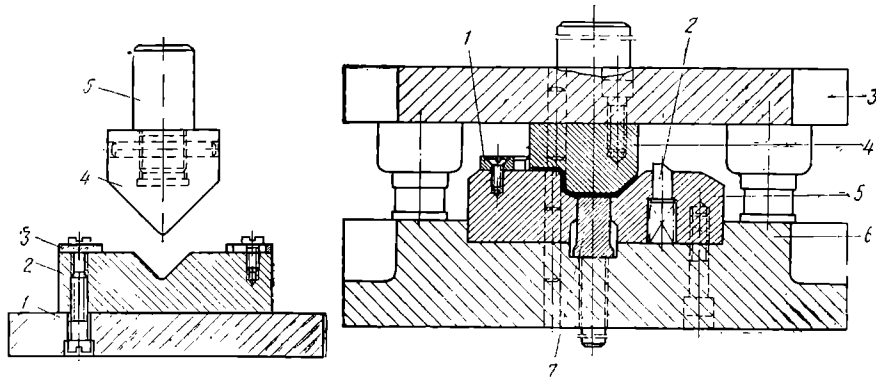


Рис. 67. Простейший гибочный штамп

Рис. 68. Открытый гибочный штамп с направляющими колонками

У гибочного штампа с направляющими колонками (рис. 68) пуансон 4 прикрепляют к верхней плите 3, а гибочную матрицу 5 устанавливают в специальной полости нижней плиты 6. Матрицу и пуансон прикрепляют к плитам винтами и фиксиру-

ют штифтами. Заготовку подают до неподвижного упора 1 и удерживают от смещения пружинным упором 2. После гибки изогнутую деталь удаляют из штампа выталкивателем 7.

Для гибки сложных деталей применяют сложные гибочные штампы: с качающимися скобами или колодками, подвижными клиньями, вращающимися валиками и т. д. Такие штампы дороже, но позволяют сократить число гибочных операций, необходимых для изготовления сложных деталей. Их целесообразно применять при достаточно большой программе выпуска, когда изготовление сложных штампов экономически выгодно.

В сложном гибочном штампе (рис. 69) гнут Т-образную скобу из П-образной заготовки. На нижней плите 1 этого штампа установлен сложный матрицедержатель 2, к которому винтами прикреплены упорные планки 7 и вкладыш 3, на который опирается изгибаемая заготовка. При движении верхней части штампа 4 вниз по упорным планкам 7 скользят колодки 6, качающиеся на осях 5. К колодкам прикреплены планки-пуансоны 9, осуществляющие гибку.

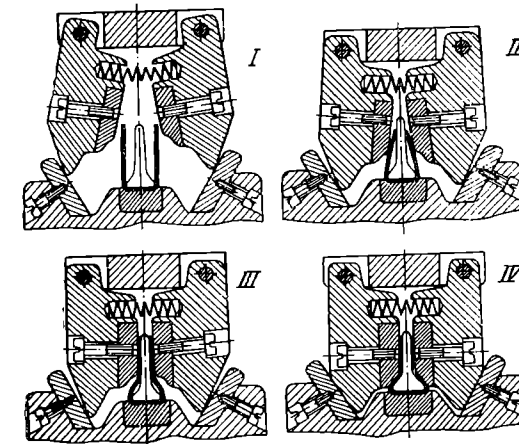
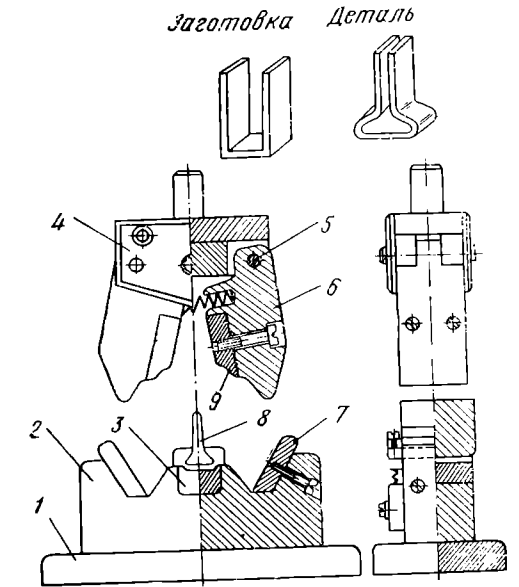


Рис. 69. Сложный штамп для гибки Т-образной скобы и переходы гибки (I—IV)

Заготовку надевают на Т-образный кронштейн 8 и обжимают на нем, как на сердечнике. После штамповки деталь удаляют, сдвигая по этому кронштейну. Последовательность действия штампа обозначена римскими цифрами I, II, III, IV.

В сложном штампе для изготовления хомутика (рис. 70) плоскую заготовку изгибают стержневым пуансоном 1 и ползушками 2, перемещающимися навстречу друг другу при движении вниз верхней половины штампа. Перемещение ползушек происходит благодаря скольжению их опорных поверхностей по наклонным поверхностям клиньев 3. Хомутик снимается со стержневого пуансона после того, как ползушки разойдутся.

В штампе для гибки кольца (рис. 71) плоскую заготовку обжимают поворотными кулачками 1 вокруг стержневого пуансона 2.

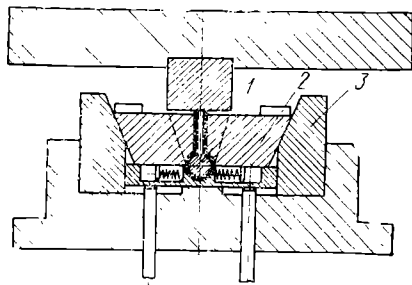


Рис. 70. Штамп для гибки хомутика

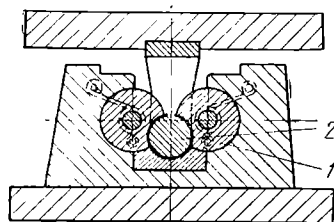


Рис. 71. Штамп для гибки кольца

В вытяжных штампах изготавливают полые детали типа цилиндрических колпачков, прямоугольных коробок, фасонных полых деталей и др. Штампы для начальной (первой) вытяжки предназначены для деформирования плоских заготовок, а штампы для второй и последующих операций вытяжки — для обработки предварительно вытянутых заготовок-полуфабрикатов.

В зависимости от относительной толщины заготовки или полуфабриката вытяжные штампы подразделяются на штампы с прижимом и без него.

Пуансон 5 простого штампа для вытяжки без прижима (рис. 72) прикрепляется к хвостовику 3

кольцевым пуансонодержателем 4. Матрица 6 имеет фиксатор 2, необходимый для ориентирования заготовки. Матрица прикрепляется к нижней плите 1, устанавливаемой на стол прессы. В пуансоне и хвостовике сделаны сквозные отверстия для выхода воздуха и облегчения съема вытянутого полуфабриката на провал. Для съема его с пуансона под матрицей устанавливают три пружинных сбрасывателя 7. Они снимают деталь с пуансона при движении ползуна вверх.

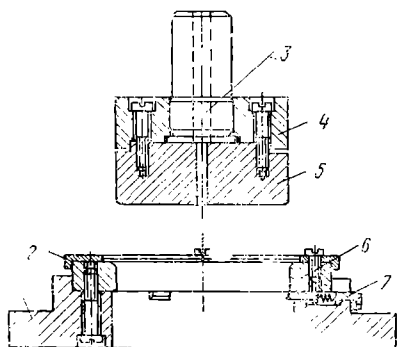


Рис. Простейший вытяжной штамп

Вытяжной штамп с направляющими колонками и прижимом для вытяжки вверх цилиндрического колпачка с фланцем (см. рис. 59) имеет пуансон 2, установленный в расточке нижней плиты и прикрепленный центральным винтом. В пуансоне сделаны отверстия для прохода воздуха под деталь при ее снятии. Матрицу 1 прикрепляют к верхней плите винтами и ориентируют штифтами. Кольцевой прижим 3 перемещается стержнями 4, передвигающимися под действием пневматического выталкивателя (подушки) прессы. Зона движения прижима ограждена кожухом 5.

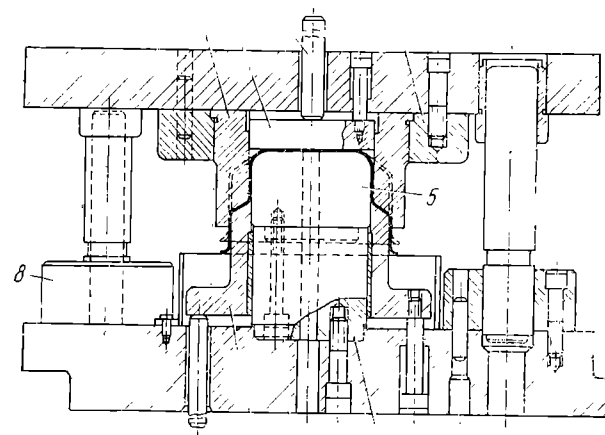


Рис. 73. Штамп для второй вытяжки:

1 — матрица, 2 — выталкиватель, 3 — шпилька выталкивателя, 4 — матрицедержатель, 5 — пуансон, 6 — державка пуансона, 7 — прижим, 8 — колонка-ограничитель закрытой высоты штампа

Вытянутый колпачок удаляется из матрицы верхним выталкивателем 6, приводимым в действие поперечной планкой ползуна прессы. В этом штампе плоскую круглую заготовку укладывают на прижим 3 и ориентируют на нем по установочным штифтам. Прижим при этом находится в верхнем положении и его верхняя плоскость расположена несколько выше торца пуансона.

При движении верхней половины штампа вниз матрица прижимает заготовку к прижиму и затем, надвигаясь на пуансон, осуществляет вытяжку. Одновременно при этом перемещается вниз и прижим.

Комбинированный совмещенный штамп (см. рис. 52, б) предназначен для вырубki диска и вытяжки из него колпачка с фланцем. В отличие от вытяжного штампа (см. рис. 59) он вместо матрицы имеет пуансон-матрицу 4, которая по внутреннему контуру служит матрицей для вытяжки, а по наружному — пуансоном для вырубki диска. Матрица 10 для вырубki диска установлена в расточке нижней плиты. На зеркале

матрицы установлен упор 11, до которого подается полоса. Удаление отхода с пуансона-матрицы осуществляется пружинным съемником 12.

Описанные вытяжные штампы предназначены для штамповки на прессах простого действия. На первом из них (см. рис. 72) вытяжка осуществляется вниз, на двух других (см. рис. 52, б и 59) — вверх.

Если вытяжка осуществляется в несколько переходов, то полуфабрикат, полученный при предыдущей вытяжке, служит заготовкой при последующей. Например, в штампе для второй вытяжки шкива вентилятора (рис. 73) в качестве заготовки используется цилиндрический колпачок, вытянутый ранее (на рисунке показан штриховой линией). Вытяжка в этом штампе осуществляется вверх.

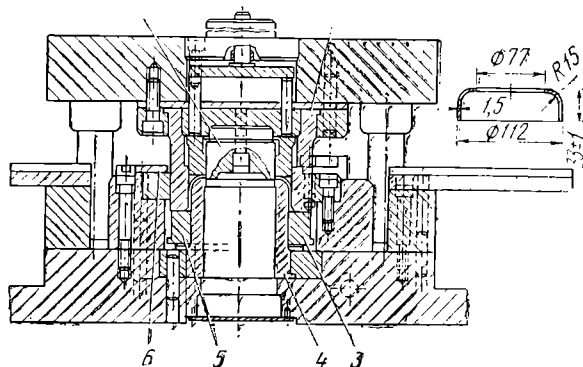


Рис. 74. Комбинированный штамп совмещенного действия для вырезки, вытяжки и пробивки отверстия:
4 — пуансоны, 2 — пуансон-матрица, 3, 5 — прижим, упор

Нередко вытяжка, вырубка и пробивка осуществляются в одном штампе. Примером может служить штамп (рис. 74) для изготовления дна огнетушителя. В этом штампе осуществляются вырубка, вытяжка и пробивка. Дно изготавливается из полосовой стали 08 толщиной 1,5 мм. Полоса подается в штамп до упора 6. Затем пуансон-матрица 2 вырубает из нее заготовку, которая зажимается между плоскостями этого пуансона-матрицы и прижима 3. После этого осуществляется вытяжка пуансоном 4, входящим в пуансон-матрицу 2. Отверстие в центре дна пробивает пуансон 1. Отштампованная деталь снимается прижимом 3.

Пуансоны и матрицы штампов для вытяжки крупных деталей, например облицовочных деталей автомобиля, изготавливают литыми. Пуансон 1 (рис. 75) такого штампа, устанавливаемого на пресс двойного действия, прикрепляют или непосредственно к внутреннему ползуну или с применением специальной плиты. Прижим 2 прикрепляют к внешнему ползуну пресса, а матрицу 4 с сопутствующими ей деталями устанавливают на столе пресса.

На поверхности смыкания прижима с матрицей у таких штампов могут быть установлены перегажные ребра (пороги) 3. В зависимости от характера вытяжки и последующей обрезки эти ребра прикрепляют к прижиму или к матрице. Они предназначены для торможения движения материала во время вытяжки, что позволяет управлять процессом течения металла и обеспечивает благоприятные условия вытяжки.

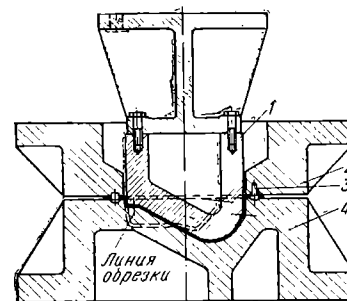


Рис. 75. Вытяжной штамп двойного действия

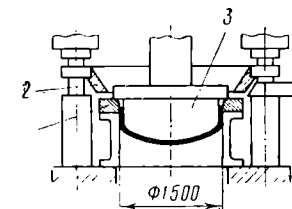


Рис. 76. Штамп для вытяжки крупных деталей типа днищ

Крупные детали типа днищ из толстого листового металла обычно изготавливают вытяжкой в горячем состоянии на гидравлических прессах в штампах специальной конструкции (рис. 76). Такой штамп имеет кольцевую, часто сборную, матрицу 1, прижим 2 и массивный пуансон 3.

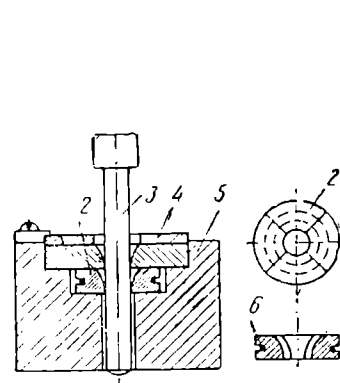


Рис. 77. Штамп для вытяжки с утонением

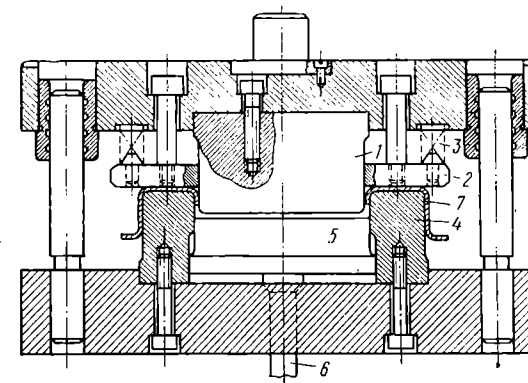


Рис. 78. Штамп для отбортовки

В мелкосерийном производстве вытяжку средних и крупных деталей из толстого или тонкого листового металла можно выполнять под действием мощных мгновенных энергетических импульсов, создаваемых взрывом взрывчатых веществ, электрическим разрядом

в жидкости и т. п. В таких случаях штамп состоит только из матрицы и прижима.

Штамп для вытяжки с утонением (протяжки) (рис. 77) имеет удлиненный пуансон 3 и цельную кольцевую матрицу 1, врезанную в нижнюю плиту 5. На матрице ставят фиксатор 4, в отверстие которого укладывают полузаготовку. Протяжка осуществляется на провал, поэтому съемник 2 устанавливается под матрицей. Он состоит из четырех секторов, стянутых стальной пружиной 6. Заготовка, протягиваемая через матрицу, раздвигает секторы съемника, разжимая при этом пружину, и свободно проходит вниз. Протягиваемый полуфабрикат, выходя за пределы съемника, позволяет его секторам под действием пружины вновь подойти к пуансону и плотно его охватить. При обратном ходе ползуна полуфабрикат упирается в заостренные края секторов съемника и снимается с пуансона. Блок штампа с направляющим устройством на рисунке не изображен.

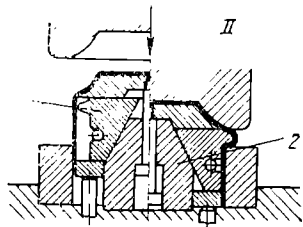


Рис. 79. Формовочный штамп: положение: 1 — до формовки, 2 — после формовки

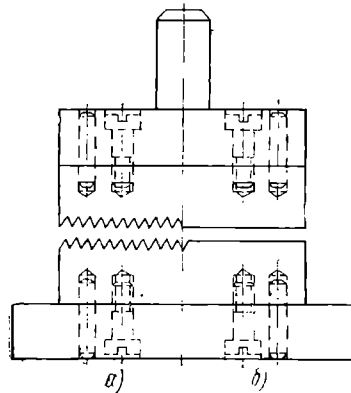


Рис. 80. Штамп для правки: а) точечными плитами, б) гладкими плитами

Отбортовочные штампы для образования борта по внешнему контуру или у пробитого отверстия обычно изготавливают с направляющими колонками и втулками. На рис. 78 изображен отбортовочный штамп, в котором изделие 7 прижимается к матрице 4 прижимом 2 под действием пружин 3. Отбортовка осуществляется пуансоном 1. Изделия выталкиваются выталкивателем 5, на который надавливает толкатель 6.

Штампы для формовки могут быть механическими, с эластичным деформирующим элементом, например с резиновым пуансоном, и гидравлическими. В условиях мелкосерийного производства формовку можно осуществлять в специальных устройствах под действием мощных мгновенных энергетических импульсов.

При механической формовке в штампах деформирование заготовки может, например, осуществляться путем перемещения пуан-

сонов-кулачков 1 (рис. 79), разжимаемых конусом 2 или клиньями. При формовке резиной местное растяжение материала получается под давлением эластичного резинового кольца или пуансона. При формовке жидкостью металл деформируется под давлением жидкости.

Штампы для плоской правки-рихтовки (рис. 80) имеют две массивные плиты, одна из которых (подвижная) прикрепляется к верхней части штампа, а вторая (неподвижная) — к нижней. Плиты могут быть гладкими или рифлеными с точечной или вафельной поверхностью. Плиты с гладкой поверхностью (рис. 80, б) применяются главным образом для правки полуфабрикатов, которые должны иметь чистые поверхности. Плиты с точечной поверхностью (рис. 80, а) располагают относительно друг друга так, чтобы впадины на одной плите соответствовали выступам на другой. Точечные или вафельные плиты обеспечивают хорошую правку, но на поверхностях полуфабрикатов оставляют соответствующий отпечаток. Иногда правку совмещают с местной формовкой, частичной гибкой и другими операциями.

Упрощенные и универсальные штампы. Изготовление сложных штампов требует значительных затрат. Поэтому применение их в условиях мелкосерийного производства экономически нецелесообразно. В таких случаях используют: упрощенные, универсальные и универсально-сборные штампы (УСШ).

К упрощенным относят листовые, пластинчатые штампы, штампы с резиновыми деформирующими элементами и некоторые другие.

Если необходимо вырубить только несколько листовых полуфабрикатов, можно воспользоваться пуансоном-пластиной, изготовленным из листовой инструментальной стали. Вырубка осуществляется так. К столу и ползуну пресса прикрепляют закаленные стальные плиты.

На нижнюю плиту кладут подкладку из мягкого металла (например, алюминия). На нее укладывают полосовую заготовку и сверху ставят пуансон-пластину, которая при надавливании плитой, прикрепленной к ползуну, вырубает полуфабрикат и вдавливает его в мягкий металл подкладки.

После подъема ползуна полосу-заготовку снимают и несколько выгибают. Пуансон при этом вываливается. Затем подкладку сменяют и производят следующую вырубку. Для удаления вырубленного полуфабриката из подкладки последнюю переворачивают и слегка изгибают. Таким способом вырубляют полуфабрикаты из стали толщиной до 1,5—2 мм.

Одной из разновидностей листового штампа с пластинчатым пуансоном является пинцетный штамп (рис. 81). Пуансон 1 и матрицу 2

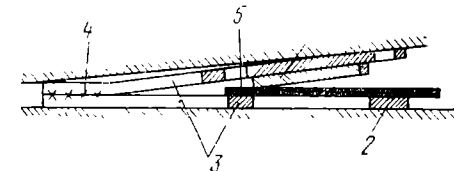


Рис. 81. Пинцетный штамп

такого штампа, изготовленные из инструментальной стали, приваривают к пластинчатым державкам 3, свариваемым с одного конца 4.

Толщину пуансона принимают на 0,3—0,5 мм больше толщины вырубаемого металла, а толщину матрицы — не менее чем на 0,3—0,5 мм больше толщины пуансона. При штамповке на таком штампе, как при использовании пуансона-пластины, на стол и к ползуну пресса прикрепляют плиты. Штамп ставят на нижнюю плиту и между пуансоном и матрицей вводят полосу-заготовку 5. Такие штампы применяют для вырубки, пробивки, для небольшой отбортовки и некоторых других операций.

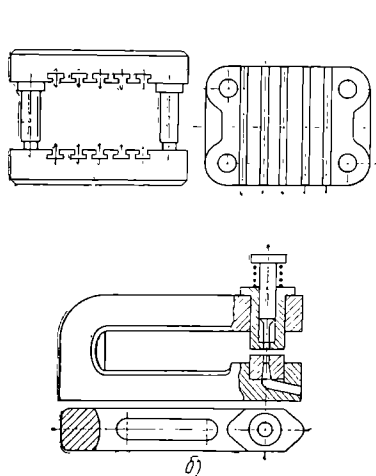


Рис. 82. Блок (а) и сменный комплект (б) (показан в б шем масштабе)

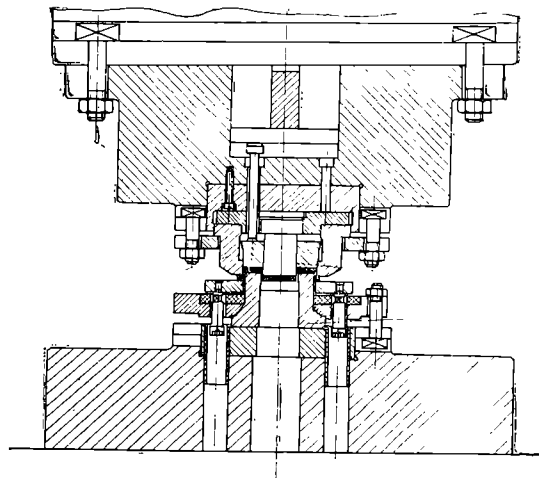


Рис. 83. Устройство штампа со сменными формирующими узлами

Универсальные штампы подразделяют на штампы с универсальным блоком (рис. 82, а, б) и штампы с быстросменными деформирующими узлами-пакетами (рис. 83). Первые предназначены главным образом для одновременной пробивки многих отверстий в крупногабаритных плоских листовых деталях. Блок этих штампов состоит из двух плит, связанных четырьмя направляющими колонками и втулками. Плиты могут иметь Т-образные пазы для крепления многих сменных комплектов, состоящих из пуансонодержателя с пуансоном, матрицедержателя с матрицей и съемника. Такие комплекты устанавливают в блок штампа. Их можно легко открывать, перемещать, закреплять в различных местах блока в зависимости от расположения отверстий в штампуемой детали.

Применяют универсальные блоки с электромагнитными плитами. В них сменные рабочие комплекты удерживаются притяжением электромагнитов. Это позволяет значительно ускорить переналадку штампов.

Пользуясь штампами с универсальным блоком, можно штамповать различные листовые детали по элементам. В этом случае у де-

талей сперва штампуются, например, прямые участки, затем закругления в углах, пробиваются отверстия, далее изгибаются отдельные элементы и т. д. Для осуществления такой штамповки необходимо иметь набор различных сменных комплектов и сменных деталей штампов, каждая из которых предназначена для штамповки того или иного геометрического элемента детали.

Штамп с быстросменными деформирующими деталями или пакетами главным образом предназначен для однопозиционной штамповки и выполнения аналогичных штамповочных операций с изменением размеров штампуемых деталей в относительно небольшом диапазоне. Такие штампы имеют блок с направляющими колонками, постоянные пуансоно- и матрицедержатели, выталкивающие устройства, устройства для ориентировки заготовок. Сменяются в них обычно пуансоны, матрицы и некоторые детали крепления или пакеты в целом.

Один из таких штампов, применяемый для вырубки и пробивки шайбы из стальной полосы толщиной 12 мм (см. рис. 83), оснащается сменными: пробивным пуансоном 1, пуансоном-матрицей 2 для вырубки наружного контура и пробивки отверстия и вырубной матрицей 3. Остальные его детали постоянные.

§ 4. ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Штампы для холодной объемной штамповки обычно имеют блок с направляющими колонками, в котором установлены деформирующие, направляющие, вспомогательные и другие детали. Блоки штампов для объемной штамповки имеют массивные верхние и нижние плиты, способные выдержать большие нагрузки. Их направляющие колонки и втулки делают усиленными, что обеспечивает надежное направление даже при больших усилиях штамповки.

Штампы для разделительных операций холодной объемной штамповки предназначаются для рубки заготовок из сортового проката, для вырубки заготовок из толстого листа, для пробивки отверстий или плен в отверстиях штампуемых деталей, для обрезки по контуру и для зачистки.

Штампы для рубки заготовок (рис. 84, а, б) делают с режущими втулками, устанавливаемыми в подвижной и неподвижной державках, соответственно прикрепляемых к верхней и нижней половинам штампа. Пруток перед резкой подают через обе режущие втулки до упора. Разрезание происходит при смещении подвижной втулки вниз относительно неподвижной. Применение режущих втулок вместо режущих ножей повышает точность реза и уменьшает смятие материала в месте резки.

Штампы для вырубки круглых или фасонных заготовок из толстого листа, для холодной объемной штамповки, штампы для пробивки отверстий, для обрезки по контуру и зачистки полуфабрикатов, полученных холодной объемной штамповкой, аналогичны соответствующим штампам для листовой штамповки. Но они отличаются

ся большей массивностью, имеют большую прочность, жесткость, более жесткие направляющие и т. д.

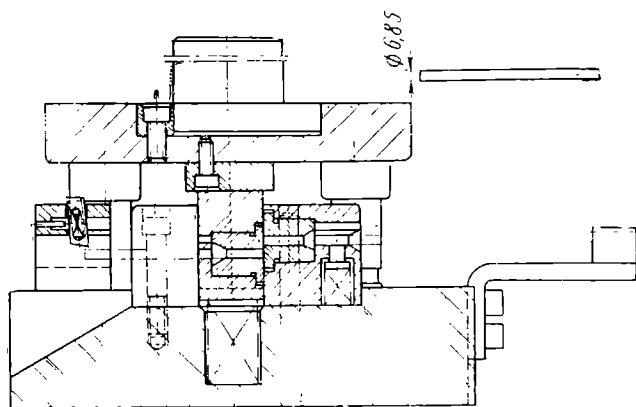


Рис. 84. Штмп (а) для рубки заготовок (б) из прутка

В штампах для пробивки плен, оставшихся в отверстиях после холодной объемной штамповки, рабочим инструментом служит пуансон. Матрица служит только для фиксации заготовки. Пленка пробивается на провал. Деталь снимается с пуансона съемником.

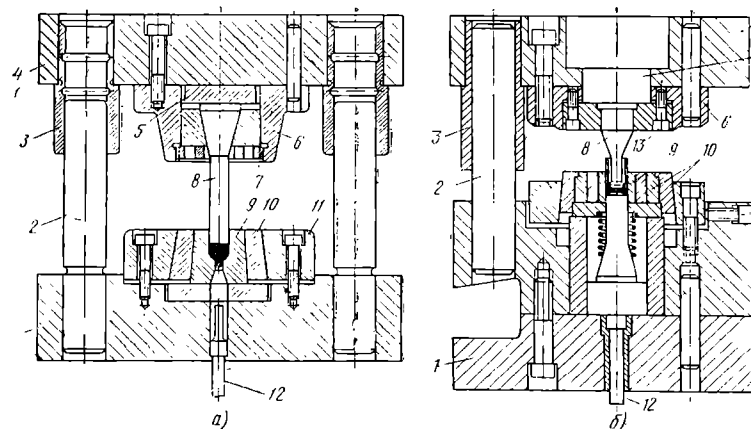


Рис. 85. Штмпы для холодной объемной штамповки прямым (а) обратным (б) выдавливанием

При холодной объемной штамповке в массовом производстве применяют и совмещенные штампы, обеспечивающие, например, обрезку и пробивку за одну установку полуфабриката.

Штмпы для прямого и обратного выдавливания (рис. 85, а, б) имеют массивные верхнюю 4 и нижнюю 1 пли-

ты, направляющие колонки 2 и втулки 3. К верхней плите прикреплен пуансонодержатель 6. Пуансон 8 опирается на подкладную плиту 5 и удерживается специальной втулкой. Эта втулка затягивается резьбовым

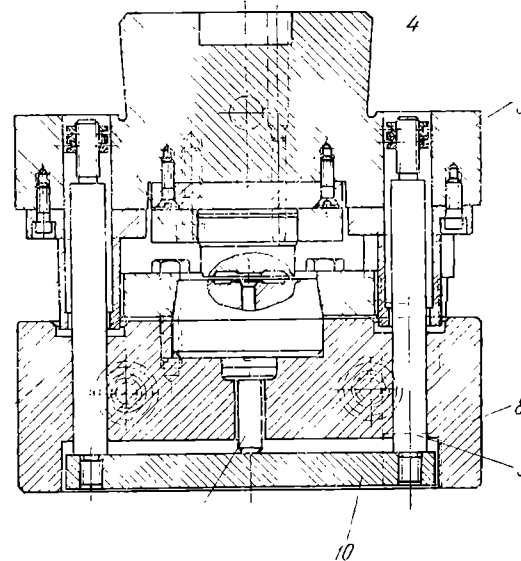


Рис. 86. Формовочный штмп

кольцом 7. В пуансонодержателе имеются винты 13.

Матрица 9 запрессована в один или несколько конических бандажей 10. Она опирается на подкладную плиту и притягивается к нижней плите матрицедержателем 11. Выталкиватель 12 приводится в действие выталкивающим устройством пресса. Заготовку укладывают непосредственно в матрицу. Верхнюю и нижнюю плиты штампа соответственно прикрепляют к ползуну и столу пресса болтами.

Аналогичными могут быть и конструкции штампов для комбинированного выдавливания и предварительного деформирования заготовок.

Формовочный штмп (рис. 86) имеет массивные верхнюю 5 и нижнюю 8 плиты, к которым соответственно с помощью пуансоно- и матрицедержателей 3 и 1 прикреплены пуансон 6 и матрица 7. Под пуансоном установлена подкладная плита 4. Такую же плиту можно установить и под матрицу.

Для выталкивания отштампованных деталей из матрицы служат траверса 10, тяга 9 и выталкиватель 11. При движении ползуна вверх и подходе его к верхней мертвой точке

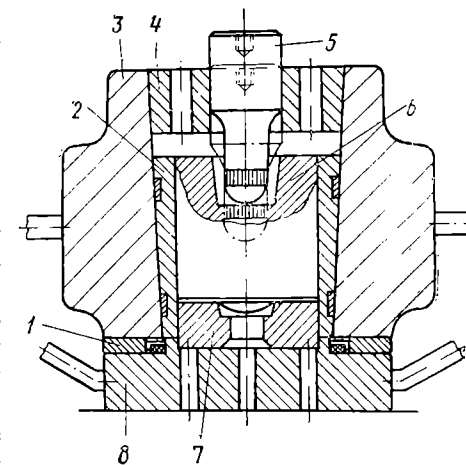


Рис. Штмп для выдавливания полостей

втулки 2 с помощью тяг 9 приподнимают траверсу 10. Одновременно приподнимающий выталкиватель 11 выталкивает деталь из матрицы. Верхняя плита штампа прикреплена с помощью паза типа «ласточкин хвост» и клина. Штампы аналогичных конструкций можно применять для калибровки и чеканки.

Штамп (рис. 87) для выдавливания полостей в массивных заготовках имеет пуансон 5, нижнюю плиту 8, направляющее кольцо 4, обойму-корпус 3 и приемное кольцо 7. Пуансон перемещается в направляющем кольце 4. Заготовка 6 помещается в специальном кольце 2, установленном в обойме корпуса 3, обойма опирается на нижнюю плиту 8 или втулку 1, а заготовка — на приемное кольцо 7. Штамп устанавливают на стол пресса. Выдавливание осуществляется пуансоном, на который надавливает специальная плита, повернутая к ползуну пресса. После окончания выдавливания направляющее кольцо и пуансон снимают, обойму переворачивают на 180°, устанавливают на стол пресса на дополнительное подкладное кольцо и нажимом ползуна удаляют из нее заготовку с выдавленной полостью.

§ 5. ПАСПОРТ ШТАМПА. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ

Основными учетными документами, характеризующими штамп и его состояние, являются паспорт штампа и сопроводительный талон.

В паспорте штампа указывают завод и цех, в котором эксплуатируется штамп, стоимость штампа, его габариты, норму стойкости, стеллаж и полку, на которых хранится штамп и другие данные. Кроме того, в паспорт штампа заносят сведения об его эксплуатации, состоянии, ремонте штампа.

В сопроводительном талоне к штампу указывают, на каком прессе установлен штамп, число изготовленных на нем деталей, причину снятия с пресса.

По данным паспортов штампов составляют сводки, по которым судят о состоянии штампового хозяйства.

При изготовлении штампов для холодной штамповки разрабатывают технологический процесс изготовления деталей штампа и его сборки. Заготовками для деталей штампов служат отливки из чугуна и стали, поковки различного сечения из углеродистых и легированных инструментальных сталей, прокат и твердые сплавы.

На первом этапе технологического процесса производят резку заготовок, отливку деталей штампов, делают пресс-формы для производства твердосплавных вставок.

Затем осуществляют предварительную обработку деталей штампа, которая включает фрезерование, строгание, сверление. После этого производят дальнейшие механические операции: координатную расточку, токарную обработку, шлифование, электроискровую и ультразвуковую обработку. Далее осуществляют слесарную обработку, термическую обработку и собирают штамп. После сборки штамп испытывают и налаживают.

Штампы, как правило, изготавливают в индивидуальном порядке, широко применяя нормализованные и стандартные узлы и детали, например плиты, направляющие колонки, втулки, хвостовики, пуансоны и матрицедержатели, крепежные детали. Такие детали изготавливают на специализированных заводах или в крупных штампоинструментальных цехах.

Пуансоны и матрицы малых и средних штампов изготавливают из сортового проката. Если пуансоны и матрицы предназначены для работы в тяжелых условиях, заготовки для них дополнительно проковываются. Как указывалось, крупные пуансоны и матрицы нередко изготавливают секционными — составными из специального проката или делают из специальных поковок или отливок. Остальные стальные детали штампов (направляющие, фиксирующие, крепежные и др.) изготавливают из сортового проката или из калиброванной стали. Заготовки для плит штампов отливают из чугуна или стали.

Плиты штампов строгают или фрезеруют, а затем шлифуют, что обеспечивает строгую параллельность и правильность их плоскостей. Отверстия в нижней и верхней плитах для запрессовки направляющих колонок и втулок должны быть соосными, а оси их строго перпендикулярными поверхностям плит. Это можно обеспечить как при совместной, так и при раздельной расточке плит.

При раздельной обработке такие отверстия получают расточкой на точных координатно-расточных станках. При совместной обработке соосность отверстий обеспечивается расточкой их с одной установки или в кондукторе.

Далее в плитах сверлят и растачивают отверстия для деформирующих и крепежных деталей штампов, фрезеруют пазы, нарезают резьбы в отверстиях. Затем к нижней плите прикрепляют болтами закаленную матрицу и через сделанные в ней отверстия для штифтов сверлят отверстия для тех же штифтов и в плите. Эти отверстия развертывают и только после этого в нижнюю плиту запрессовывают направляющие колонки.

Направляющие колонки и втулки вытачивают, термически обрабатывают, шлифуют и доводят, пригоняя их друг к другу (обычно колонки по втулкам). Рабочая и запрессовываемая поверхности колонок и втулок должны быть очень точными, строго цилиндрическими и взаимно концентричными.

Хвостовики вытачивают, если необходимо, рассверливают и нарезают резьбу. Термически их не обрабатывают.

Сборку блока штампа начинают с запрессовки втулок в верхнюю плиту. Далее колонки еще раз пригоняют по втулкам и запрессовывают в нижнюю плиту. Затем плиты совмещают и проверяют движение верхней половины штампа относительно нижней. После этого, ориентируясь на положение верхней плиты относительно нижней, центрируют пуансон по матрице, окончательно устанавливают пуансонодержатель и другие детали верхней половины штампа; сверлят, развертывают, растачивают необходимые отверстия, пазы.

ГЛАВА VII ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ К ШТАМПОВКЕ

§ 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

При изготовлении пуансонов и матриц наиболее ответственны и сложны операции по обработке их рабочих — деформирующих поверхностей. Внешние поверхности некруглых матриц строгают, фрезеруют, шлифуют, а круглых — вытачивают и шлифуют. Затем в матрице сверлят отверстия для крепежных деталей, нарезают резьбы, обрабатывают пазы, выступы. Обычно только после этого обрабатывают рабочее отверстие. Круглые рабочие отверстия матриц растачивают и предварительно шлифуют. Затем матрицу закаливают, отпускают, шлифуют ее зеркало, рабочее отверстие и опорную плоскость.

Фасонные рабочие отверстия матриц предварительно получают фрезерованием на вертикальном координатно-фрезерном станке. После термической обработки это отверстие шлифуют на шлифовальном станке и окончательно его доводит слесарь-лекальщик. Рабочие отверстия матриц могут быть получены и электроимпульсной обработкой. После обработки рабочих отверстий пуансоны пригоняют по матрицам.

В цехах холодной штамповки современных заводов эксплуатируют и хранят сотни штампов. Организация штампового хозяйства в цехе обычно осуществляется штампо-инструментальным бюро цеха. Это бюро устанавливает потребность цеха в штампах, выдает заказы на изготовление штампов, принимает новые штампы, организует учет количества и состояния штампов, их хранение, ремонт, осуществляет списывание изношенных штампов и др.

Мелкие и средние штампы в цеховом складе хранят на стеллажах в несколько ярусов на определенных местах. У этих мест проставляется номер штампа. Места на стеллажах отводят либо по видам штампов: вырубные, вытяжные, пробивные и др., либо по видам штампуемых деталей: пластины, колпачки и др. Крупные тяжелые штампы хранят на специальных площадках, на металлических козлах или подставках, расположенных вблизи прессов. Особенно крупные штампы хранят непосредственно на полу.

Контрольные вопросы

1. Как подразделяют штампы по принципу действия?
 2. Из каких деталей состоит простой вырубной штамп?
 3. Из каких материалов изготовляют детали штампов?
 4. Назовите особенности устройства штампов для холодной объемной штамповки.
- Какие данные указывают в паспорте штампа?

При подготовке листового и пруткового материала к штамповке осуществляют различные подготовительные операции: правку, травление, промывку, отжиг, сушку, дрессировку и др.

После прокатки или резки листы, ленты, полосы бывают искривленными и нуждаются в правке. Наибольшее распространение получила правка на правильных вальцах — высокопроизводительный процесс, обеспечивающий высокое качество правки. Вальцы бывают двухвалковыми, четырехвалковыми и многовалковыми. При выпрямлении металл пропускают через валки несколько раз.

В мелкосерийном производстве применяют ручную правку листового металла на правильных плитах.

Для удаления с поверхности листового или пруткового металла окалины и следов коррозии применяют травление в крепких растворах, в качестве которых используют растворы серной кислоты, азотной и соляной кислот, растворы едкой щелочи, поваренной соли и соляной кислоты и др. В травильные растворы нередко добавляют специальные присадки, которые, осаждаясь на поверхности металла, предохраняют его от излишнего разъедания раствором и проникновения в металл водорода, что вызывает нежелательную хрупкость деформируемого материала.

На ряде заводов применяется электролитическое травление, травление в расплавленной соляной ванне и газовое травление. Травление в расплавленной соли производят при температуре 600—700°С, что позволяет одновременно с травлением снимать наклеп металла. Для снятия окалины с проволоки диаметром до 6 мм применяют механические методы, заключающиеся в пропускании проволоки между щетками, вращающимися в противоположных направлениях.

Травление в зависимости от вида раствора и назначения длится от 5 мин до 1,5 ч. Ванны для травления делают из бетона или стальными с покрытием кислото- и щелочестойкими материалами. Ванны оснащают устройствами для подогрева и перемешивания раствора. При травлении различных материалов режим травления определяют по справочникам или соответствующим инструкциям. В процессе травления ежемесячно 1—2 раза необходимо проверять концентрацию раствора. При укладке металла в травильную ванну между рядами прутков или листами должны быть заложены прокладки.

Травление в слабых растворах (обезжиривание) необходимо для удаления с поверхности металла масла и загрязнений перед вытяжкой или другими формоизменяющими операциями, перед термической обработкой и после окончания штамповки. В качестве слабых растворов при травлении углеродистых сталей применяют ще-

лочные или кислотные растворы слабой концентрации: 3—5%-ные водные растворы серной кислоты, соляной кислоты, едкого натра, нагретые до температуры 50—60° С.

После травления металл тщательно промывают. Промывкой удаляют остатки травильных растворов, загрязнений, смазки и т. д. Промывку осуществляют в двух или нескольких ваннах: в первой — с холодной проточной водой, во второй — с горячей водой (60—80° С) и т. д.

Травление и промывку осуществляют как в отдельных ваннах, так и в автоматических технологических линиях, состоящих из нескольких ванн, в которые последовательно автоматически опускают обрабатываемый металл или полуфабрикаты и детали в специальных металлических корзинах.

Термическую обработку применяют для получения необходимой структуры и механических свойств обрабатываемого металла. Например, перед волочением прутков назначают отжиг, который облегчает проведение процесса волочения и позволяет получить пруток с определенными механическими свойствами. Обычно отжиг применяется при волочении как промежуточная операция. После отжига производят лишь небольшое чистовое обжатие, а иногда протягивают пруток через деревянную волоку, почти не меняя свойств металла, полученных после отжига. Целью отжига является создание структуры, наиболее пригодной для холодного деформирования. Для отжига применяют, главным образом, шахтные печи, колокольные и печи с горизонтальным подом. Состояние металла после отжига зависит от температуры, продолжительности отжига, химического состава материала, условий нагрева и охлаждения.

Стали для холодной высадки со средним содержанием углерода отжигают в зависимости от исходного состояния металла от 4 до 23 ч; время отжига чистого алюминия и его сплавов составляет до 6 ч.

Металл, предназначенный для холодной высадки, подвергают волочению, которое обеспечивает высокую точность и качество поверхности. Волочение осуществляют в один или два прохода с промежуточным отжигом. При волочении интенсивно меняются механические свойства металла, увеличивается предел текучести, уменьшаются относительное сужение и удлинение.

Листовой металл, предназначенный для сложной вытяжки деталей, подвергаемых в дальнейшем декоративной окраске (облицовочные детали кузова автомобиля и др.), подвергают дрессировке. Дрессировка — это прокатка листа в холодном состоянии с малыми обжатиями порядка 0,5—2% с целью устранения площадки текучести на диаграмме растяжения. Наличие площадки текучести приводит к потере устойчивости металла в процессе вытяжки и появлению дефектов (типа «апельсиновой корки» и др.) на деталях. Эффект дрессировки постепенно теряется в процессе старения металла. Это нужно иметь в виду при проектировании технологического процесса холодной штамповки.

Смазку при листовой штамповке применяют для уменьшения усилия деформирования (особенно при вытяжке, протяжке, формовке, гибке и других формоизменяющих операциях), предохранения поверхностей деформируемого металла от повреждения, повышения износостойкости инструмента, облегчения съема и выталкивания детали и т. д. Смазка должна обеспечивать значительное уменьшение коэффициента трения обрабатываемого металла о детали штампа, создавать прочную пленку на поверхности заготовки, способную выдерживать значительные давления, не разрываясь, хорошо удерживаться и равномерно распределяться на поверхности металла, легко удаляться с его поверхности, не портить поверхности и быть безвредной. Применение смазок позволяет уменьшить усилие деформирования.

Перед смазкой заготовки тщательно очищают от загрязнений и масел промывкой или травлением с последующей промывкой и просушиванием.

Смазки, применяемые при листовой штамповке, могут быть жидкими, вязкими и твердыми.

В качестве жидких смазок при штамповке углеродистых сталей применяют мыльные эмульсии (водные и масляные), минеральные масла и специальные составы. В качестве вязких смазок применяют вязкие масла (солидол, технический вазелин и др.) или специальные составы из масел, жиров, воды и наполнителей. Наполнители увеличивают прочность масляной пленки, препятствуют ее выжиманию с поверхности контакта. Они впитывают смазочные вещества и выделяют их при больших удельных давлениях, возникающих в процессе деформации. Наполнителями служат тальк, графит, мел, древесная мука и др.

Жидкие и вязкие смазки дают наилучший эффект тогда, когда они содержат в качестве добавок поверхностно-активные вещества (олеиновую и стеариновую кислоты и др.). Эти вещества, добавленные в очень небольшом количестве (несколько долей процента), улучшают сцепление смазки с металлом.

В качестве твердых смазок применяют покрытия специальными химическими веществами (например, фосфатным слоем) или легко деформируемыми металлами (например, медью).

Хорошие результаты дает применение в качестве смазки дисульфида молибдена MoS₂. Детали, полученные с использованием этой смазки, отличаются высоким качеством поверхности.

Жидкие и вязкие смазки можно наносить на поверхность металла пульверизатором. В отдельных случаях заготовки погружают в ванны с подогретой вязкой смазкой.

При холодной объемной штамповке, характеризующейся высокими удельными усилиями, нагревом металла вследствие теплового эффекта при пластическом формоизменении, значительными деформациями качество деталей во многом зависит от правильной обработки поверхности заготовок. Покрытия в этом случае применяются как самостоятельные смазывающие средства.

Известкование применяют для сталей, предназначенных для холодной высадки в одну операцию. Металл, после волочения, травления и промывки погружают в 8%-ный раствор извести при температуре 90° С. Обработанная таким образом сталь без дополнительной подготовки идет в производство.

Однако следует учитывать опасность появления коррозии под известковым слоем, которая может возникать при определенных неблагоприятных условиях и длительном хранении.

При покрытии бурой протравленный металл промывается, а затем погружается в 5—8%-ный раствор буры при 90° С и просушивается при температуре 300—350° С. Преимуществом такого покрытия является то, что металл может храниться длительное время, а при штамповке нет известковой пыли, загрязняющей инструмент и оборудование. Покрытый бурой металл подвергается волочению.

Наибольшее применение при холодной объемной штамповке углеродистых и низколегированных сталей как в нашей стране, так и за рубежом получило фосфатирование с последующим омыливанием. Оно заключается в обработке металла в фосфорнокислых солях цинка, марганца, железа и других металлов. Фосфатирование осуществляется различными способами: горячим, холодным, струйным, электрохимическим и др.

Перед фосфатированием металл подвергают обезжириванию, травлению, промывке в горячей воде, а после нанесения на поверхность заготовок слоя фосфатов — снова промывке в воде и нейтрализаторе и омыливанию. Фосфатный слой является пластичной и достаточно прочной прослойкой между деформируемым металлом и инструментом. Являясь хорошей смазкой, фосфаты еще и прочно удерживают на своей поверхности мыло, масло и другие вещества.

Наиболее распространенным способом нанесения фосфатного слоя является погружение заготовок в раствор. Используются различные конструкции установок для фосфатирования с круговым или линейным расположением ванн.

Для некоторых труднодеформируемых сплавов в качестве покрытий применяют лаки.

§ 2. РАСКРОЙ МАТЕРИАЛА

Раскрой называют порядок расположения заготовок на листе, ленте или полосе. Наиболее экономичен такой раскрой, при котором отходы металла в виде перемычек и высечек минимальны. Перемычками называют промежутки, остающиеся между вырубленными заготовками или между заготовками и краем листа или ленты.

Отходы, возникающие при пробивке, называют высечками.

Выбор способа раскроя зависит от геометрических форм деталей. О качестве раскроя судят по коэффициенту использования материала η , который определяют по формуле

$$\eta = \frac{F_0}{F_3} 100\%,$$

где F_0 — полезная площадь, мм²; F_3 — площадь заготовки, мм².

Раскрой может быть с отходами (рис. 88, а, б, в, г, ж, з, и) и безотходный (рис. 88, д, е). Коэффициент использования материала при безотходном раскрое близок к 100%. Для сокращения отходов при вырубке крупных деталей в массовом производстве (например, заготовок для крыла и верха капота автомобиля) можно заказы-

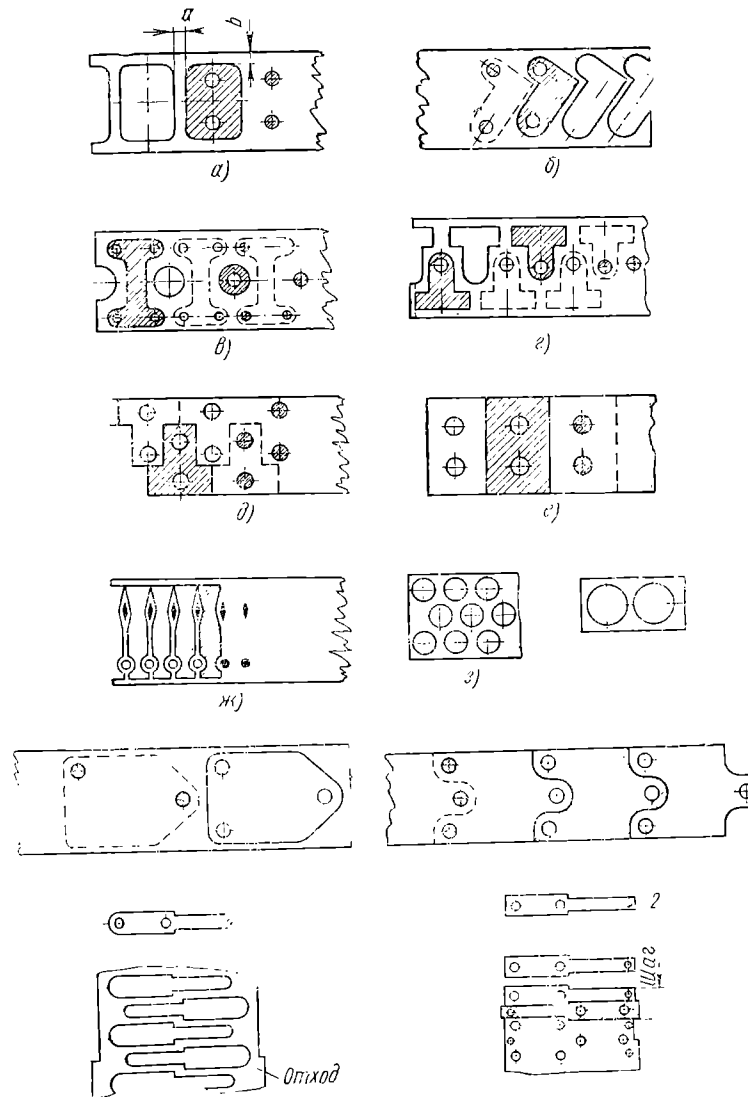


Рис. 88. Раскрой материала: а, б, в, г, ж, з, и — с отходами, д, е — безотходный, ж — изменение геометрической формы листовой штампованной детали для сокращения отходов при раскрое; 1 — старая форма, 2 — новая форма

вать листы нестандартных размеров, так как при использовании стандартных листов коэффициент использования материала может быть низок. Отметим, что стоимость листа нестандартного размера на 10—15% выше, чем стандартного.

При конструировании деталей учитывают удобство их раскроя. В результате конструктивного изменения детали можно значительно сократить отходы.

Круглые детали вырубают в один или несколько рядов (рис. 88, *з, и*). Располагают их параллельно, либо в шахматном порядке. Наиболее выгодный раскрой для круглых деталей — многорядный, шахматный, причем коэффициент использования материала будет тем больше, чем больше число рядов. Однако оно не может быть очень большим, так как это влечет за собой применение широких полос и требует больших сложных штампов.

Перед раскроем фасонных заготовок несколько их штук вырезают из плотной бумаги и, раскладывая их на макете листа или полосы, устанавливают наиболее экономичный вид раскроя.

В массовом производстве для установления оптимального раскроя применяют вычислительную технику, позволяющую рассмотреть множество вариантов раскроя и выбрать наиболее экономичный.

Применяют раскрой прямой (рис. 88, *а, е*), наклонный (*б*), встречный (*г, д*), комбинированный (*в*), многорядный (*з*), с вырезкой перемычки (*ж*). Прямой раскрой применяют для деталей простой формы — прямоугольный или квадратный, наклонный — для деталей Г-образной или другой сложной формы, встречный — в основном для деталей Т-, П- и Ш-образной формы.

Когда отходы можно использовать, применяют комбинированный раскрой. Многорядный раскрой применяют при крупносерийном и массовом производствах деталей небольших размеров, а раскрой с вырезкой перемычек — при изготовлении деталей типа стрелок часов, а также деталей удлиненной формы типа планок.

Лист разрезают на полосы в поперечном и продольном направлениях. С точки зрения производительности труда лучше располагать полосы вдоль длинной стороны листа, так как из такой полосы можно получить больше деталей, чем из поперечной. При выборе раскроя листа учитывают как величину отходов, так и возможность их использования для изготовления других заготовок.

Часто применяют раскрой листа на полосы неодинаковой ширины, из которых штампуют разные заготовки или детали. Это обеспечивает лучшее использование металла.

Величины перемычек (табл. 3) зависят от толщины и твердости материала, размеров и формы вырубаемых деталей, типа упора, от наличия в штампе прижимов и других факторов. Величины перемычек выбирают так, чтобы обеспечить вырубку деталей по всему контуру без разрыва перемычек и без втягивания их в матрицу. При этом расход металла на перемычки должен быть минимальным.

3. Наименьшие величины перемычек

Толщина материала, мм	Ширина перемычек, мм		Толщина материала, мм	Ширина перемычек, мм	
	<i>a</i> и <i>b</i>	<i>a</i> ₁ и <i>b</i> ₁		<i>a</i> и <i>b</i>	
0,3	1,4	2,3	2,5	1,8	2,8
0,5	1,0	1,8	3,0	2,0	3,0
1,0	1,2	2,0	3,5	2,2	3,2
1,5	1,4	2,2	4,0	2,5	3,5
2,0	1,6	2,5			

Примечание. Перемычки: *a* — между небольшими деталями простой формы (см. рис. 88), *a*₁ — между крупными деталями или деталями сложной формы, *b* — боковая при работе с боковым прижимом, *b*₁ — боковая при работе без бокового прижима.

§ 3. РЕЗКА ЗАГОТОВОК

В штамповочных цехах резку листового материала на полосы или на отдельные заготовки осуществляют на ножницах или на прессах в отрезных штампах. В заготовительных отделениях цехов холодной штамповки устанавливают ножницы с параллельными ножами, с наклонными ножами (гильотинные) и дисковые.

Ножницы с параллельными ножами используют для резки тонких металлов с повышенными требованиями к точности и качеству поверхности среза и неметаллических материалов. При работе на таких ножницах резка производится сразу по всей линии разъединения.

Для получения необходимой формы и размеров полос и заготовок пользуются передними, задними, боковыми упорами и упорами-угольниками.

Более широкое применение находят гильотинные кривошипные ножницы с наклонным ножом, которые изготовляют для холодной резки металла толщиной от 0,5 до 30 мм и более при длине реза до нескольких метров. Резка на гильотинных ножницах производится не по всей ширине листа одновременно, а только на отдельном участке. Это в несколько раз уменьшает усилие, необходимое для резки того же материала на ножницах с параллельными ножами.

Двухкривошипный вал 3 листовых ножниц (рис. 89, *а, б*) с маховиком 4 вращается электродвигателем при помощи клиноременной и зубчатой передач. Разрезаемый лист кладут на стол 7, к которому он прижимается прижимом, и разрезают ножницами — верхним подвижным 2 и нижним неподвижным 1 (см. рис. 89, *а*). Прижим приводится в действие рычажно-кулачковым устройством. Включение кривошипного механизма ножниц осуществляется муфтой 5. Управляют ножницами с пульта 6 или педалью 8.

Для устранения прогиба длинных заготовок при резке применяют поддерживающие устройства.

Ножи для ножниц изготавливают цельными или составными. Цельные ножи делают из стали У8А, У10А, Х12, Х12Ф1 и других марок, а у составных режущую вставку изготавливают из сталей 6ХС или Х12Ф1, а остальную часть — из стали 45 или 50. Режущие вставки крепят к корпусу ножа винтами или заклепками. В зависимости от вида разрезаемого материала и особенно его твердости применяют определенную заточку ножей и устанавливают угол наклона ножа в гильотинных ножницах (в пределах 2—6°).

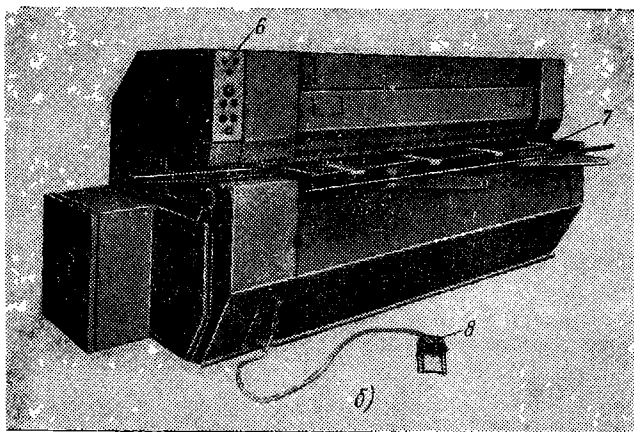
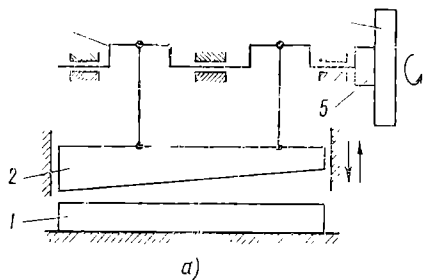


Рис. 89. Листовые кривошипные ножницы с наклонным пожом:

а — принципиальная кинематическая схема (устройство для прижима заготовки не показано), б — общий вид

Для разрезания широкой ленты на узкие применяют дисковые ножницы (рис. 90) с одной или несколькими парами цилиндрических дисковых ножей 1, устанавливаемых на параллельных валах 2. Эти валы вращаются электродвигателем 3 с помощью клиноременной и зубчатой 4 передач. Ножи сами втягивают разрезаемую ленту. Лента разматывается с одной катушки и после разрезки наматывается на несколько других, количество которых соответствует числу получаемых лент.

Для прямой и фасонной резки листового металла в единичном производстве применяют дисковые ножницы с коническими ножами (высечные) (рис. 91). И те и другие ножни-

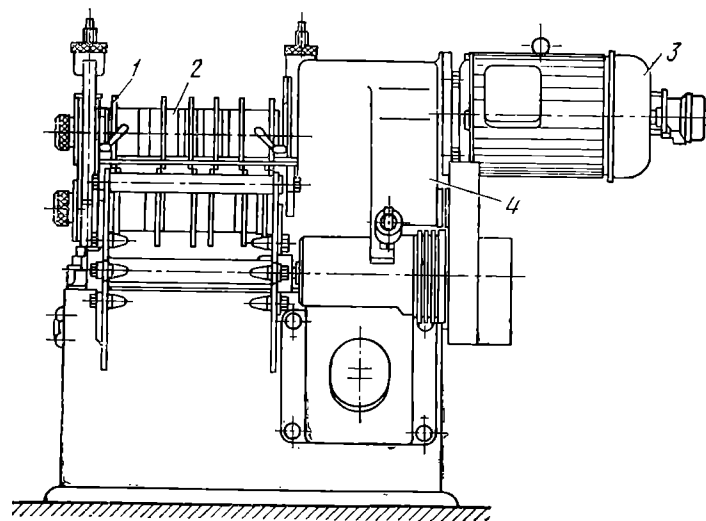


Рис. 90. Дисковые ножницы с цилиндрическими ножами

цы имеют С-образную станину, в которой установлены режущие устройства. У дисковых ножниц — это конические ножи, вращаемые электродвигателем с помощью клиноременной и зубчатой передач, у высечных — это наклонные линейные ножи, один из которых неподвижен, а другой совершает возвратно-поступательное движение и приводится в действие эксцентриковым механизмом.

В однодисковых ножницах второй нож делают в виде неподвижной полосы.

Парнодисковые ножницы оснащают ножами трех типов: с параллельным расположением осей, с одним наклонным и двумя наклонными.

Их применяют для резки листов толщиной до 20—30 мм со скоростью от 1 до 20 м/мин. Ножницы с наклонным расположением верхнего и нижнего ножей применяют для резки криволинейных заготовок с малым радиусом.

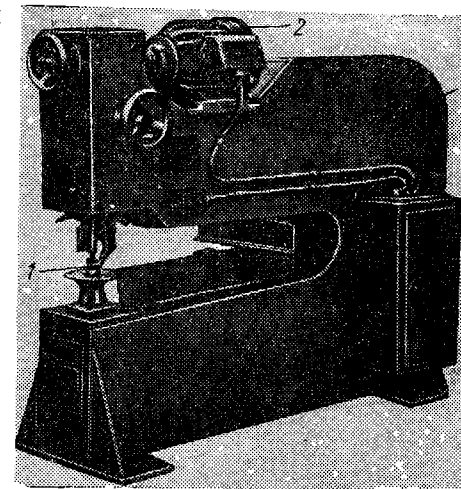


Рис. 91. Высечные ножницы Н-535 (наибольшая толщина реза 6,3 мм):

1 — режущее устройство (линейные ножи), 2 — электродвигатель, 3 — станина

ГЛАВА VIII
ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. ВИДЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Работа на парнодисковых ножницах ведется по разметке вручную или с применением специальных приспособлений.

Многодисковые ножницы применяют в массовом производстве главным образом для резки тонколистового материала. Эти ножницы при продольной резке обеспечивают более высокую производительность по сравнению с гильотинными.

Расстояние между ножами устанавливают при помощи мерных колец. Ножницы дисковых ножниц изготавливают из тех же материалов, что и ножи гильотинных ножниц.

Вибрационные ножницы с числом ходов 2000—25 000 в минуту и ходом ножа 2—3 мм применяют для резки криволинейных заготовок по разметке или шаблонам с малым радиусом (до 15 мм) при толщине материала до 10 мм. В отрезных штампах на прессах осуществляется резка полос на штучные заготовки.

Выбор способа получения заготовок из прутков, проволоки или труб зависит от профиля исходного материала и требований к качеству заготовок. Пруток, проволоку или трубу можно разрезать как на специальных ножницах, так и в штампах на прессах и прессах-автоматах. Заготовки из прутков и труб получают также резкой на дисковых пилах и на токарных станках.

Применяют и такие способы резки прутков: во втулочных штампах, сдвигом в штампах с дифференцированным зажимом, кручением.

При резке во втулочных штампах роль матрицы и пуансона выполняют две втулки, выполненные по профилю прутка. Регулируя зазор между ножами-втулками, обеспечивают перпендикулярность торца и плоскость среза.

Метод резки пруткового материала сдвигом с дифференцированным зажимом по обе стороны от плоскости реза обеспечивает более высокое качество получаемых заготовок. Усилие зажима прутка и срезаемой заготовки меняется пропорционально усилию реза, что предотвращает искажение профиля прутка.

Резка кручением заключается в проворачивании одной части прутка относительно другой, зажатой с постоянным усилием.

Резка заготовок на дисковой пиле или токарном одношпиндельном или многошпиндельном станке не экономична. Себестоимость резки по сравнению с отрезкой в штампе повышается в 4—6 раз. Более экономичным и эффективным является применение токарных станков-автоматов, обеспечивающих высокое качество реза по сравнению со скоростными пилами.

При массовом производстве деталей экономически целесообразно получать заготовки на холодновысадочных однопозиционных автоматах. Кроме резки, на этих машинах можно осуществлять калибровку заготовок с образованием фасок. Производительность таких прессов-автоматов достигает нескольких тысяч заготовок в час.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей применяют смазку при штамповке?
2. Расскажите о подготовке материалов для холодной объемной штамповки.
3. Что такое коэффициент использования материала при раскрое?
4. На каком оборудовании осуществляется резка заготовок?

По принципу действия все оборудование для холодной штамповки можно подразделить на механические прессы, гидравлические прессы, молоты, ротационные машины, машины для гидро-, пневмо-, вакуум-штамповки и установки для штамповки с применением мощных энергетических импульсов (штамповка взрывом и др.).

Из перечисленного оборудования в штамповочных цехах главным образом применяют универсальные и специальные механические и гидравлические прессы.

На универсальных прессах выполняют разные штамповочные операции: вырубку, гибку, вытяжку и др., а на специальных — только определенные, например глубокую вытяжку, специальную гибку.

У механических прессов рабочие органы приводятся в действие электродвигателем с помощью механической передачи, у гидравлических — плунжером гидравлического цилиндра, который перемещается под действием жидкости высокого давления, и т. д.

Прессы для штамповки могут быть простого действия — с одним ползуном и двойного или тройного действия — соответственно с двумя или тремя ползунами, имеющими самостоятельные приводы. Первые обычно универсальны, а вторые и третьи относятся к специальным прессам и применяются главным образом для глубокой и сложной вытяжки.

Современные штамповочные прессы оснащаются устройствами для механизации или автоматизации работы или представляют собой прессы-автоматы.

Для получения заготовок исходный материал для штамповки нередко разрезают на механических или гидравлических ножницах разных типов.

Кривошипные или гидравлические листовые ножницы предназначаются для прямолинейной резки листов на полосы или на отдельные заготовки. Широкую ленту нарезают на более узкие на дисковых ножницах с цилиндрическими ножами. Вырезку или обрезку по криволинейному контуру можно выполнять на высечных или вибрационных ножницах или на дисковых с коническими ножами. Сортовой прокат и профили режут на прессножницах или на комбинированных прессножницах.

Конструкции прессов, ножниц и других машин для холодной штамповки непрерывно совершенствуют. Повышается их производительность и оснащенность устройствами для механизации и автоматизации работы, улучшается удобство их обслуживания.

§ 2. КРИВОШИПНЫЕ ПРЕССЫ

подавляющее большинство холодноштамповочных работ выполняется на кривошипных прессах. Такие прессы обычно просты по конструкции, надежны и экономичны в эксплуатации.

Рабочее движение кривошипных прессов осуществляется при помощи кривошипно-шатунного механизма (рис. 92, а), вращающийся кривошип 4 которого сообщает через шатун 3 возвратно-поступательное движение ползуну 2 прессы.

Верхнее крайнее положение, в которое поднимается ползун, называется верхней мертвой точкой (в. м. т.), а крайнее — нижней мертвой точкой (н. м. т.).

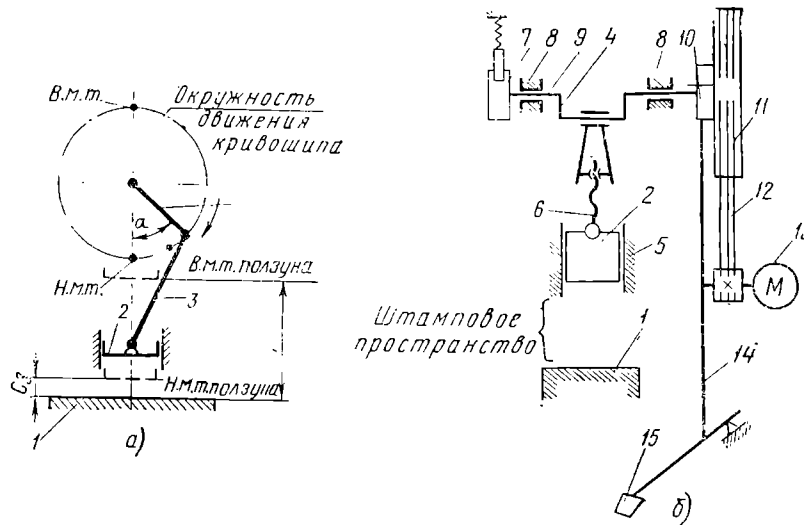


Рис. 92. Двухстоечный кривошипный пресс:
а — схема работы кривошипно-шатунного механизма, б — схема устройства прессы

Расстояние от стола прессы до нижнего торца ползуна, находящегося в в. м. т. или н. м. т., называют соответственно открытой (C_0) и закрытой (C_3) высотой прессы. Величина полного хода ползуна — это расстояние между в. м. т. и н. м. т. Время, необходимое для хода ползуна вниз и обратно (вверх), называют временем двойного хода ползуна.

Благодаря кинематическим особенностям кривошипно-шатунного механизма усилие на ползуне кривошипного прессы непрерывно изменяется. Величина этого усилия зависит от угла поворота кривошипа (рис. 92, а) и будет увеличиваться при приближении к н. м. т.

В паспорте прессы указывают номинальное усилие, за величину которого принимают усилие на ползуне, соответствующее его положению, когда кривошип примерно на $20-30^\circ$ (угол α) не дошел до н. м. т. Помимо этого, в паспорте прессы приводятся графики допус-

каемых усилий на ползуне в зависимости от угла поворота кривошипа. При выборе прессы, зная кривую изменения усилия для данной технологической операции, необходимо проверить, чтобы она не выходила за пределы графика допускаемых усилий на ползуне прессы.

В зависимости от расположения опор кривошипного вала кривошипные прессы подразделяют на одностоечные и двухстоечные. У одностоечных кривошип расположен за пределами опорных подшипников, т. е. на консоли, а у двухстоечных — между опорными подшипниками.

Схема устройства двухстоечного кривошипного прессы показана на рис. 92, б.

Кривошипный вал 9 прессы устанавливается в подшипниках 8. На одном из концов вала закреплен тормоз 7, а на другом свободно надет маховик 11, вращаемый электродвигателем 13 при помощи клиноременной передачи 12. Маховик соединяется с кривошипным валом муфтой сцепления 10, которая включается тягой 14 при нажатии на педаль 15 или специальным электромеханическим устройством, срабатывающим при нажатии рабочего на кнопки включения прессы.

Шатун 3 соединяется с ползуном 2 винтом 6. Этот винт ввертывается в шатун, а его шаровая головка входит в соответствующее гнездо ползуна. Такое соединение позволяет изменять величину открытой и закрытой высоты прессы. Это дает возможность устанавливать на пресс штампы разной высоты и упрощает наладочные работы.

Ползун движется в направляющих 5 станины прессы. Нижнюю часть штампа устанавливают на столе 1 прессы, а верхнюю прикрепляют к ползуну. Пространство между столом и ползуном называют штамповым пространством прессы.

Тормоз 7 необходим для остановки и удержания в определенном положении кривошипно-шатунного механизма и ползуна прессы после разъединения муфты сцепления. Без торможения самопроизвольное движение кривошипно-шатунного механизма и ползуна по инерции или под действием силы тяжести при разъединенной муфте сцепления может быть причиной тяжелой травмы рабочего. При неисправном тормозе возможно внезапное самопроизвольное опускание ползуна у неработающего прессы.

Для уменьшения потерь на трение тормоза современных прессов делают периодического действия. Они включаются автоматически тогда, когда кривошипный механизм приближается к в. м. т., а муфта сцепления при этом отключается.

Кривошипный пресс, как и другая машина, состоит из ряда узлов, каждый из которых состоит из отдельных деталей. К основным узлам прессы относится станина 1 (рис. 93), кривошипный вал 2, шатун 3, ползун 4, маховик, закрытый кожухом, муфта сцепления, тормоз и др.

На станине 1 укрепляются узлы и детали прессы. По форме станины прессы подразделяются на открытые одностоечные (рис. 93),

открытые двухстоечные с ненаклоняемой станиной (рис. 94), с С-образной наклоняемой станиной на специальных подставках 3 (рис. 95) и закрытые двухстоечные (рис. 95).

У прессов с открытой станиной доступ в штамповое пространство открыт с трех сторон, т. е. фронта пресса, справа и слева, что позволяет осуществлять подачу материала как вдоль, так и поперек фронта пресса. Помимо этого в станинах многих открытых прессов сзади устраивают специальный проем (окно), через который по лотку можно удалять из штампового пространства отштампованные полуфабрикаты или отходы. Наклон станины (у наклоняемых прессов) упрощает удаление отходов по лотку.

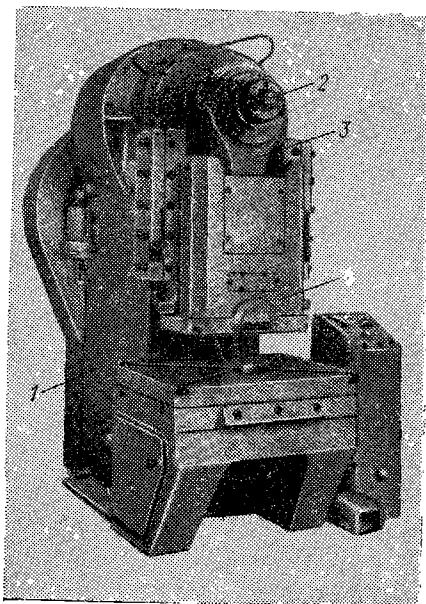


Рис. 93. Одностоечный открытый кривошипный пресс простого действия: 1 — станина, 2 — кривошипный вал, 3 — шатун, 4 — ползун

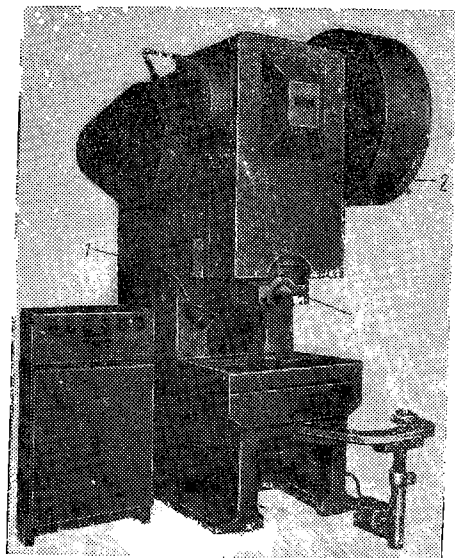


Рис. 94. Двухстоечный однокривошипный пресс простого действия К2130 усилением 100 тс: 1 — станина, 2 — маховик (закрывает кожухом), 3 — ползун

У прессов с закрытыми станинами доступ в штамповое пространство открыт спереди и сзади. Доступ к штампу с боковых сторон возможен только через окно 1 в стойках станины (см. рис. 107).

Станины прессов ранее отливали из чугуна, а иногда из стали. Теперь их обычно сваривают из толстых стальных листов и плит. Такие станины легче, прочнее и дешевле.

Станины крупных прессов обычно состоят из отдельных сварных частей, которые соединяются болтами.

Открытые станины для большей жесткости стягивают специальными тягами (стяжными болтами).

У большинства прессов станины изготовляют заодно со столом. В столах прессов делают одно центральное или несколько отверстий. Оно необходимо для установки выталкивателей, а также для удаления полуфабрикатов или отходов при штамповке.

Открытые прессы могут иметь отдельный подъемный стол и отверстие в станине, в которое помещается рог. Рог служит для установки нижней половины штампа, когда приходится выполнять пробивку отверстий или другие штамповочные операции в круглых, полых полуфабрикатах значительной длины и диаметра, например в трубах, бачках. Подъемный стол при установке рога отводится в сторону.

Кривошипные валы прессов изготовляют из легированной стали. Их куют или штампуют, а затем обрабатывают резанием. Кривошипные валы бывают чисто кривошипными, эксцентриковыми и коленчатыми с одним или несколькими коленами.

Маховик пресса не только передает вращение кривошипному валу, но и служит накопителем кинетической энергии. Максимальное количество энергии пресс расходует во время рабочего хода ползуна, т. е. при штамповке. В остальное время работы ползуна расход энергии прессом относительно невелик. В это время маховик накапливает дополнительную энергию, которую затем отдает во время штамповки. Использование дополнительной энергии, заранее накапливаемой маховиком, позволяет применять для привода пресса электродвигатели меньшей мощности. Поэтому штамповку на прессе начинают тогда, когда число оборотов маховика, а следовательно, и энергия, накопленная маховиком, достигнут необходимой величины.

Если при штамповке расходуется энергии больше, чем накапливает маховик за время одного хода, то штамповка в автоматическом режиме невозможна (пресс быстро останавливается). В то же время при штамповке тех же деталей единичными ходами пресс работает нормально, так как в этом случае для штамповки используется не каждый ход пресса и маховик успевает накопить необходимый запас энергии.

Маховики отливают массивными из чугуна или стали. У неболь-

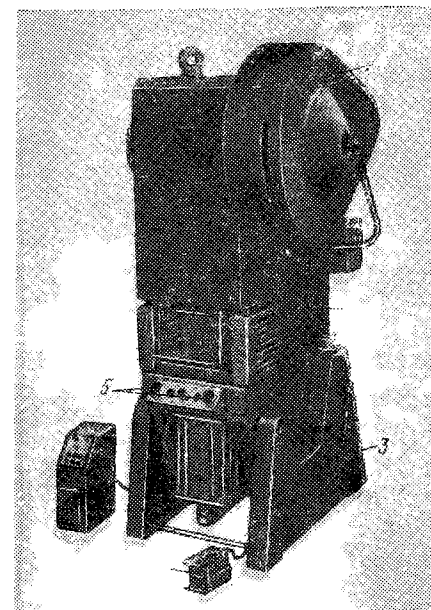


Рис. 95. Двухстоечный наклоняемый пресс простого действия КД2324 усилением 25 тс:

1 — маховик (закрывает кожухом), 2 — станина, 3 — подставка, 4 — педаль управления, 5 — кнопки двуручного управления

ших прессов маховик через муфту сцепления соединяется непосредственно с кривошипным валом. Такие presses быстроходны — делают 200 и более двойных ходов в минуту. Крупные кривошипные presses, развивающие значительное усилие на ползуне, относительно тихоходны. У них вращение от маховика к кривошипному валу передается через один или несколько промежуточных валов, связанных зубчатой передачей (рис. 96, а—г).

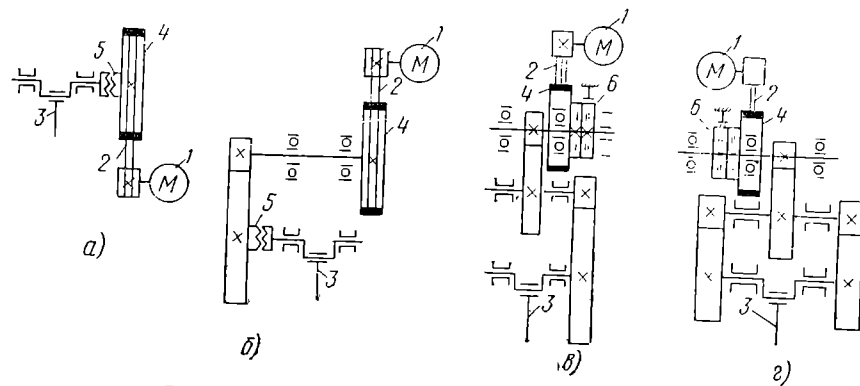


Рис. 96. Схемы приводов кривошипных прессов: передачи: а — одноступенчатая, б — двухступенчатая, в — трехступенчатая, г — трехступенчатая двусторонняя; 1 — электродвигатель, 2 — клиноремennая передача, 3 — кривошипный вал с шатуном, 4 — маховик, 5 — муфта сцепления жесткая, 6 — муфта сцепления фрикционная

У тяжелых прессов нередко применяют двустороннюю передачу вращения на кривошипный вал (см. рис. 96, г). Это позволяет равномернее нагружать кривошипный вал.

Современные presses с двухстоечной закрытой станиной (см. рис. 107) обычно имеют закрытый привод, его двигающиеся части обильно смазываются или помещаются в масляной ванне. Это уменьшает их износ и шум при работе пресса.

Муфта сцепления, соединяющая маховик с кривошипным или промежуточным валом, обеспечивает включение и выключение рабочих органов пресса при непрерывно работающем двигателе и вращающемся маховике. Муфты сцепления прессов бывают жесткими и фрикционными.

Жесткие муфты соединяют и разъединяют маховик с кривошипным валом только при определенном положении ползуна вблизи в. м. т. Таким образом, жесткие муфты не позволяют включать и выключать кривошипный механизм при любом положении ползуна и перемещать его толчками, т. е. на небольшие расстояния, что необходимо при наладке. Из-за этого при наладке механизм пресса приходится проворачивать вручную за маховик.

Работая с ударом, жесткие муфты быстро изнашиваются, а их органы включения нередко ломаются. Вследствие этого возможно нерасцепление муфты и неожиданное продолжение движения пол-

зуна при выключении педали. Это может быть причиной тяжелого несчастного случая.

Если пресс из-за неисправности муфты сцепления, закончив один ход, сразу при выключении педали начинает второй, говорят, что пресс «сдвывает». Такой пресс следует немедленно остановить и отремонтировать.

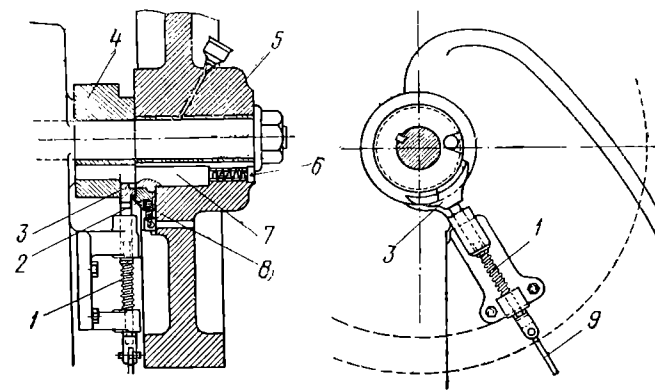


Рис. 97. Жесткая муфта сцепления пресса со скользящим пальцем

Фрикционные муфты соединяют маховик с кривошипным валом за счет сил трения. Они позволяют включать пресс при любом положении ползуна, обеспечивают перемещение ползуна толчками и остановку его в любом положении, когда это необходимо по условию работы или безопасности. Такие муфты устанавливают на большинстве выпускаемых прессов.

Жесткие муфты бывают со скользящим пальцем, с поворотными шпонками, кулачковые и иные. Муфта со скользящим пальцем (рис. 97) включается тогда, когда палец 7, установленный в ступице маховика 5, попадает в специальную впадину в муфте 4. Муфта сидит на валу пресса на шпонке, а маховик свободно вращается на конце кривошипного вала. В холостом положении палец запирается ползушкой 2, удерживаемой дугообразным скосом подвижной скобы 3. При нажатии на педаль тяга 9 отводит подвижную скобу 3, ползушка 2 опускается, палец 7 освобождается и под действием пружины 6 входит в паз муфты, сцепляя маховик с кривошипным валом.

При отпуске педали подвижная скоба 3 под действием пружины 1 возвращается в начальное положение. Одновременно пружина 8 возвращает в исходное положение ползушку 2 и она выводит палец 7 из паза муфты.

У пресса, оснащенного муфтой с одной поворотной шпонкой (рис. 98), маховик 12 свободно вращается на втулках 11 и 13. В полукруглый паз кривошипного вала 10 вставлена поворотная шпонка 5. Внешняя ее поверхность соответствует цилиндрической поверх-

ности вала, а внутренняя — поверхности канавки. Втулка 3 маховика, жестко соединенная с ним шпонкой 2, имеет одну, две или три прорези 4.

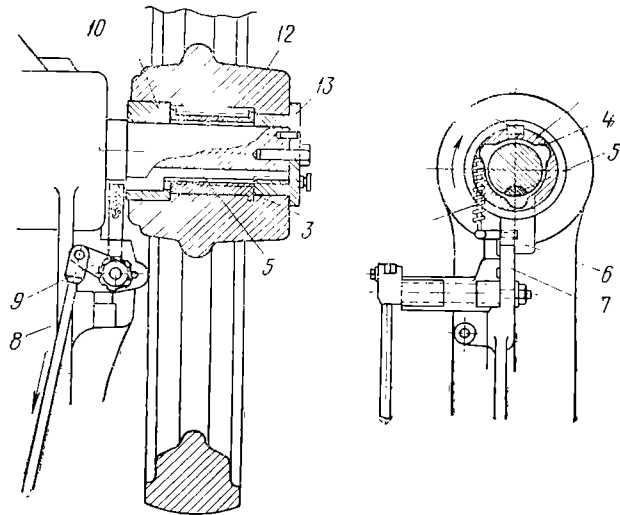


Рис. 98. Жесткая муфта сцепления прессы одной поворотной шпонкой

Поворотная шпонка 5 под действием пружины 1 стремится повернуться и выйти одной стороной из паза кривошипного вала. Однако это ей не удается, так как ее головка 6 упирается в запорный зуб 7. При нажиме на педаль включения тяга 8, перемещаясь вниз, отводит рычагом 9 запорный зуб 7 и головка шпонки освобождается. После этого, как только одна из прорезей втулки 3 вращающегося маховика подойдет к шпонке, шпонка под действием пружины 1 поворачивается, входит в прорезь 4 и соединяет маховик с кривошипным валом.

При отпуске педали головка шпонки, сделав полный оборот, упирается в запорный зуб 7, вернувшийся в исходное положение. Шпонка поворачивается и разъединяет кривошипный вал с маховиком. Если рабочий забыл отпустить педаль, муфта после полного оборота кривошипного вала расцепляется благодаря действию специального блокирующего зуба. Остановить пресс до окончания полного оборота кривошипного вала нельзя, так как расцепление его с маховиком возможно только в одном определенном положении, когда ползун находится вблизи в. м. т.

У прессов, оснащенных жесткой муфтой с двумя поворотными шпонками (рис. 99), в маховик 1 запрессовываются две бронзовые втулки 3 и 10, вращающиеся вместе с маховиком на кольцах 2 и 7, установленных на кривошипном валу 8, и стальная втулка 11, имеющая четыре прорези. Поворотные — ведомая 5 и ведущая 4 — шпонки помещаются в двух полукруглых пазах кривошипного вала и

взаимно соединяются кулачками 12 и 13. Кулачки под действием пружин 6 стремятся повернуть шпонки и вывести их из полукруглых пазов. Но это не позволяет сделать хвостовик 9, удерживаемый упором включения прессы. Шпонка 5 удерживается от поворота кулачком 14 шпонки 4.

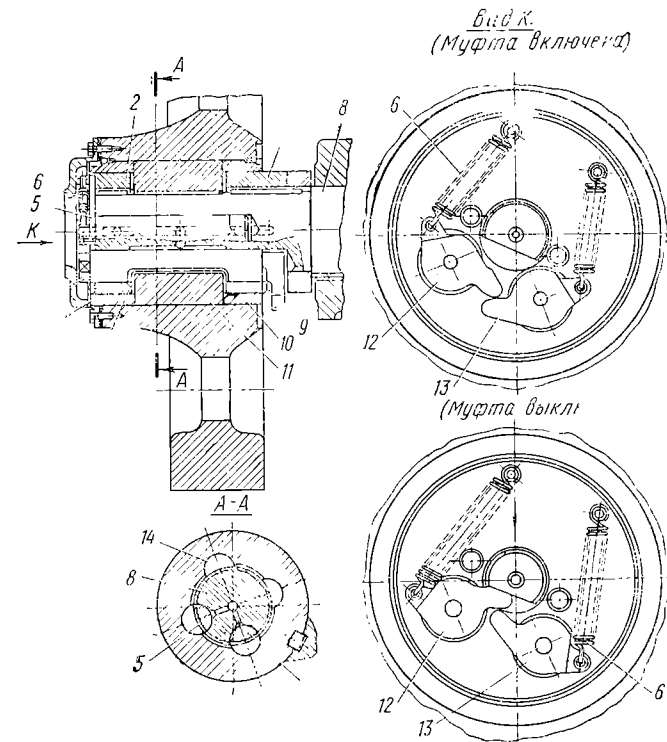


Рис. 99. Жесткая муфта сцепления с двумя поворотными шпонками

При нажиме на педаль тяга педали включения отводит упор. После этого шпонки освобождаются и могут соединять маховик с кривошипным валом.

У современных прессов упор отводится электропневматическим устройством, срабатывающим при нажиме на кнопку «Пуск».

Эта муфта, как и предыдущая, обеспечивает автоматическое расцепление маховика и вала при верхнем положении ползуна, когда пресс работает одиночными ходами, а педаль включения случайно не отпущена. Кроме этого, шпонка 2 может заклинивать маховик на валу, что бывает необходимо при наладке для проворота кривошипного вала в обратном направлении.

Дисковые фрикционные муфты сцепления имеют один или несколько комплектов ведущих и ведомых дисков трения. Первые соединяются с непрерывно вращающимся маховиком, а вторые с кри-

вошипным валом. При включении муфты ведомые диски прижимаются к ведущим и за счет возникающих между ними сил трения передают вращение от маховика на кривошипный или промежуточный вал. Диски сжимаются механическими или пневматическими, а иногда гидравлическими устройствами.

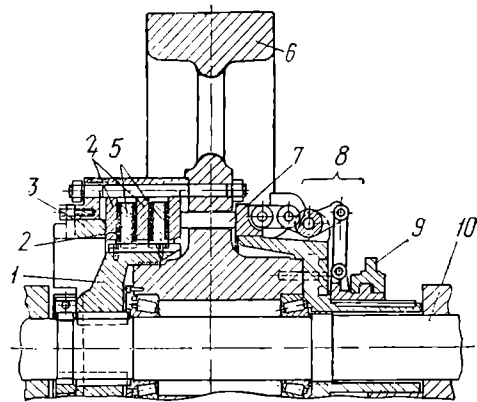


Рис. 100. Дисковая фрикционная муфта сцепления с механическим включением

Диски сжимаются системой рычагов 8, надавливающих на пальцы 7 при перемещении включающего кольца 9 вправо.

У фрикционных муфт с пневматическим включением (рис. 101) ведущие диски 6 также связаны с свободно вращающимся маховиком 9, а ведомые 7 — с полумуфтой 8, жестко сидящей на кривошипном валу 10. Между дисками установлены фрикционные прокладки 5. Сжатый воздух поступает в пространство 1 под эластичную мембрану 2 муфты. Мембрана под давлением воздуха выгибается и надавливает на конический диск 4, сжимающий ведущие и ведомые диски. Воздух подается через патрубок 3. Современные фрикционные муфты прессов оснащают системой охлаждения.

Комбинированная пневматическая муфта (рис. 102) кроме включающего дискового устройства I имеет и дисковый фрикционный тормоз II. Когда диски 1 муфты сцепления под действием воздуха сжимаются, обеспечивая движение кривошипного механизма, диски 2 тормоза освобождаются, сжимая пружины 3. При освобождении дисков муфты сцепления пружины 3 автоматически сжимают диски тормоза и происходит торможение. Так блокируется работа устройства включения и тормоза.

Тормоза прессов могут быть ленточными и дисковыми.

Ленточные тормоза непрерывного действия обеспечивают торможение при любом положении ползуна пресса, а периодического действия — при верхнем или ином заданном положении ползуна.

Недостаток ленточных тормозов непрерывного действия — это быстрый износ тормозной ленты и дополнительные потери на тре-

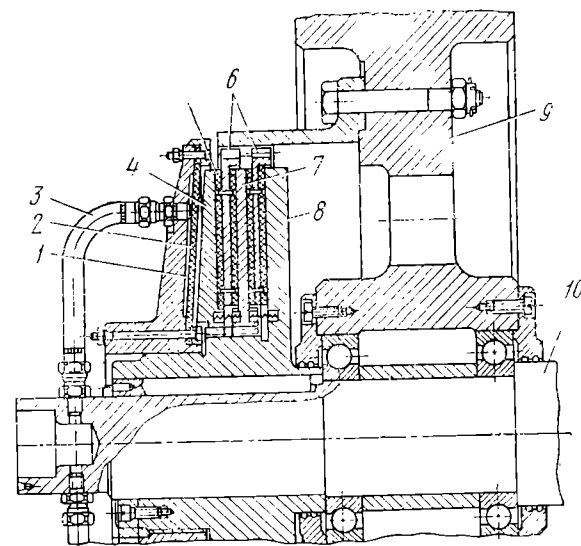


Рис. 101. Дисковая фрикционная муфта сцепления с пневматическим включением

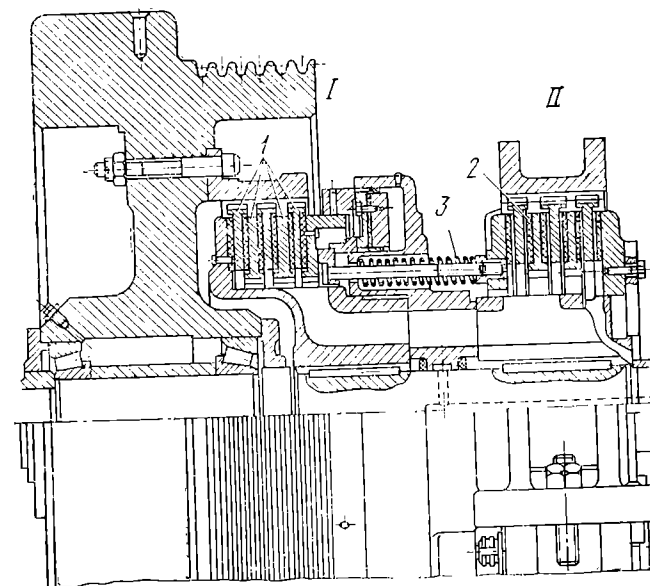


Рис. 102. Дисковая фрикционная муфта сцепления с пневматическим включением, совмещенная с тормозом

ние. Ленточные тормоза обычно применяются на прессах с небольшим номинальным усилием.

Ленточный тормоз периодического действия (рис. 103) имеет тормозной барабан 1, кулачковый диск 8 и тормозную ленту 2 с накладками из фрикционного материала. Один конец тормозной ленты пальцем 3 прикреплен к станине пресса, а другой — к рычагу 4, сидящему на этом пальце, как на оси. На одном из концов рычага 4 установлен ролик 7, катящийся по поверхности кулачкового диска 8.

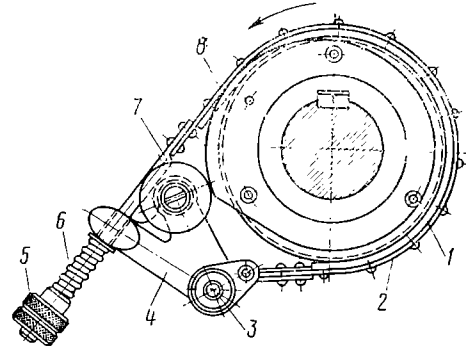


Рис. 103. Ленточный тормоз периодического действия

При завершении хода ползуна пресса примерно в в. м. т. ролик 7 отжимается выступом кулачкового диска 8, сидящего на кривошипном валу. Отодвигаясь, ролик 7 отводит рычаг 4 и таким образом натягивает тормозную ленту 2. После включения пресса кулачковый диск 8, начиная вращаться вместе с кривошипным валом, освобождает ролик 7 и тормозная лента 2 отходит от тормозного барабана. Усилие торможения регулируется пружиной 6, которая сжимается или отпускается гайкой 5.

Лента у тормозов периодического действия, обеспечивающих торможение в любом положении, натягивается пневматическим цилиндром, управляемым автоматически и вручную.

Дисковые тормоза работают аналогично дисковым фрикционным муфтам включения и их действие блокируется с работой муфты.

Шатун 9 (рис. 104, а) небольшого пресса соединяют с ползуном 4 винтом 5 с шаровой головкой 2. Шатун имеет бронзовый вкладыш 8, внутренняя поверхность которого скользит по шейке кривошипного вала. Крышка 6 головки шатуна привертывается болтами 10. Винт 5 ввертывается в тело шатуна, а его шаровая головка 2 опирается на нижнюю часть 3 вкладыша ползуна 4.

Шаровая головка винта удерживается в ползуне верхней частью 11 вкладыша и гайкой 1. Винтовое соединение шатуна с ползуном позволяет регулировать высоту штампового пространства и устанавливать на пресс штампы разной высоты. Положение винта 5 в шатуне фиксируется устройством 7.

У ряда более крупных прессов винт 5 соединяется с ползуном 4 шарнирно-цилиндрическим пальцем (валиком) 11 (рис. 104, б). Для регулирования высоты штампового пространства на таких прессах винт 5 проворачивается зубчатым колесом 12, приводимым в действие специальным электродвигателем.

У мощных прессов шатун часто соединяют с ползуном одним или несколькими цилиндрическими плунжерами 2 (см. рис. 107).

Плунжеры ходят в специальных направляющих, что разгружает ползун от боковых усилий кривошипно-шатунного механизма и обеспечивает большую точность работы ползуна и меньший износ его направляющих.

Ползуны небольших прессов имеют снизу центральное отверстие, в которое вводится хвостовик штампа. Этот хвостовик зажимается вкладышем ползуна, привертываемым болтами. Так крепится верхняя половина штампа.

У средних и крупных прессов верхняя половина штампа прикрепляется к ползуну болтами, а нижняя — к столу пресса болтами или болтами с применением прижимающих планок или скоб. Головки этих болтов вводят в Т-образные пазы, сделанные на столе или подштамповой плите пресса, а у крупных прессов и на ползуне.

Масса верхней половины тяжелых штампов не должна превышать определенной величины, так как возможен обрыв ползуна.

У тяжелых прессов для уравнивания массы ползуна и верхней части штампа устанавливают наверху уравнивающие пневматические цилиндры. Их поршни связаны с ползуном. При опускании ползуна воздух в цилиндрах сжимается и выталкивается в реверсивный резервуар. При ходе ползуна вверх воздух, поступающий из резервуара под поршни, частично раз-

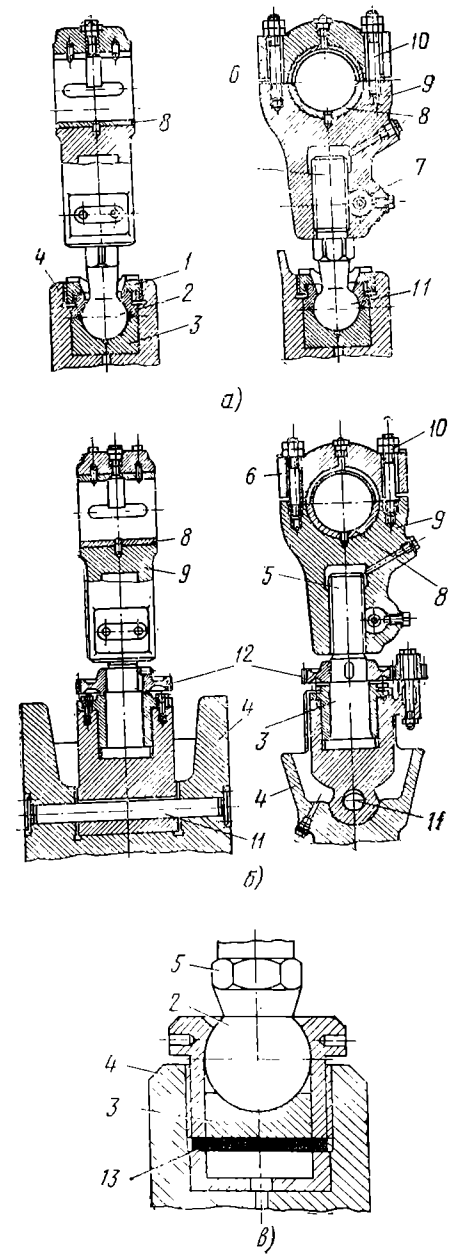


Рис. 104. Соединение шатуна с ползуном:

а — винтом с шаровой головкой (опорой),
б — винтом и цилиндрическим пальцем,
в — предохранительное устройство со срезаемым диском

гружает коленчатый вал пресса от усилий, необходимых для подъема ползуна и верхней половины штампа.

Для предупреждения поломок при перегрузке прессы оснащают предохранительными устройствами, ограничивающими величину рабочего усилия на ползуне или величину нагрузки кривошипного вала. В устройствах первого типа (рис. 104, в) под вкладыш ползуна 3 устанавливается диск 13 определенной прочности. При перегрузке диск срезается и освобождает винт 5 шатуна. Иногда предохранительное устройство делают гидравлическим. При перегрузке жидкость из него выпускается и винт 5 освобождается.

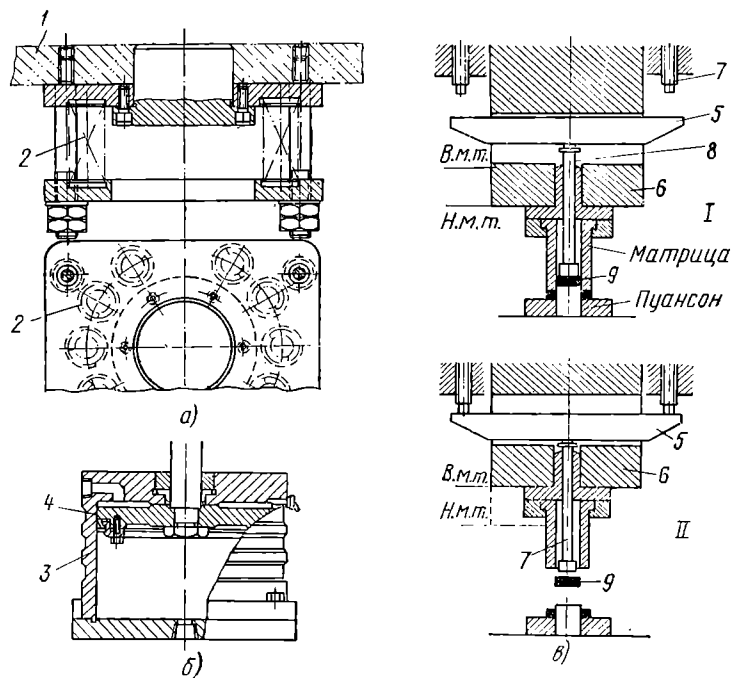


Рис. 105. Выталкиватели кривошипного пресса:

а — нижний многопружинный, б — нижний пневматический, в — верхний с поперечной планкой (I — конец штамповки, II — выталкивание); 1 — стол прессы, 2 — пружины, 3 — пневматический цилиндр, 4 — поршень, 5 — планка выталкивателя, 6 — ползун, 7 — упоры, 8 — стержень выталкивателя, 9 — полуфабрикат

В устройствах второго типа в систему маховик — муфта ставят шпильки, срезаемые при перегрузке и освобождающие маховик, или эта система сконструирована так, что обеспечивает пробуксовывание ведомой фрикционной муфты при перегрузке прессы.

Для выталкивания отштампованных полуфабрикатов из нижней части штампа или для создания усилия на складкодержателе или прижиме штампа прессы оснащают механическими или пневматиче-

скими устройствами. Иногда их называют буферами (обычно механические) или подушками (обычно пневматические). Давление этих устройств передается на соответствующие детали штампа штифтами, пропускаемыми через отверстия плиты стола прессы.

В механических прижимных или выталкивающих устройствах усилие создают пружины, а в пневматических — сжатый воздух, надавливающий на поршень выталкивателя. Выталкивание полуфабрикатов из верхней половины штампа может осуществляться при помощи поперечной планки 5 (рис. 105, а, б, в) или пружинным устройством. Планка 5 помещается в горизонтальном отверстии ползуна 6. При его движении вверх планка задерживается упорами 7, укрепленными на станине прессы, и толкает стержень выталкивателя 8, который надавливает на отштампованный полуфабрикат 9 и выбрасывает его из штампа.

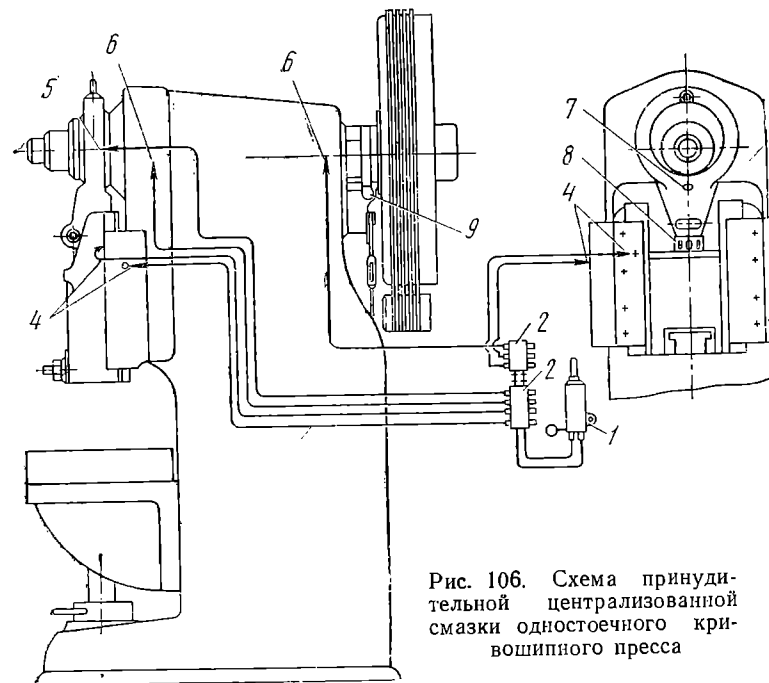


Рис. 106. Схема принудительной централизованной смазки одноствоечного кривошипного прессы

У некоторых мощных двухствоечных прессы столы делают выдвигаемыми. Такой стол выдвигают и укрепляют на нем штамп и затем вместе со штампом вдвигают в штамповое пространство. Это значительно сокращает трудоемкость и облегчает работы по установке штампов, особенно крупных и тяжелых.

Современные прессы оснащают системой принудительной централизованной смазки (рис. 106), состоящей из насоса 1, подающего смазку, питателей и распределителей 2 смазки и подводных

трубопроводов 3. Густая смазка в централизованном порядке подается к коренным подшипникам кривошипного вала 6, к направляющим 4 ползуна и по гибкому шлангу к головке 5 шатуна. Жидкую смазку подают к винту 7 шатуна, к шаровой опоре 8 винта и к муфте включения 9. Теперь ряд прессов оснащают системой, обеспечивающей непрерывную циркуляцию и очистку смазки.

Управление кривошипными прессами может осуществляться ножной педалью 4 или вручную двумя кнопками 5 (см. рис. 95) или кнопками, имеющимися на кнопочной станции 3 (рис. 107). У современных прессов все эти органы управления электрические и действуют на золотник, открывающий или закрывающий доступ воздуха в пневматическую систему фрикционной муфты или в пневматический цилиндр, перемещающий тягу включения жесткой муфты.

Прессы, управляемые педалью и рукоятками или кнопками, обязательно оснащают блокирующим переключателем, обеспечивающим управление прессом с помощью одной из названных систем.

Педаль включения 4 (см. рис. 95) должна обязательно иметь сверху защитный щиток, предохраняющий от случайных включений. Кнопки и рукоятки двуручного включения располагают на таком расстоянии друг

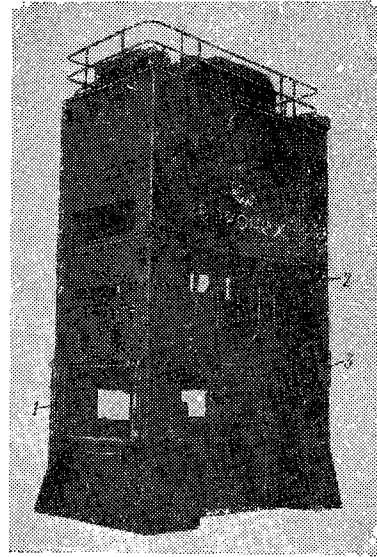


Рис. 107 Двухстоечный закрытый пресс простого действия К-383А усилием 2500 тс

от друга, чтобы их нельзя было включить одной рукой. Это обязательное условие безопасности работы на прессах.

Кривошипные прессы двойного и тройного действия предназначают для глубокой вытяжки сложных деталей. Пресс двойного действия (рис. 108, а, б) имеет два ползуна, из которых внутренний перемещается внутри внешнего. Наружный ползун, прижимающий заготовку, приводится в действие от кривошипного вала с помощью кулачкового или рычажно-кулачкового механизма. Внутренний ползун осуществляет вытяжку. Он приводится в действие непосредственно кривошипным валом.

Конструкция прессов такова, что наружный ползун в нижней мертвой точке останавливается и задерживается до тех пор, пока не будет осуществлена вытяжка.

Прессы тройного действия обычно имеют три ползуна: два верхних (наружный и внутренний) и один нижний, располагающийся внутри стола. Кроме того, такие прессы могут иметь два верхних ползуна и подвижной стол. Верхние ползуны работают так же, как

и у прессов двойного действия. Нижний перемещается в направлении, противоположном направлению движения верхних ползунов, и осуществляет дополнительную вытяжку или формовку металла в этом направлении.

Прессы двойного и тройного действия, как правило, делают двухстоечными закрытыми. Конструкции их весьма разнообразны. Номинальное усилие этих прессов достигает нескольких сот тонн.

Кривошипные прессы могут работать: одиночными ходами, автоматически, когда ходы непрерывно следуют один за другим, и толчками, когда ползун перемещается только на небольшую часть величины хода (возможно только при наличии фрикционной муфты).

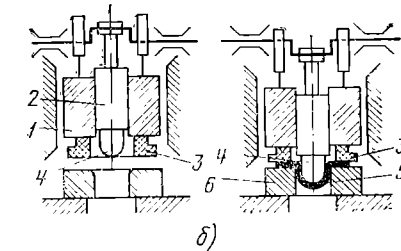
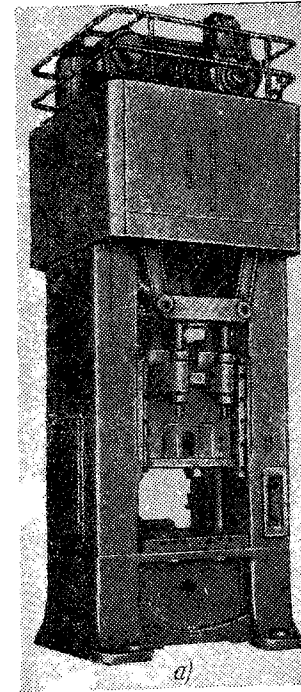


Рис. 108. Одностоечный закрытый пресс двойного действия К-471Б усилием 100 тс:

а — общий вид, б — схема положения ползунов до начала и в конце штамповки; 1, 2 — наружный и внутренний ползуны, 3 — прижим, 4 — пуансон, 5 — деталь, 6 — матрица

Кривошипные прессы выпускаются с усилием от 2—2,5 тс [20—25 кН] до 2000 тс [20 МН] и более.

Кривошипные прессы характеризуются следующими показателями: величиной их номинального усилия в тонно-силах (тс); величиной рабочего хода в миллиметрах (мм); числом двойных ходов в минуту; величиной рабочего усилия второго и третьего ползуна (для прессов двойного и тройного действия); размерами стола; формой и размерами отверстий в столе ползуна; закрытой или открытой высотой; расстоянием между стойками; наличием или отсутствием выталкивателей и средств автоматизации; габаритными размерами; электрической мощностью; массой и др.

Данными технической характеристики пресса руководствуются при выборе пресса, при решении вопросов о рациональности его использования, при проектировании технологии штамповки и штам-

пов. Данные технической характеристики вносят в паспорт прессы. Чеканочные прессы (рис. 109, а, б) применяют для калибровки, чеканки, правки, когда необходимо создать большое удельное давление при малом ходе ползуна. Это закрытые двухсторонние прессы, имеющие кривошипно-шатунный механизм 1, приводимый в действие электродвигателем 2. Шатун 3 прессы соединяется с «ломающимися» рычагами-коленами 4, перемещающими ползун 5. Такое устройство позволяет при относительно малом крутящем моменте на валу привода получать значительное усилие в конце рабочего хода ползуна. Номинальное усилие чеканочных прессов достигает 4000 тс [40 МН] и более.

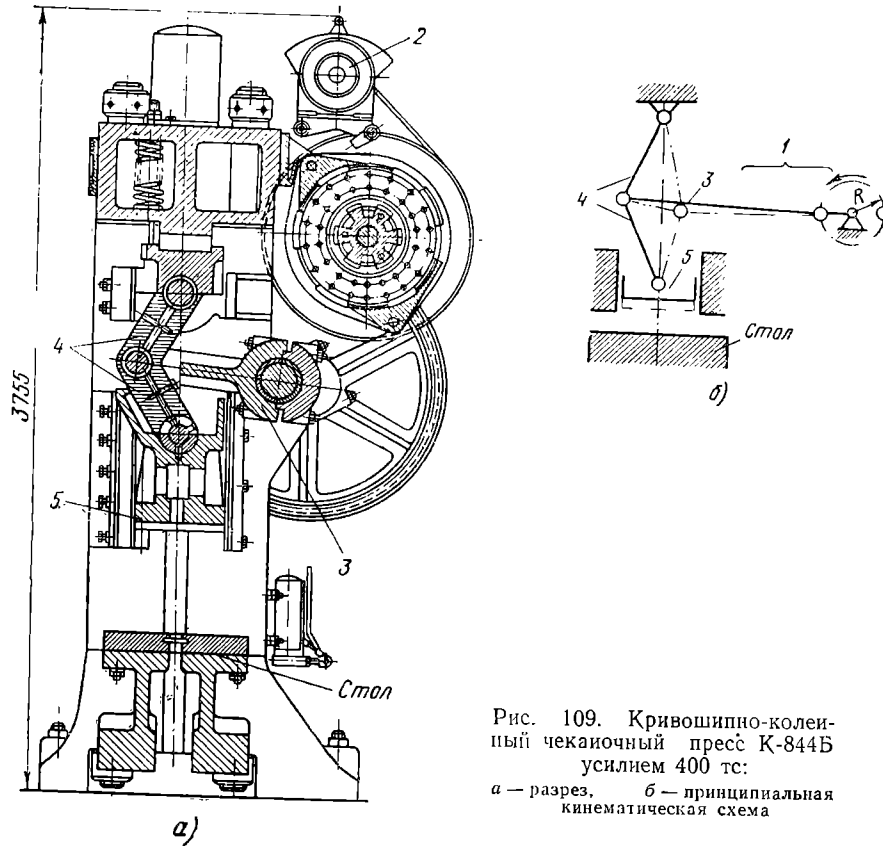


Рис. 109. Кривошипно-колеиный чеканочный пресс К-844Б усилием 400 тс:
а — разрез, б — принципиальная кинематическая схема

На винтовых фрикционных прессах выполняют вытяжку, гибку, формовку, правку листовых полуфабрикатов, высадку и калибровку объемных деталей и некоторые другие работы.

Винт 10 (рис. 110, а, б) винтового фрикционного прессы ходит в неподвижной гайке 8, установленной в станине 2. На верхнем конце винта находится маховик 7, установленный между дисками 6, приводимыми в движение электродвигателем 4 с помощью клиноременной передачи 5. Перемещаясь вдоль горизонтальной оси, диски 6 могут попеременно прижиматься к маховику 7 или отходить от него.

Силы трения, возникающие при соприкосновении дисков с маховиком, заставляют его вращаться. Направление вращения маховика, а соответственно и направление движения винта (вверх или вниз) зависит от того, какой из дисков (правый или левый) прижат к маховику. К нижнему концу винта прикрепляется ползун 9, который вместе с винтом ходит вверх и вниз в направляющих 3 станины. Штмп устанавливается на столе 1.

Штамповка на таких прессах осуществляется ударом за счет энергии, накопленной вращающимся маховиком, винтом и движущимся вниз ползуном. Эти прессы изготавливаются с номинальным усилием до 630 тс [6,3 МН], а иногда и более.

Современные винтовые прессы изготавливаются с закрытым приводом.

§ 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ

На гидравлических прессах осуществляют вытяжку, формовку, гибку листовых полуфабрикатов, прямое и обратное выдавливание объемных заготовок и др.

Основные преимущества гидравлических прессов по сравнению с кривошипными следующие: возможность создания очень больших

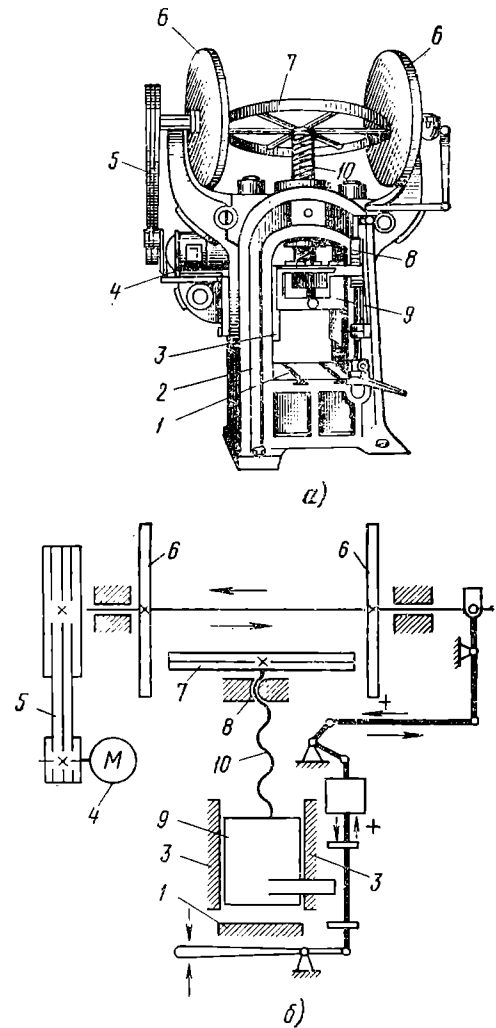


Рис. 110. Винтовой фрикционный пресс:
а — общий вид, б — кинематическая схема

рабочих усилий и постоянство усилия в любом положении хода ползуна; нечувствительность к перегрузкам; постепенное и плавное надавливание деформируемого инструмента; постоянство скорости движения ползуна и возможность ее регулировки; возможность изменения длины хода; бесшумность работы. Однако при этих достоинствах гидравлические прессы часто оказываются конструктивно сложнее кривошипных, дороже и менее производительными.

Гидравлические штамповочные прессы выпускаются простого, двойного и тройного действия с номинальными усилиями от нескольких тонн до десятков тысяч тонн.

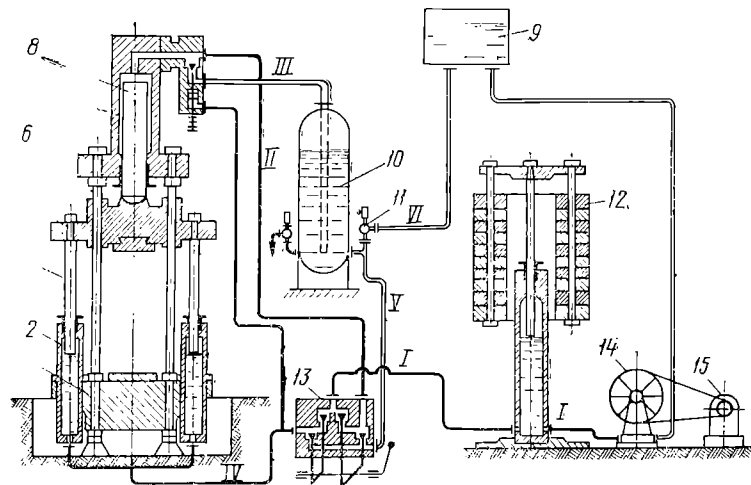


Рис. Схема устройства гидравлического прессы с насосно-аккумуляторной установкой

Гидравлические прессы могут иметь индивидуальный привод от отдельного гидравлического насоса или получать рабочую жидкость высокого давления от насосно-аккумуляторной установки, обслуживающей ряд прессов. В качестве рабочей жидкости применяют минеральное масло, эмульсии или воду, подаваемые под давлением от 25 до 400 кгс/см² [2,5 до 40 МН/м²].

Рабочий цилиндр 7 гидравлического прессы (рис. 111) прикрепляется к верхней неподвижной поперечине 6 или изготовляется заодно с ней. Эту поперечину иначе называют архитравом. Она соединяется колоннами 5 с нижней поперечиной 1, устанавливаемой на фундаменте. Рабочий (главный) плунжер 8 прессы соединен с подвижной поперечиной — траверсой 4, которая при движении направляется колоннами 5. К подвижной и нижней поперечинам соответственно прикрепляются верхняя и нижняя половины штампа.

Рабочее движение подвижной поперечины 4 осуществляется главным плунжером 8, а обратное движение — возвратными плунжерами 3 подъемных цилиндров 2.

При работе гидравлического прессы различают: холостой ход траверсы вниз до соприкосновения верхней половины штампа с деформируемым металлом; рабочий ход — часть хода, обеспечивающая деформирование металла, и обратный ход — ход траверсы вверх.

Пресс с питанием от аккумуляторной установки работает так: электродвигатель 15 (рис. 111) приводит в действие насос 14. Жидкость поступает в насос из открытого сливного бака 9, сжимается и по трубопроводу I подается через аккумулятор в распределитель 13, который служит для управления работой прессы. Из распределителя жидкость высокого давления по трубопроводу II поступает в рабочий цилиндр 7 и давит на рабочий плунжер 8. По окончании рабочего хода рукояткой перемещают клапаны распределителя.

Рабочая жидкость по трубопроводу IV поступает в цилиндры обратного хода 2, и возвратные плунжеры 3 поднимают траверсу 4. При этом жидкость из рабочего цилиндра, минуя распределитель, стекает по трубопроводу III в закрытый резервуар 10, установленный у прессы.

Жидкость, находящаяся в резервуаре 10 под давлением, обеспечивает ускоренный холостой ход вниз подвижной траверсы 4 прессы.

При обратном ходе рабочего плунжера 8 в резервуар 10 поступает больше жидкости, чем расходуется из него при холостом ходе траверсы 4 вниз. Избыток жидкости, накапливающийся в резервуаре 10, во избежание его переполнения через перепускной клапан 11 по трубопроводу VI направляется в открытый сливной бак 9, питающий жидкостью насос.

Трубопровод V соединяет распределитель 13 с резервуаром 10. Аккумулятор 12 сохраняет запас жидкости высокого давления, которая расходуется при работе прессы. Этот запас пополняется в промежутках между ходами прессы.

В зависимости от размеров и назначения гидравлический пресс имеет один или несколько рабочих цилиндров.

Гидравлические прессы изготавливают с направляющими колоннами (см. рис. 111) или станинными (рис. 112). У первых траверса перемещается по двум или четырем направляющим колоннам (стойкам). Вторые имеют стальную сварную станину: двухстоечную закрытую (рис. 112) или консольную. У станинных прессов, как и кривошипных, ползун перемещается в направляющих станины.

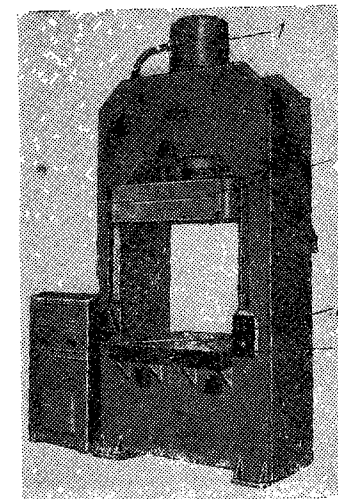


Рис. 112. Гидравлический пресс усилием 250 тс с индивидуальным насосом для штамповки небольших листовых деталей: 1 — цилиндр, 2 — верхняя плита, 3 — стол, 4 — кнопки управления

Гидравлические прессы оснащают плунжерными гидравлическими выталкивателями, устанавливаемыми в столе прессы.

У гидравлических прессов двойного действия внешний и внутренний ползуны приводятся в действие от отдельных цилиндров.

Гидравлические прессы могут работать в толчковом режиме, единичными ходами и автоматически.

В штамповочных цехах, кроме универсальных гидравлических прессов, применяют специальные гидравлические прессы и машины: прессы для правки, прессы для гибки, обтяжные машины, машины для правки листов растяжением, прессы для штамповки жидкостью, прессы для пакетирования отходов и др.

§ 4. ПРЕССЫ-АВТОМАТЫ

В массовом производстве экономически целесообразно применять прессы-автоматы. При листовой штамповке это главным образом многопозиционные прессы и прессы с нижним приводом, а для холодной объемной — кривошипные прессы-автоматы для холодного прессования (выдавливания) и холодно-высадочные автоматы.

Многопозиционные кривошипные прессы-автоматы (рис. 113) выполняют за один ход ползуна ряд операций, например вырубку, пробивку, гибку, вытяжку, отбортовку и др., осуществляемых в последовательно установленных простых штампах (5—12 и более). Эти прессы двухстоечные. Их коленчатый вал имеет два и более колен. Для выталкивания полуфабрикатов из штампов ползуны и стол прессы оснащают соответствующим количеством верхних и нижних выталкивателей.

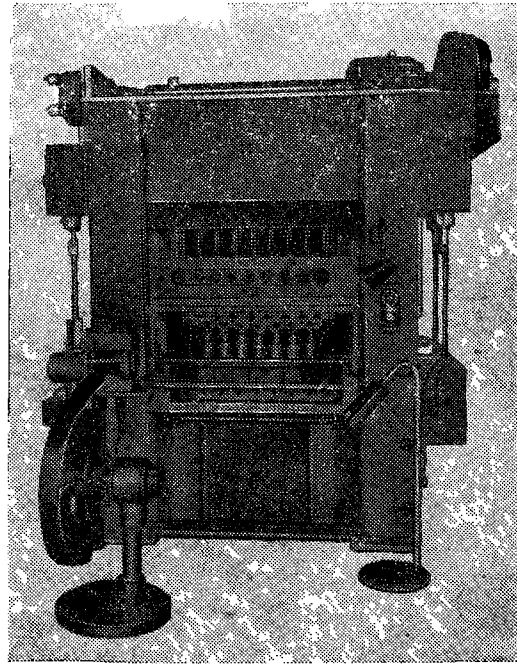


Рис. 113. Многопозиционный кривошипный пресс-автомат с закрытым приводом А6124 для листовой штамповки

Многопозиционные прессы применяют для штамповки из ленты или из штучных заготовок. Лента подается в первый штамп валками, а штучные заготовки — револьверным диском.

Полуфабрикаты перемещаются из одного штампа в другой специальным механизмом.

Новые многопозиционные прессы-автоматы имеют закрытый кривошипный механизм.

На многопозиционных прессах штампуют цоколи электрических ламп, сепараторы шариковых подшипников, небольшие детали автомобилей и т. д. Отличаясь высокой производительностью (до 1000—2000 и более деталей в час), такой пресс заменяет 7—12 простых прессов.

Прессы-автоматы с нижним приводом применяют главным образом для штамповки из ленты мелких листовых деталей в несколько переходов. Эти прессы имеют кривошипный механизм 1 (рис. 114), установленный ниже стола прессы. Его возвратно-поступательное движение передается с помощью цилиндрических колонн 4 верхней траверсы 3. Нижнюю половину штампа устанавливают на столе 6 прессы, а верхнюю прикрепляют к траверсе.

Перемещение ленты обычно осуществляется двусторонней валковой подачей 2, 5, приводимой от кривошипного вала. Такие прессы могут иметь номинальное усилие от 10 до 300 тс [от 0,1 до 3 МН] и более. Число ходов в минуту может достигать 100—350 и более. Благодаря применению направляющих колонок и верхней траверсы эти прессы отличаются высокой точностью направления подвижной части штампа.

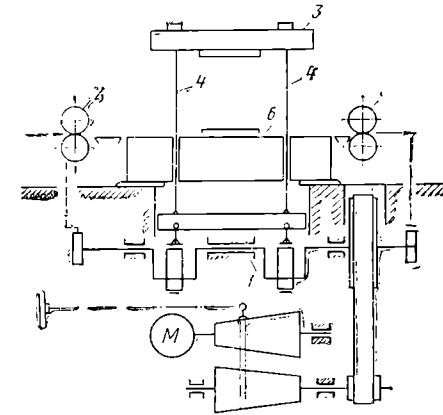


Рис. 114. Схема многопозиционного кривошипного пресса-автомата с нижним приводом для листовой штамповки

Кривошипные прессы-автоматы для холодного выдавливания могут быть вертикальные и горизонтальные. Они отличаются повышенной жесткостью кривошипно-шатунного механизма и усиленными направляющими ползуна. Для автоматизации подачи заготовок прессы оснащаются специальными устройствами.

Холодновысадочные автоматы представляют собой специальные кривошипные машины с горизонтальным рабочим движением.

Такие автоматы имеют валковое устройство для подачи пруткового или бунтового металла, устройство для отрезки мерных заготовок и механизм для перемещения заготовок из одной позиции в другую. Эти автоматы высокопроизводительны — штампуют до 250 деталей в минуту, а иногда и более. Их широко применяют как отдельно, так и в составе автоматических линий для изготовления болтов, гаек, заклепок и других изделий.

Теперь на холодновысадочных автоматах успешно штампуют и более сложные объемные изделия небольших размеров (фасонные гайки, переходники, поршневые пальцы и др.).

Холодновысадочные автоматы подразделяют на автоматы для стержневых и коротких деталей. По количеству штамповочных позиций различают: однопозиционные автоматы для высадки несложных деталей (заклепок, винтов, болтов и т. д.) и многопозиционные (до 7 позиций), применяемые для штамповки деталей сложной формы (фасонные гайки, шаровые пальцы с полый и цельной головкой и др.).

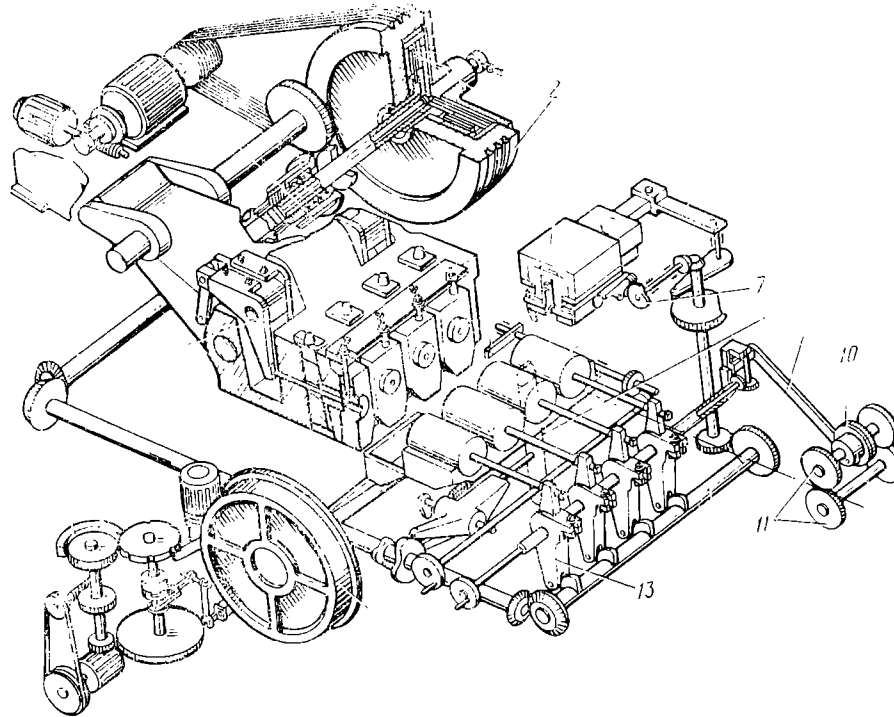


Рис. 115. Кинематическая схема многопозиционного автомата А1920:

1 — микропривод (электродвигатель и редуктор), 2 — маховик с фрикционной муфтой включения, 3 — регулируемый упор, 4 — каретка механизма переноса, 5 — привод механизма переисоса, 6 — матричный блок, 7 — механизм раскрытия клещей, 8 — механизм отрезки, 9 — привод механизма подачи, 10 — обгонная муфта, 11 — подающие ролики, 12 — кулачковый распределительный вал, 13 — механизм выталкивания заготовок из матриц, 14 — механизм выталкивания из пуансонов, 15 — бункер резьбонакатного устройства, 16 — резьбонакатное устройство

Однопозиционные автоматы бывают одно-, двух-, трех- и четырехударные, т. е. на заготовку, установленную в неподвижной матрице, действуют соответственно одним, двумя, тремя или четырьмя пуансонами. Каждый пуансон совершает рабочий ход за один оборот коленчатого вала, таким образом, например, четырехудар-

ный однопозиционный автомат совершает цикл изготовления детали за четыре оборота коленчатого вала.

В многопозиционных автоматах обычно в каждой позиции совершается один рабочий ход пуансона, после чего заготовка автоматически переносится на другую позицию.

Многопозиционные холодновысадочные автоматы более производительны и обеспечивают возможность получения деталей сложной формы.

Кинематическая схема многопозиционного автомата А1920 показана на рис. 115. Автомат предназначен для полного изготовления болтов, включая накатку резьбы.

Холоднотянутый бунтовой металл (на схеме не показан) подается роликами 11 по упору 3. При помощи механизма отрезки 8 от бунта отрезается мерная заготовка и передается на первую позицию высадки матричного блока 6.

Перемещение заготовки из одной позиции в другую осуществляется механизмом перемещения, закрепленным на каретке 4. Выталкивание заготовок из матриц производится шпильками механизма выталкивания 13, который приводится кулачковым распределительным валом 12. После изготовления болты автоматически подаются в бункер 15 резьбонакатного устройства 16.

Привод автомата осуществляется от электродвигателя. Микропривод 1 служит для привода механизмов автомата в процессе наладки. Автомат оснащен также механизмом 14 выталкивания деталей из пуансонов, что расширяет возможность применения данного автомата.

§ 5. ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Бесперебойность, должная экономичность и безопасность работы штамповочного оборудования обеспечиваются только при правильной его эксплуатации. Перед началом работы пресс следует привести в порядок, т. е. убрать все посторонние предметы, смазать трущиеся поверхности, пользуясь установленными на прессе масляным насосом или ручной масленкой.

Тавотницы необходимо пополнить солидолом (тавотом) и вернуть крышку на несколько оборотов, чтобы смазка поступила к трущимся частям. Затем следует спустить конденсат из пневматических систем и включить подачу сжатого воздуха, проверить его давление и отрегулировать его поступление в муфту сцепления и выталкивателя. Если пресс имеет балансировочные цилиндры, их заполняют сжатым воздухом.

Затем проверяют состояние ограждающих и предохранительных устройств, а также правильно ли установлен и надежно ли закреплен штамп. Если штамп не установлен, его устанавливают и налаживают (см. главу X). Перед установкой штампа и перед началом работы при установленном штампе целесообразно проверить работу пресса на холостом ходу.

По окончании работы пресс и рабочее место приводят в порядок. Точность работы прессы и износ его деталей систематически проверяют в сроки, установленные графиком, разработанным механиком цеха. Одновременно с проверкой состояния прессы обычно производят регулировку всех его устройств и механизмов, подтягивают болты, гайки, подшипники и т. д.

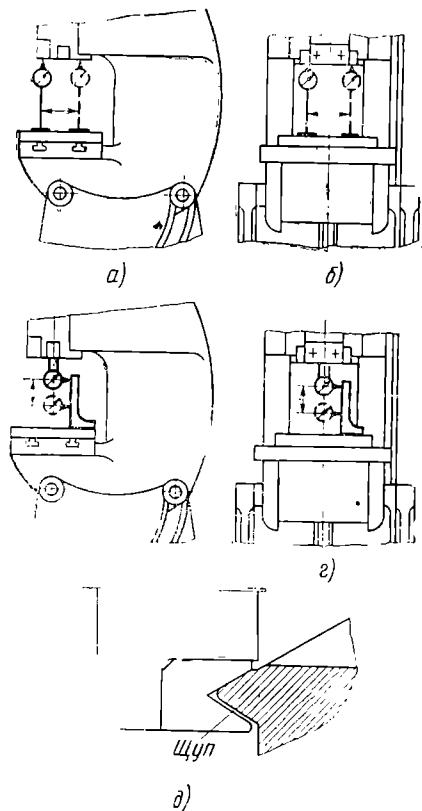


Рис. 116. Методы проверки точности работы прессы:

а, б — на параллельность поверхности стола или подштамповой плиты нижней поверхности ползуна, в, г — на перпендикулярность хода ползуна плоскости стола прессы или подштамповой плиты, д — зазоры между ползуном и направляющими (щупом)

проверку биения маховика в осевом и радиальном направлениях и др. (рис. 116, а—д).

Базовой плоскостью для основных проверок прессы на точность служит плоскость его стола.

Плоскостность стола и нижней поверхности ползуна проверяют линейкой и щупом. Проверочную металлическую линейку прикладывают проверочной гранью к измеряемой поверхности. Щупом прове-

ряют просвет между поверхностью стола (или ползуна) и линейкой.

Такие же проверка и регулировка должны быть выполнены по требованию рабочего или мастера, если в работе прессы обнаруживаются неполадки. Состояние прессы и точность его работы обязательно проверяют после его установки (даже, если он новый), после перемещения его на новое место, после ремонтов.

Если пресс не отвечает установленным нормам точности, при штамповке может появиться брак; штампы будут скорее изнашиваться. Могут иметь место поломки штампов и самого прессы.

Методика проверки точности изготовления и сборки прессов определяется стандартами, например кривошипных прессов ГОСТ 15476—70 ГОСТ 15477—70. Нормы точности устанавливаются в соответствии с типом и размерами прессы. Проверка прессы на точность предусматривает проверку плоскостности стола, плоскостности нижней поверхности ползуна, проверку параллельности плоскости стола нижней поверхности ползуна, проверку перпендикулярности хода ползуна плоскости стола,

проверяют просвет между поверхностью стола (или ползуна) и линейкой.

Проверку производят в различных направлениях. Измеренные щупом просветы не должны превышать установленных норм. При этом допускается только вогнутость поверхности.

Перпендикулярность хода ползуна плоскости стола обычно проверяют индикатором, а также контрольными плитами, угольниками и другими инструментами.

Основным техническим документом для прессы служит его паспорт. В паспорте прессы приводятся: наименование, тип и модель прессы, его назначение, завод-изготовитель, место установки, основные параметры технической характеристики, кинематическая схема, эскизы основных узлов и деталей (коленчатого вала, стола, подштамповочной плиты и т. д.), график допускаемых усилий на ползуне, электрическая схема управления прессом, планировочные габариты фундамента и др. В паспорте прессы отводится место для записей о выполненных ремонтах и результатах проверки его точности после ремонта.

§ 6. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ

Программа КПСС предусматривает осуществление в ближайшие годы комплексной механизации производственных процессов с последующим переходом к широкой комплексной автоматизации, обеспечивающей высокую технико-экономическую эффективность производства.

Механизация и автоматизация обеспечивают значительное повышение производительности труда, более полное использование оборудования, снижение трудоемкости и себестоимости изделий, значительное облегчение условий труда и безопасность производства.

Механизация — это полная или частичная замена физического труда человека работой машин, механизмов, приспособлений. Если рабочий не только управляет машиной, но и выполняет часть производственной операции вручную, то механизацию называют частичной. Пример частичной механизации — применение устройств с ручной загрузкой, но механизированной подачей заготовок в полость штампа. Если производственную операцию от начала до конца выполняет машина, а рабочий только управляет ею, механизацию считают полной. Пример полной механизации — установка штампа на пресс с помощью манипулятора, управляемого рабочим.

При автоматизации машина по заданной программе выполняет подачу заготовок в штамп, штамповку, удаление готовой детали и отходов, а рабочий — оператор или наладчик — только контролирует ее работу. Так, например, работают многопозиционные прессы-автоматы.

Наиболее эффективны комплексная механизация и комплексная автоматизация. В этом случае механизуют или соответственно автоматизируют все производственные операции и вспомогательные

процессы по всей технологической линии, на производственном участке, в цехе. Примером могут служить автоматические линии по производству деталей автомобилей, дверных петель и др.

Механизация и автоматизация всегда обеспечивают значительное повышение производительности труда, так как при этом производительность машин используется наиболее полно. Так, например, на прессе, делающем 60 ходов в минуту при штамповке средних деталей с ручной подачей заготовок, рабочий успеваает подавать в штамп примерно 10—12 заготовок в минуту и производительность пресса используется на 15—20%. Применяя средства механизации, количество подаваемых заготовок можно увеличить примерно в 2—2,5 раза. При автоматизации производительность пресса в отдельные промежутки времени практически используется почти полностью, а за смену — на 75—80% и более, так как в течение смены часть времени все же теряется на подналадку пресса, смену штампов и другие работы. К тому же механизация значительно повышает безопасность штамповки, а автоматизация практически исключает травматизм.

При холодной штамповке в первую очередь механизмируют и автоматизируют подачу заготовок в штамп и удаление из штампа отштампованных деталей и отходов. При комплексной механизации и автоматизации технологических линий или цехов предусматривается механизация или автоматизация не только штамповки, но и вспомогательных операций и процессов: перемещений полуфабрикатов от одного пресса к другому, операций термической обработки, травления, промывки, окраски, технического контроля.

Автоматизируют укладку полуфабрикатов и деталей в определенном порядке, их упаковку, транспортировку, переработку отходов и т. д. Кроме того, автоматические линии могут обеспечивать хранение межоперационных запасов полуфабрикатов и их расходование в случае, если предыдущий агрегат остановился, а следующий продолжает работать.

Современные средства механизации и автоматизации оснащают контрольно-блокирующими устройствами, которые, контролируя автоматическое выполнение производственных и вспомогательных операций, немедленно останавливают машину или автоматическую линию при появлении неполадок в работе, при неправильной подаче или отсутствии заготовок, при появлении брака, поломке и т. д. Эти устройства могут быть электрическими, электронными, оснащенными фотоэлементами, датчиками с радиоактивными изотопами.

§ 7. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ШТАМПОВ И ШТАМПЫ-АВТОМАТЫ

В автоматизированных штампах получают детали из ленты или из отдельных заготовок. При штамповке из ленты для автоматизации штампов применяют различные крючковые, клещевые, клино-роликовые и другие встроенные подающие устройства (подаватели).

Крючок 1 одного из крючковых подающих устройств (подавателей) штампа (рис. 117) укреплен на оси 2 рычага 3. Этот рычаг качается на оси 4, установленной на стойке 5, которая прикреплена к нижней плите 10 штампа. Поворот рычага 3 ограничивается болтом 6, регулирующим шаг подачи. Рычаг 3, перемещающий крючок 1, поворачивается при надавливании на него роликом 9, прикрепленным вместе с державкой 7 к верхней плите 8 штампа.

При подъеме верхней половины штампа качающийся рычаг 3 под действием пружины поворачивается против часовой стрелки и подает крючок направо. При движении вниз, до начала деформирования заготовки, ролик 9 возвращает качающийся рычаг в начальное положение. При этом рычаг 3 переместится по часовой стрелке, а крючок, захватив ленту за очередную перемычку, сдвинет ее вправо на величину шага подачи. Окончательная фиксация ленты по шагу осуществляется ловителями штампа, входящими в пробитые отверстия ленты.

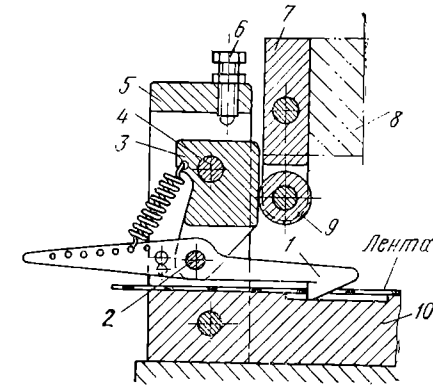


Рис. 117. Крючковое устройство для подачи ленты или полосы в штамп

Крючковые подающие механизмы могут приводиться в действие рычагом, шарнирной рычажной системой, клиньями и другими устройствами. Крючковыми устройствами подают металл толщиной от 0,3 до 6 мм при шаге подачи до 40 мм и точности подачи от $\pm 0,15$ до $\pm 0,5$ мм.

Клещевые подающие устройства штампов могут иметь захватывающие планки, эксцентрики, ролики, защелки и другие подающие механизмы. Эти устройства могут приводиться в действие клиньями, рычагами. Клещевое подающее устройство, показанное на рис. 118, а, б, приводится в действие верхней частью штампа и применяется при подаче ленты или полосы толщиной до 2 мм при ширине до 70 мм и при шаге до 50 мм. Точность подачи выдерживается от $\pm 0,05$ до 0,1 мм. Основание 1 устройства укреплено на нижней плите 13 штампа. Каретка 7 при движении верхней половины штампа вверх перемещается в направлении штамповки и перемещает полосу или ленту, зажатые защелкой 10. Каретку перемещает рычаг-баланси́р 3, поворачиваемый сухарем 2, связанным стержнем 4 с верхней плитой 6 штампа.

При движении верхней половины штампа вниз, после того как пуансон войдет в металл и лента или полоса будет им зафиксирована, ударник 5 нажимает на рычаг 9 сцепления с фиксатором 8. В результате защелка 10 освобождается и каретка под действием пружин 12 возвращается в исходное положение. Пружины растягива-

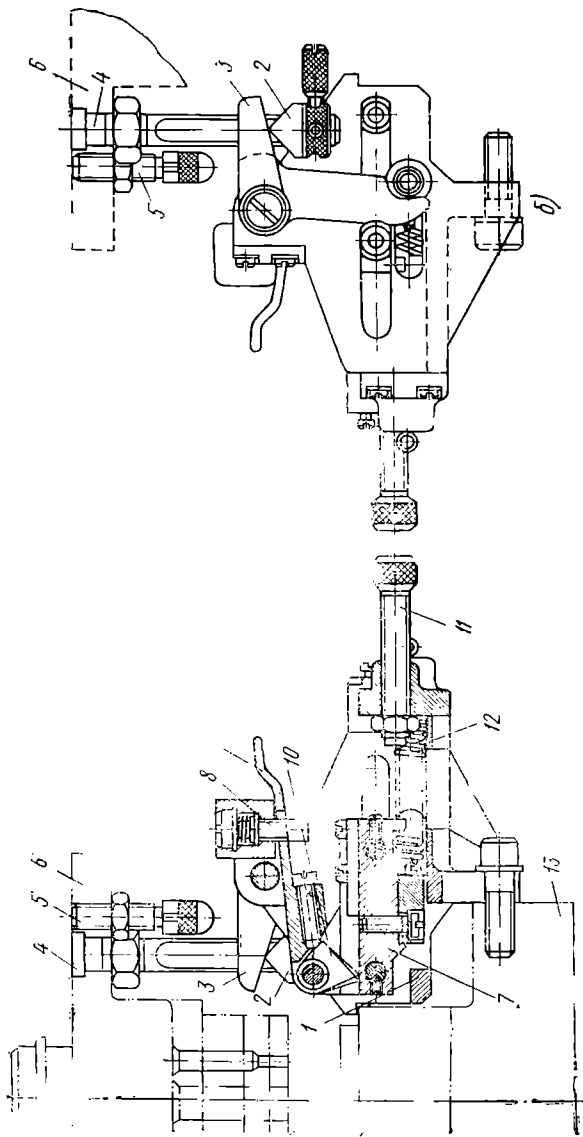


Рис. 118. Клещевое устройство для подачи полосы или ленты в штамп:
а — общий вид, б — вид сбоку

ются при движении подачи. Величину перемещения каретки регулируют упорным винтом 11.

В клещево-роликовом устройстве (рис. 119) лента защемляется двумя парами подающих роликов 2, установленных в подвижной каретке 3. Рабочее перемещение каретки осуществляется от кривошипного вала через систему тяг и рычагов, последний из которых 7 показан на рисунке. При рабочем движении каретки 3 к штампу подающие ролики 2, находящиеся в гнездах каретки, захватывают ленту 1 и подают ее на установленный шаг подачи. Обратный ход каретки осуществляется под действием пружин 6. При этом подающие ролики 2 освобождают ленту, а тормозные ролики 4, установленные в неподвижной каретке 5, зажимают ленту, не допуская ее перемещения в обратную сторону.

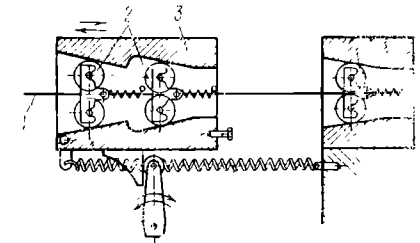


Рис. 119. Клещево-роликовое устройство для подачи ленты или полосы в штамп

Клино-роликовые устройства обычно применяют для подачи лент и полос толщиной до 3 мм, шириной до 150 мм и более, при шаге подачи до 100 мм. Автоматизацию штамповки из штучных заготовок осуществляют шиберными, револьверными и грейферными подающими устройствами.

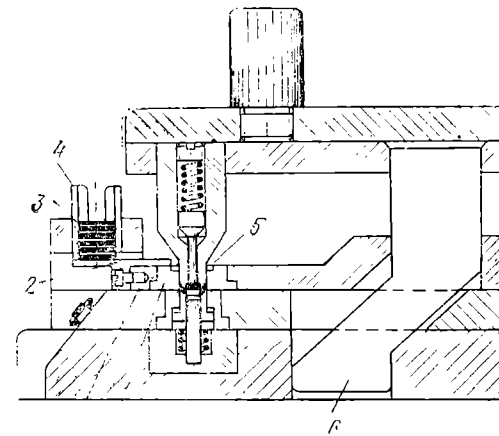


Рис. 120. Штамп с шиберным подавателем

В простейшем штампе с шиберным подавателем (рис. 120) заготовки 3 укладываются в магазин 4. Они вводятся в рабочую зону шибера 1, перемещаемым двусторонним клином 6 при подъеме и опускании верхней половины штампа. При движении клина вверх шибер вместе с установленной на нем втулкой 7 смещается влево под магазин 4 и очередная заготовка входит в расточку 5 втулки. При движении клина вниз шибер смещается влево и подает заготовку под пуансон. Отштампованный колпачок вводится выталкивателем во втулку 7 и при движении шибера налево удаляется из штампа. При движении шибера вправо магазин 4 снизу закрывается задвижкой 2, не позволяющей заготовкам вываливаться из штампа. Вместо клина шиберные подающие устройства можно приводить в движение системой рычагов, связанных с верхней половиной штампа.

В штампах с револьверной подачей устанавливают горизонтальный диск 1 с 6—8 и более гнездами 2 (рис. 121). Заготовки, помещаемые в эти гнезда, при повороте диска подаются в рабочую зону штампа. За каждый ход пресса диск автоматически поворачивается так, чтобы гнездо с очередной заготовкой вошло в рабочую зону штампа. Диск поворачивается собачкой 3, связанной системой рычагов с ползуном или кривошипным валом пресса. Заготовки обычно поступают в гнезда диска из магазина, который аналогичен магазинам, применяемым в штампах с шиберным подавателем.

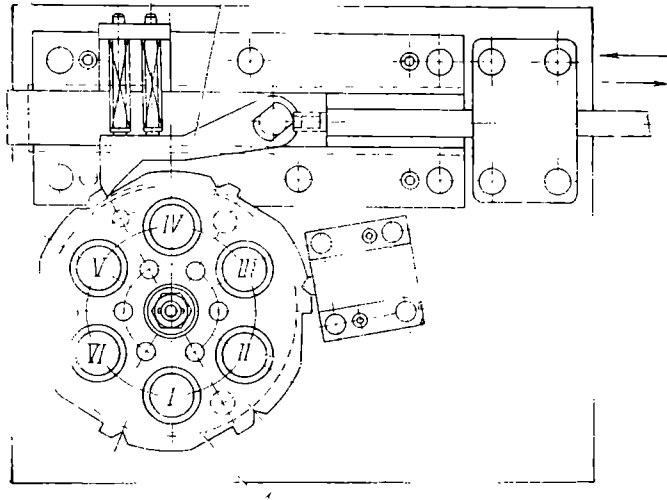


Рис. 121. Схема устройства револьверной подачи

Грейферные подающие устройства применяют в штампах относительно редко и главным образом в многопозиционных. Такие устройства приводят в действие клиньями, кулачками, пневматическими или гидравлическими цилиндрами. Принципиально грейферные подающие устройства штампов аналогичны грейферным механизмам многопозиционных прессов-автоматов.

В штампах-автоматах отштампованные детали удаляют «на провал» через отверстие матрицы и соответствующие отверстия нижней плиты штампа и стола пресса или вставляют выталкивателями в ленту, вместе с которой выводят из штампа. Отходы удаляют в виде просеченной ленты, которую наматывают на катушку или распускают на небольшие куски, сбрасываемые по лотку в тару для отходов.

При шиберной, револьверной и грейферной подачах отштампованные детали удаляют «на провал» или выводят из штампа теми же устройствами, которыми подают заготовки в рабочую зону.

Штампы с устройствами для автоматической подачи заготовок, удаления деталей и отходов называют штампами-автоматами.

§ 8. АВТОМАТИЗАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Автоматизация универсальных прессов обычно сводится к оснащению их устройствами для автоматического перемещения лент, полос или штучных заготовок, подаваемых в рабочую зону штампа, а также удаления отштампованных деталей и отходов.

Для автоматизации подачи лент и полос часто применяют валковые, клино-роликовые и клещевые устройства.

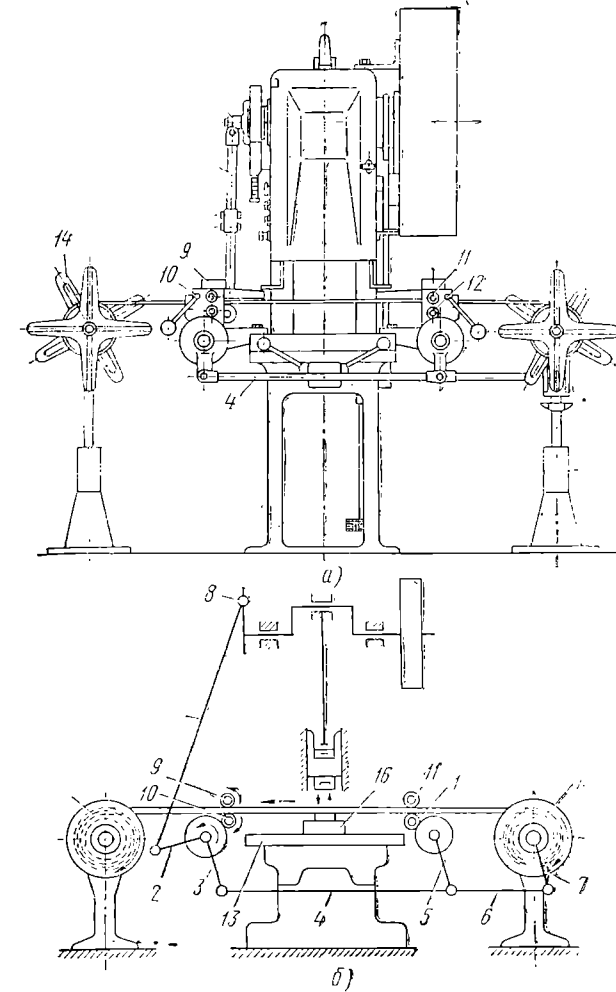


Рис. 122. Двусторонняя валковая подача:
а — общий вид, б — схема устройства (вместе с прессом); 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — система рычагов привода валков, 8 — кривошипный палец привода валков, 9, 10, 11, 12 — подающие валки, 13 — стол пресса, 14, 15 — катушки для ленты и отходов, 16 — штамп

Валковые устройства могут быть односторонними: тянущими, когда валки располагаются за штампом и тянут просеченную ленту, или подающими (толкающими), когда они располагаются перед штампом и проталкивают ленту в штамп, а также двусторонними, т. е. одновременно тянущими и толкающими (рис. 122, а, б). При таком устройстве валки располагают с обеих сторон штампа. Синхронно поворачиваясь, они протягивают ленту через рабочую зону. Валки вращаются периодически в одну и ту же сторону. Они приводятся в движение от кривошипного пресса с помощью рычагов, тяг, храповых или фрикционных устройств. Валками подают ленты толщиной от 0,3 до 3 мм при ширине до нескольких сот миллиметров. Шаг подачи выдерживают от 5 до 250 мм с точностью от $\pm 0,08$ до $\pm 0,05$ мм.

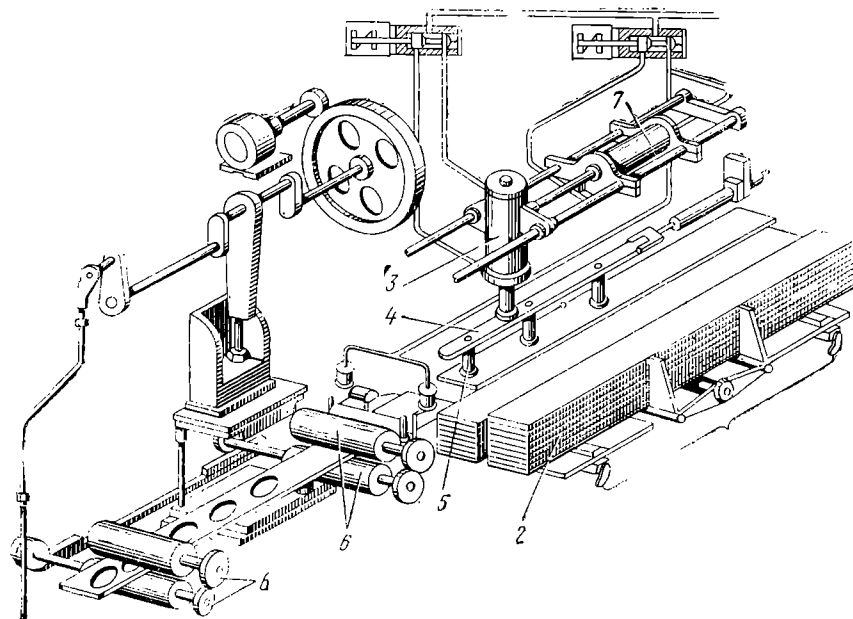


Рис. 123. Автоматический полосоукладчик

При оснащении пресса валковой подачей нередко со стороны подачи ленты устанавливают валковые устройства для правки разматываемой ленты, а с обеих сторон пресса — катушки для разматывания ленты и наматывания отходов.

Клещевые подающие устройства, устанавливаемые на прессах, бывают односторонними и двусторонними. Они могут перемещать металл захватывающими планками, эксцентриками, клино-роликными парами и другими механизмами.

Обычно они приводятся в действие механизмом, приводимым от кривошипного вала пресса.

Для автоматической подачи полос в штампы применяют полосоукладчики (рис. 123). Они работают следующим обра-

зом: на стеллаж 1 полосоукладчика укладывают стопу 2 полос. После включения полосоукладчика вертикальный пневматический цилиндр 3 опускают на верхнюю полосу захватывающего устройства 4 с пневматическими присосками или электромагнитами 5. Захватывающее устройство с помощью пневматического цилиндра 3 приподнимает полосу до уровня подающих валков 6. Горизонтальный пневматический цилиндр 7 перемещает по горизонтальным направляющим вертикальный цилиндр вместе с захватывающим устройством и полосой до подающих валков. Последние захватывают полосу и подают ее в штамп. При этом пневматические присоски или электромагниты опускают полосу и все движущиеся части полосоукладчика возвращаются в исходное положение.

Примерно также работают и листоукладчики. Разница в том, что лист подается непосредственно в штамп.

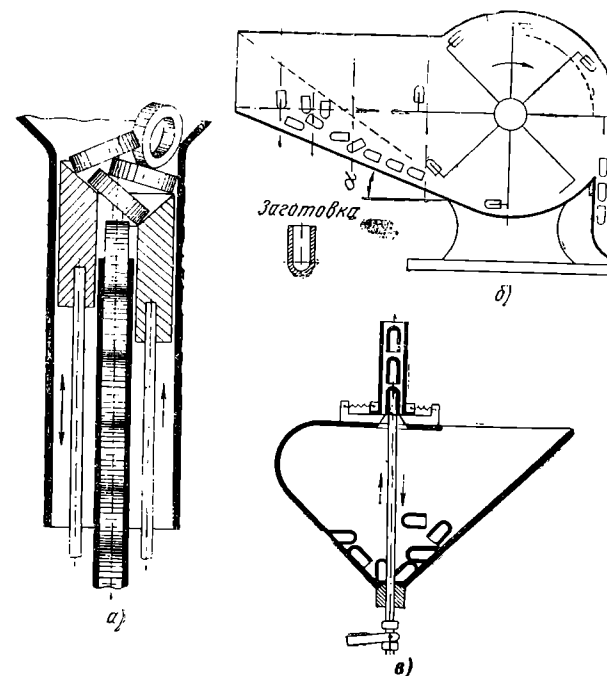


Рис. 124. Схема работы ориентирующих устройств бункеров:

а — с возвратно-поступательным движением ползунов, б — с надавливанием заготовок на вращающийся крючок, в — с надавливанием заготовок на штырь

Для лучшего отделения листов и полос друг от друга (слипающихся вследствие наличия слоя смазки) листо- и полосоукладчики оснащают электромагнитными распушителями, которые одноименно намагничивают торцы листов и полос, заставляют их отталкиваться друг от друга. Это обеспечивает надежное отделение верхней полосы или листа от пачки.

Для гарантированного предупреждения одновременной подачи двух полос или листов полосо- и листоукладчики оснащают механическими щупами или контролирующими устройствами с использованием радиоактивных изотопов. Эти устройства автоматически останавливают пресс, если одновременно подаются две заготовки.

Для автоматической подачи штучных заготовок прессы оснащаются магазинными и бункерными устройствами разных конструкций.

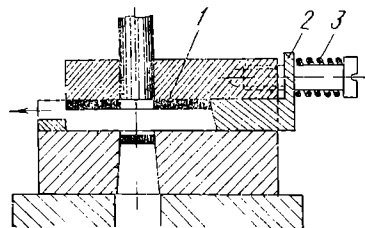


Рис. 125. Схема пружинного сбрасывателя отштампованных деталей и отходов

В магазинных подавателях заготовки определенно ориентированы. Устройство таких подавателей аналогично магазинам штампов-автоматов. Из магазина заготовки подают шиберами или револьверными питателями и другими устройствами. Такие питатели аналогичны описанным ранее и приводятся в действие от кривошипного механизма прессы с помощью отдельных пневматических или гидравлических цилиндров.

Загрузочные бункера обычно применяют для подачи мелких заготовок. Они обеспечивают ориентирование заготовок и подачу их в штамп питателя.

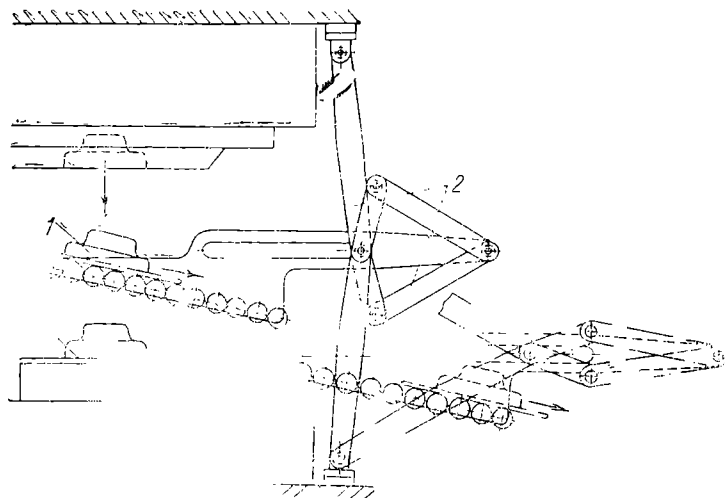


Рис. 126. Шарнирно-рычажный сбрасыватель отштампованных деталей и отходов:
1 — деталь, 2 — система рычагов, 3 — нижняя штамп

Ориентирующие устройства могут быть с возвратно-поступательным движением ползуна (рис. 124, а), с вращающимися крючками (рис. 124, б), на которые надевают заготовки типа кол-

пачков, с ориентирующими ножками-штырями (рис. 124, в), вибрационные и др.

Для удаления отштампованных деталей и отходов применяют пружинные и шарнирно-рычажные сбрасыватели, механические руки, пневматические сдуватели и другие устройства.

При использовании пружинного сбрасывателя (рис. 125) отштампованная деталь 1 после пробивки поднимается пуансоном вверх и, скользя по скосу толкателя 2, отодвигает его вправо, сжимая пружины 3. По выходе пуансона из детали она сбрасывается из штампа толкателем под действием пружины 3.

Шарнирно-рычажный сбрасыватель (рис. 126) при подъеме верхней половины штампа входит в штамповое пространство. После этого отштампованная деталь или полуфабрикат выталкивается выталкивателем из верхней половины штампа, падают на ролики сбрасывателя и складываются по ним на стеллаж. При движении ползуна вниз сбрасыватель выходит из рабочей зоны штампа.

Механические руки шарнирно прикрепляют к станине прессы. Их приводят в действие пневматическими цилиндрами, включаемыми или выключаемыми электропневматическими устройствами, автоматически срабатывающими при движении ползуна прессы. Вертикальная механическая рука (рис. 127) имеет захватывающие клещи 1, вводимые в рабочую зону штампа системой рычагов при движении ползуна вверх.

Рычаги перемещает большой пневматический цилиндр 2. Клещи-руки, захватывающие деталь, раскрываются и закрываются малым пневматическим цилиндром 3. После выведения детали из рабочей зоны штампа клещи разжимаются и деталь сбрасывается в установленное место. Кроме вертикальных рук, применяют и горизонтальные, перемещающиеся в горизонтальной плоскости.

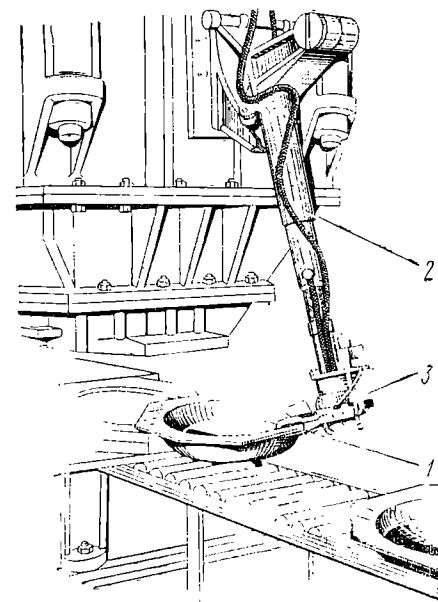


Рис. 127. Механическая рука

§ 9. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

На отечественных заводах успешно работают многие автоматические линии для листовой штамповки. Они состоят из универсального или специального оборудования, оснащенного устройствами для подачи заготовок, для удаления полуфабрикатов и отходов, для

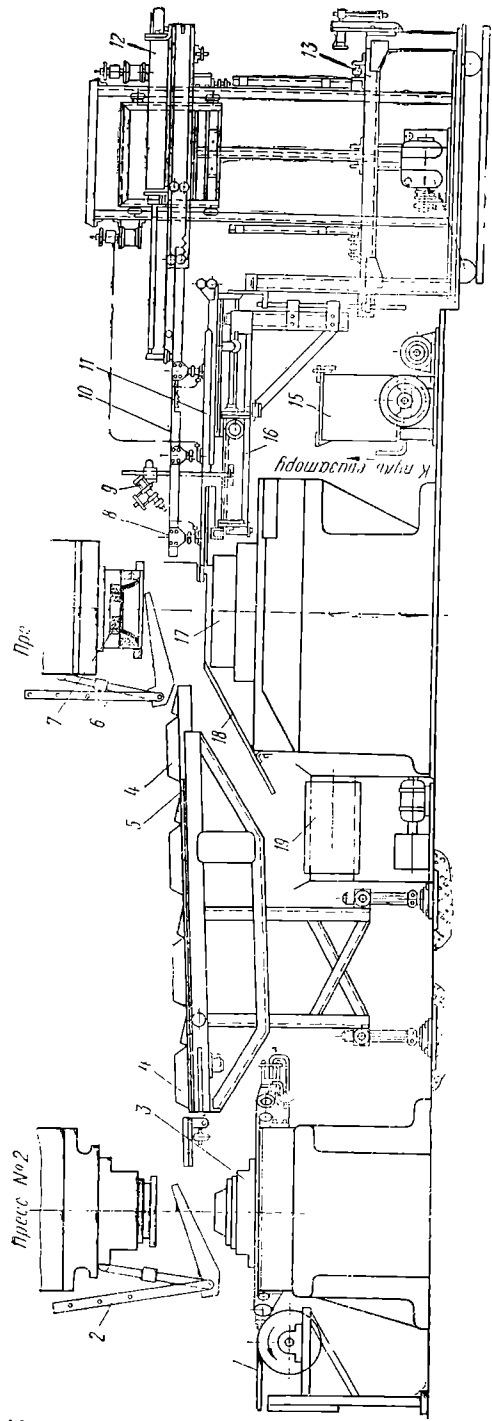


Рис. 128. Автоматическая линия для штамповки фланцев тормозных барабанов

межоперационной транспортировки и переворачивания (кантования) полуфабрикатов и других операций. На многих автоматических линиях для листовой штамповки кроме штамповочных операций осуществляют и некоторые иные: сварку, очистку деталей, термическую обработку, окраску и др.

Для межоперационного перемещения полуфабрикатов в автоматических линиях для листовой штамповки применяют шаговые, ленточные и пластинчатые конвейеры, наклонные неподвижные лотки, вибрирующие лотки и желоба.

Автоматические линии могут быть индивидуальные и групповые. Первые предназначены только для штамповки одной детали, а вторые — для штамповки нескольких однотипных деталей. Для штамповки каждой новой детали их переналаживают.

Механизмы автоматических линий приводятся в действие гидравлическими, пневматическими цилиндрами или электро-механическими устройствами. Механизмы автоматических линий имеют блокирующие системы, останавливающие работу отдельных прессов или всей линии при неполадках или поломках (прекращение подачи заготовок, неправильное перемещение заготовок и др.)

По принципу действия автоматические линии бывают с жесткой связью, с гибкой связью и комбинированные. В первых транспортирующие устройства жестко связаны и непрерывно в одном темпе передают заготовки, полуфабрикаты, детали. Такие линии могут состоять из нескольких прессов.

При большом количестве прессов эти линии разбивают на отдельные участки, которые работают самостоятельно, но синхронно.

В линиях с гибкой связью транспортирующие устройства непосредственно не связаны и могут включаться в работу очередной передаваемой заготовкой (деталью). Такие линии более удобны, они могут иметь устройства для хранения межоперационных запасов полуфабрикатов.

Комбинированные автоматические линии оснащаются жесткой или гибкой связью.

Ритм работы автоматических линий задают в зависимости от производственной программы и технических возможностей. Автоматические линии для листовой штамповки работают на автомобильных заводах, на заводах, выпускающих электро- и радиотехнические изделия, предметы народного потребления.

Примером современных автоматических линий могут служить: автоматическая линия для штамповки стальных бытовых ванн, автоматическая линия для штамповки кожуха сцепления, автоматическая линия для штамповки фланцев

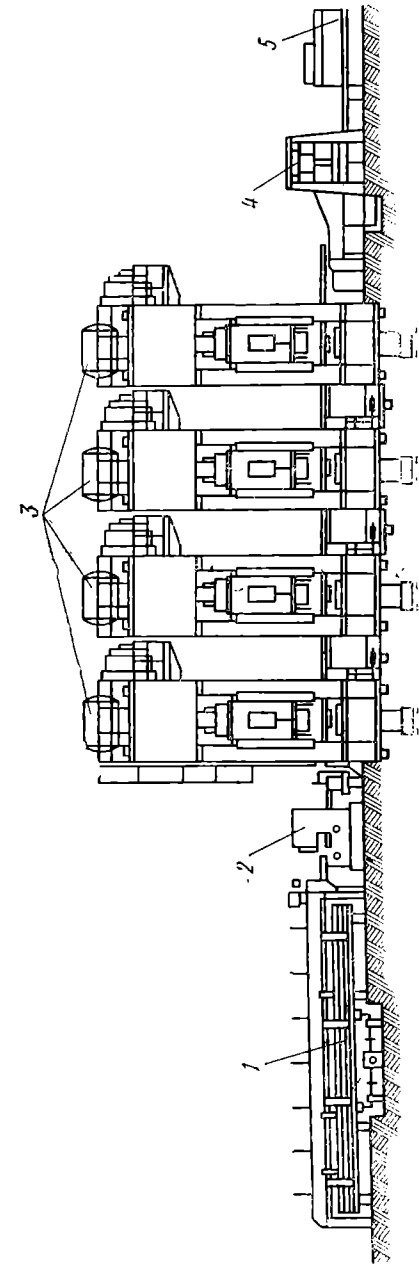


Рис. 129. Автоматическая линия для штамповки фланцевых дисков

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ МАШИН ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. ЭЛЕКТРОПРИВОД

тормозных барабанов автомобиля (рис. 128) и др. Последняя состоит из двух прессов.

В этой линии заготовки стопой укладываются на стол 13 листоукладчика, который по мере расходования заготовок поднимается электродвигателем 14. Верхняя заготовка из стопы поднимается резиновыми присосами 8, укрепленными на подвижной раме 10, перемещаемой пневматическим цилиндром 12 при помощи специальной реечной передачи.

Перемещаясь, рама подает заготовку в рабочую зону шагового подателя 11. В этом положении заготовка отделяется от присосов и опускается в рамку шагового подавателя. Последняя, перемещаясь под действием пневматического цилиндра 16, вводит заготовку в рабочую зону штампа 17 пресса № 1. Действующий при этом пульверизатор 9 наносит на заготовку распыленную смазку, которая подается из бачка 15.

После этого пресс автоматически включается, и в совмещенном штампе осуществляется вырубка заготовки и ее вытяжка. Вытянутый полуфабрикат приподнимается вместе с верхней половиной штампа, в которой он удерживается электромагнитом 7. По окончании подъема ползуна магнит выключается, и заготовка сбрасывается на лотковый сбрасыватель 6, который сбрасывает ее на межоперационный шаговый транспортер 5, приводимый в действие отдельным пневматическим цилиндром.

Отходы металла, образующиеся при вырубке заготовок, разрезаются в штампе на части и падают на наклонный лоток 18, по которому соскальзывают на ленточный транспортер 19. Шаговый транспортер перемещает вытянутую заготовку 4 и подает ее в рабочую зону штампа 3 второго пресса, где в детали пробиваются отверстия. Отштампованная деталь удаляется из этого штампа так же, как из предыдущего, с помощью электромагнитного устройства и лоткового сбрасывателя 2, сбрасывающего деталь на ленточный транспортер 1.

Другим примером автоматической линии может служить линия для штамповки фасонных дисков (рис. 129). Она состоит из ленточного подавателя 1, ножниц 2, четырех прессов 3, осуществляющих вырубку заготовок и последующую штамповку, устройства 4 для зачистки отштампованных деталей и снятия с них фасок и автоматического контролирующего устройства 5.

Контрольные вопросы

1. Какое оборудование применяется в цехах холодной штамповки?
2. Как устроен кривошипный пресс?
3. Что представляют собой прессы двойного и тройного действия?
4. Как устроен и работает чеканочный пресс?
5. Как устроен гидравлический пресс?
6. Какие виды устройств применяют для подачи штучных заготовок в штампах-автоматах?
7. Расскажите об устройстве автоматической линии для холодной штамповки.

Электрическим приводом — электроприводом — называют электромеханическое устройство, посредством которого приводят в движение рабочие органы механизмов и машин. Электропривод состоит из электродвигателя, аппаратуры управления и защиты, механической передачи. Механическая часть может состоять из муфты сцепления, редукторов, коробки скоростей и т. д.

По мере развития техники менялся тип применяемого электропривода. Вначале это был общезаводской электрический привод. Электродвигатель устанавливался в здании завода, а энергия распределялась механическими передачами. Наличие межэтажных механических передач создавало неудобства и для устранения этих трудностей стали применять групповой электропривод.

Отдельные электродвигатели большой мощности приводили в движение большие группы машин. Однако и в этом случае передача движения отдельным машинам осуществлялась посредством трансмиссий. Такой привод оставался малоэкономичным из-за больших потерь в трансмиссиях и был заменен одиночным электроприводом. Применение электропривода для каждой отдельной машины улучшило условия труда, облегчило планировку цехов, эксплуатацию грузоподъемного оборудования.

Дальнейшее развитие техники привело к созданию нового типа электропривода — многодвигательного. При этом варианте каждый производственный механизм приводится в движение отдельным, связанным только с ним электродвигателем. Такой электропривод обеспечивает автоматическое выполнение производственных операций и согласование отдельных движений.

При управлении машинами рабочий пользуется кнопками, педалями, переключателями, регуляторами скоростей. Управление электроприводом стараются максимально автоматизировать, так как быстрая смена однообразных движений, которые должен выполнять рабочий при ручном управлении, утомляет и приводит к замедлению темпа работы.

Автоматика повышает производительность труда и облегчает труд рабочего, который освобождается от тяжелого однообразного труда и становится командиром высокопроизводительного оборудования. При автоматическом управлении рабочий должен лишь подать первый импульс (нажать кнопку) на выполнение требуемого режима работы привода и контролировать его выполнение.

Для питания электроприводов обычно применяется трехфазный ток напряжением 380 В и частотой 50 Гц. Для питания мощных электродвигателей применяется напряжение 660 В.

В электроприводах машин для холодной штамповки применяют, как правило, асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором с повышенным скольжением мощностью до 100 кВт. При большей мощности используют те же двигатели, но с контактными кольцами, регулятором скольжения или сопротивлением в роторной обмотке. Кроме того, в некоторых случаях используют синхронные двигатели и двигатели постоянного тока.

Принцип действия асинхронного электродвигателя основан на использовании вращающегося магнитного поля. В простейшем случае такое поле можно получить, вращая подковообразный магнит вокруг магнитной стрелки. В этом случае магнитная стрелка будет вращаться со скоростью магнита в ту же сторону, что и магнит. Если вместо магнитной стрелки во вращающееся магнитное поле поместить замкнутый проводник, укрепленный на оси, то магнитное поле при вращении, пересекая замкнутый контур, будет наводить в нем электродвижущую силу (ЭДС) индукции.

Взаимодействие электрического тока в замкнутом проводнике с магнитным полем вращающегося магнита приведет виток во вращение, которое будет направлено в сторону вращения магнита. Из-за наличия сил сопротивления виток начнет останавливаться, скорость его уменьшится. Тогда магнитное поле вновь пересекает стороны витка и образовавшийся вращающий момент заставит виток вращаться. Скорость вращения витка всегда меньше скорости вращения магнитного поля, поэтому говорят, что вращение витка относительно поля асинхронно, т. е. неодновременно.

В асинхронном двигателе вращающееся магнитное поле создается не механическим вращением магнита, а обтеканием переменным трехфазным током неподвижных обмоток статора.

Основными частями трехфазных асинхронных двигателей являются: статор (неподвижная часть) и вращающийся ротор. Если во вращающееся магнитное поле статора поместить на оси железный цилиндрический ротор, то в теле ротора будут индуцироваться токи, которые при взаимодействии с вращающимся магнитным полем вызовут вращение ротора. Это вращение будет осуществляться со скоростью, меньшей скорости вращения поля.

Для увеличения вращающего момента двигателя и уменьшения потерь на нагрев ротор выполняют не в виде сплошного цилиндра, а из отдельных стальных дисков толщиной 0,3—0,5 мм, изолированных друг от друга. В пазы этих дисков укладываются медные или алюминиевые стержни, которые с обоих концов впаиваются в кольца. Поэтому такой ротор называют короткозамкнутым, а вид роторной обмотки называется «беличий хвост».

Статор (рис. 130) асинхронного двигателя состоит из станины, в которую запрессовывают сердечник 3, и клеммной коробки 2. Станину 1 изготавливают из чугуна, стали или алюминиевых сплавов. Сердечник статора собирают из тонких штампованных листов электротехнической стали, покрытых с обеих сторон слоем лака. В листах выштампованы пазы для укладки в них обмотки.

В подшипниковые щиты 5 запрессовывают опорные подшипники скольжения.

Клеммная коробка предназначена для крепления выводов обмотки сердечника, подвода питающей электроэнергии и изменения схемы включения и направления вращения двигателя.

Асинхронный короткозамкнутый двигатель прост по конструкции и надежен в работе. Следует, однако, отметить, что при пуске такого двигателя пусковой ток превышает номинальный в 4—8 раз, что может вызвать в сети, к которой подключен двигатель, падение напряжения.

Момент на валу асинхронного двигателя пропорционален квадрату напряжения в сети при данной скорости вращения. Поэтому в момент пуска асинхронного электродвигателя большой мощности другие двигатели, работающие с перегрузкой, могут остановиться. В связи с этим пуск асинхронного двигателя без использования средств ограничения пускового тока допускается только тогда, когда номинальная мощность двигателя не превышает 25% мощности трансформаторов, питающих сеть цеха.

Пусковой ток снижается до 1,5—2,5 от номинального при использовании асинхронных двигателей с фазным ротором с применением реостата в цепи ротора.

Асинхронный двигатель с фазным ротором в отличие от короткозамкнутого имеет контактные кольца и щетки. Применяют этот двигатель при необходимости обеспечить плавный пуск, ограничить величину пускового тока, получить большой начальный пусковой момент и иметь возможность регулировать скорость вращения электродвигателя.

Коллекторные асинхронные двигатели переменного тока на роторе (в этих машинах он называется якорем) имеют обмотку, присоединенную к коллектору электродвигателя. Якорь двигателя вращается с частотой, отличной от частоты вращения генератора, т. е. двигатель является асинхронным. Коллектор и щеточное устройство служат для преобразования тока одной частоты (в коллекторной обмотке) в ток другой частоты (в цепи, присоединенной к щеткам). Наличие коллектора позволяет широко и плавно регулировать скорость вращения двигателя без снижения мощности.

Коллекторные машины могут работать в режиме двигателя и в режиме генератора. Однако эти машины сложны и стоят в несколько раз дороже асинхронных двигателей.

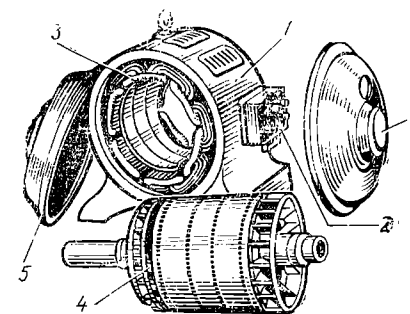
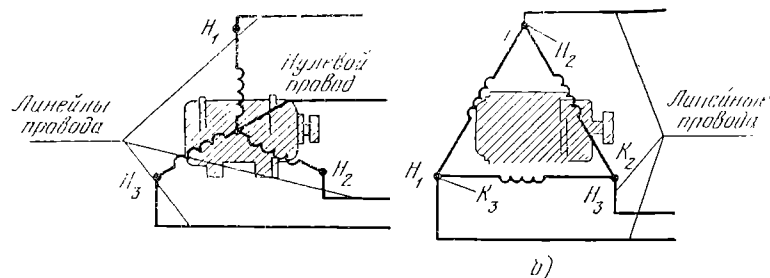


Рис. 130. Основные детали трехфазного асинхронного двигателя: 1 — станина, 2 — клеммная коробка, 3 — сердечник статора с обмоткой, 4 — ротор с вентилятором, 5 — подшипниковые щиты

Синхронные электродвигатели устроены, как и асинхронные, но на роторе у них монтируется обмотка возбуждения, имеющая такое же количество полюсов, как и обмотка статора. Обмотка возбуждения питается постоянным током от внешнего источника питания — тахогенератора, который крепится на валу якоря. Обмотка возбуждения создает магнитное поле возбуждения, которое заставляет двигатель вращаться синхронно со скоростью вращения тахогенератора.

Преимущество синхронного двигателя в том, что число его оборотов не зависит от нагрузки на валу. Конструкция ротора зависит от скорости вращения двигателя.



131. Схема соединения обмоток генератора или электродвигателя:
а — звездой, б — треугольником

Соединение обмоток статора «звездой» и «треугольником». Если три конца статорных обмоток соединить в одну общую точку 0 (нулевую точку), то получим соединение статорных обмоток, называемое «звездой» (рис. 131, а). К началам H_1, H_2, H_3 тех же обмоток подключают линейные провода, а нулевую точку 0 двигателя соединяют с нулевой точкой генератора. Провод, соединяющий нулевые точки двигателя и генератора или трансформатора, называют нулевым проводом.

Такая четырехпроводная система трехфазного тока имеет два разных напряжения. Напряжение между линейными и нулевыми проводами или напряжение между началом и концом какой-нибудь обмотки статора называется фазным напряжением. Напряжение, измеряемое между двумя линейными проводами, называется линейным напряжением. Линейное напряжение в $\sqrt{3}$ раза больше фазного.

При соединении статорных обмоток в треугольник необходимо конец одной обмотки K_1 (рис. 131, б) соединить с началом другой обмотки H_2 , конец обмотки K_2 соединить с началом обмотки H_3 и конец обмотки K_3 соединить с началом H_1 . Такое соединение обеспечивает только одно линейное напряжение, одинаковое между любыми линейными проводами.

Электрические двигатели постоянного тока. Известно, что в витке, вращающемся в магнитном поле, возникает

ЭДС, которая дважды меняет свое направление на противоположное. Для получения во внешней цепи постоянного тока применяют особое переключающее устройство — коллектор. В простейшем случае он представляет собой два изолированных полукольца, к которым выводятся обмотки якоря.

Полукольца вращаются вместе с якорем, касаясь при этом неподвижных щеток. В те моменты, когда ток в витке меняет направление, полукольца меняют щетки. Поэтому во внешней цепи ток будет иметь одно и то же направление, но будет меняться по величине. Применяя вместо одного большее число витков, можно получить постоянный ток. Коллектор и щетки в этом случае будут иметь более сложный вид.

Генераторы постоянного тока обратимы: если обмотку возбуждения и якорь генератора подключить к постоянному источнику тока, то якорь придет во вращение.

В холоднштамповочных машинах широко применяют асинхронные электродвигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором. Это дешевые, надежные и экономичные в эксплуатации двигатели, они сохраняют постоянную скорость вращения при изменении нагрузки.

При мощностях двигателя, превышающих 200 кВт, на тяжелых прессах устанавливают синхронные двигатели. Такие двигатели обеспечивают постоянную скорость вращения и при больших мощностях привода являются более экономичными, чем асинхронные.

В некоторых машинах для холодной штамповки требуется снижение скорости вращения двигателя при увеличении нагрузки. Этим требованиям удовлетворяют асинхронные двигатели с повышенным скольжением, а также асинхронные двигатели с контактными кольцами и реостатом в цепи ротора.

При необходимости широкого изменения скорости вращения в штамповочных машинах стали применять электродвигатели постоянного тока.

§ 3. АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

Аппаратура управления электродвигателями и защиты их предназначена для обеспечения пуска, изменения направления вращения (реверсирования), торможения и регулирования частоты вращения. Аппаратура управления разделяется на две основные группы: ручного (не автоматического) и автоматического управления. Защита электродвигателя осуществляется при помощи предохранителей и реле.

Современные аппараты управления пуском электродвигателей имеют главные контакты рубящего или нажимного действия, изготовленные из меди. В некоторых конструкциях медные контакты покрывают серебром для уменьшения переходного сопротивления между контактами, что снижает нагрев контактов и повышает их стойкость.

Аппаратура ручного управления. Простейшим аппаратом ручного управления машин для холодной штамповки является рубильник. Он используется в качестве вводного выключателя, предназначенного для снятия напряжения с электросхемы машины при перерыве в ее работе.

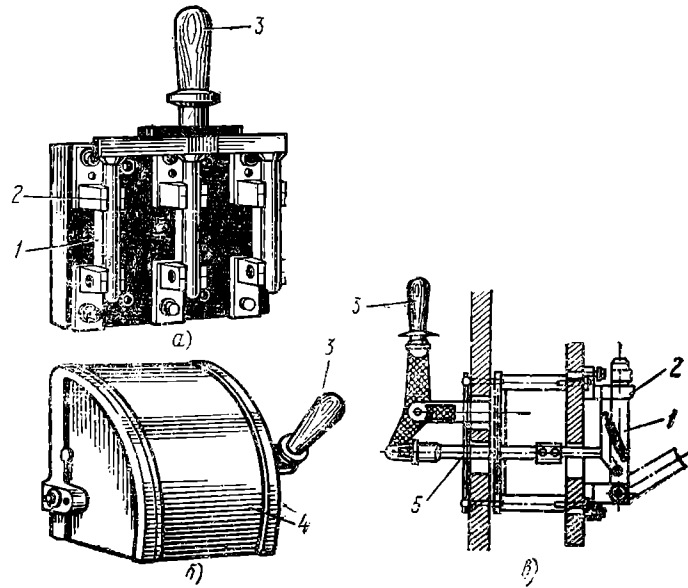


Рис. 132. Трехполюсный рубильник:
а — в открытом исполнении, *б* — в закрытом кожухе, *в* — управляемый при помощи механического привода; 1 — нож, 2 — губки, 3 — рукоятка, 4 — кожух, 5 — тяга

Рубильники бывают одно-, двух- и трехполюсные (рис. 132 *а — в*). Они могут иметь один, два или три полюсных ножа, установленных в шарнирах. Ножи скреплены траверсой из изолирующего материала. Для включения рубильника при помощи рукоятки поворачивают в шарнирах ножи и вводят их в контактные губки, а при выключении — выводят из губок.

Часто применяют рубильники с боковой и центральной рукоятками. Помимо рабочих контактов, рубильники могут быть снабжены так называемыми блокировочными контактами, рассчитанными на управление цепями малого тока. Эти цепи используются для включения сигнальных ламп.

Для управления холодноштамповочным оборудованием применяют также пакетные переключатели, являющиеся по сравнению с рубильниками весьма компактными аппаратами. Они применяются для ручного включения в электрических цепях постоянного и переменного тока.

Выключатель (рис. 133, *а, б*) имеет пружинящие контакты 8, позволяющие быстро производить разрыв и замыкание электрической сети. При повороте рукоятки 4 сначала натягивается пружина, а затем четырехгранная ось 7 под действием взведенной пружины проворачивается с большой скоростью и размыкает или замыкает контакты 5 и 8.

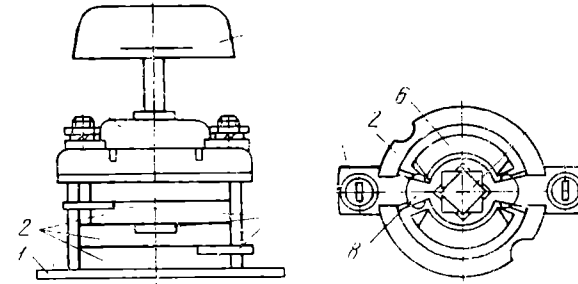


Рис. 133. Пакетный выключатель ПК:
а — общий вид, *б* — секция (пакет); 1 — скоба, 2 — изолятор, 3 — крышка, 4 — рукоятка, 5 — неподвижные контакты, 6 — искрогасительная фибровая шайба, 7 — четырехгранная ось, 8 — пружинящий подвижный контакт

Наиболее широко распространена кнопочная система включения и выключения электрооборудования машин для холодной штамповки. При такой системе включение осуществляется специальным аппаратом — контактором, который замыкает сеть рабочего тока при нажатии на кнопку включения. Под действием пружин кнопки возвращаются в исходное положение.

Кнопка «Пуск» утоплена на 5—7 мм для предотвращения случайного включения. Кнопки «Стоп» окрашены в красный цвет.

Для безопасности некоторые машины оснащают двухкнопочным включением. При такой схеме пресс можно включить только в том случае, если одновременно нажать каждой рукой на отдельную кнопку, кнопки располагают так, чтобы их нельзя было нажать одной рукой.

Нередко одновременно с кнопочным управлением применяют управление педалью. При нажатии ногой на рифленную поверхность педали последняя перемещает шток кнопочного элемента и замыкает цепь управления. Под действием пружины педаль возвращается в первоначальное положение. Педаль во избежание случайного включения защищают сверху жестким кожухом. Педальное устройство снабжают гибким шлангом, что позволяет перемещать педаль в удобное для работы место.

Контроллеры служат для переключения цепей переменного и постоянного тока и создания в них различных схем торможения и реверсирования. Контроллеры бывают барабанные, кулачковые и плоские. Барабанные контроллеры применяют для двигателей мощностью до 75 кВт при числе включения до 240 в час.

Кулачковые контроллеры применяют в цепях электродвигателей больших мощностей с числом включения до 600 в час. Плоские контроллеры применяют для дистанционного управления с пульта или щита управления.

Тумблеры применяются в оперативных цепях управления, сигнализации и местного освещения для включения и отключения цепи.

Аппаратура дистанционного управления. К аппаратуре дистанционного управления относятся: кнопки управления, командоконтроллеры, путевые выключатели, контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели, реле.

Эта аппаратура предназначена для дистанционного и автоматического управления не только отдельными механизмами, но и целыми технологическими комплексами.

Контакторы — это выключатели с электромагнитным управлением, применяемые в цепях постоянного и переменного тока в схемах с дистанционным или автоматическим управлением. Контакторы переменного тока выпускаются для работы в цепях напряжением 220 и 380 В для токов от 75 до 600 А.

Магнитные пускатели представляют собой трехфазные контакторы переменного тока с нормально открытыми главными контактами. Магнитные пускатели могут быть оснащены тепловым реле. Включают и отключают магнитные пускатели дистанционно при помощи кнопок «Стоп» и «Пуск».

Автоматизированная схема управления нереверсивного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором показана на рис. 134. Трехфазный ток к статору электродвигателя *M* поступает через трехполюсный рубильник *P*. Рубильник дает возможность отключить электродвигатель в случае ремонта или выхода из строя магнитного пускателя. Далее в силовой цепи стоят предохранители *1П*, которые обычно размещают на групповом распределительном щите. Они защищают цепь от коротких замыканий. Главные контакты *Л* контактора включают или отключают обмотку статора двигателя.

Главные контакты подключены так, чтобы подвижные контакты располагались со стороны двигателя, а неподвижные, всегда находящиеся под напряжением, — со стороны сети, что повышает безопасность обслуживания. Тепловые реле *1РТ* и *2РТ* включаются в две фазы, так как чрезмерно большой ток возможен не менее чем в двух проводах. Эти тепловые реле служат для защиты двигателя от длительных перегрузок и от работы на двух фазах.

Питание цепи управления осуществляется через рубильник и предохранители главной цепи. Кроме того, цепи управления защищены одним своим предохранителем *2П*, который защищает цепь управления от коротких замыканий. Как видно из схемы, цепь управления питается напряжением такой же величины, что и силовая цепь.

В цепь управления включены кнопки «Стоп» и «Пуск». Кнопка «Стоп» — нормально закрытая, а кнопка «Пуск» — нормально открытая. Для пуска двигателя включают рубильник и нажимают

кнопку «Пуск». Цепь катушки контактора *Л* замыкается и ток идет через предохранитель *2П*, кнопки «Пуск» и «Стоп», тепловые реле *1РТ* и *2РТ*. По катушке контактора проходит ток, сердечник катушки намагничивается, якорь втягивается и включает главные контакты. Выводы обмотки статора *C₁*, *C₂*, *C₃* соединяются с сетью питания *Л₁*, *Л₂*, *Л₃* и двигатель включается.

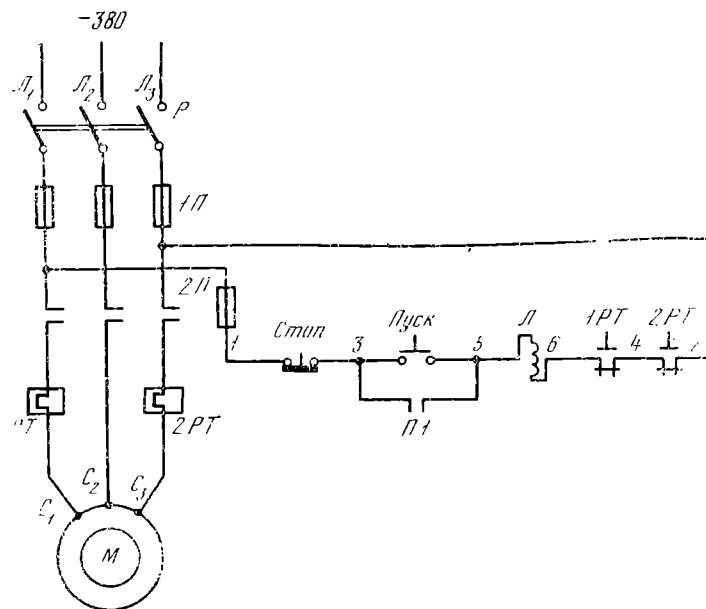


Рис. 134. Схема управления асинхронным короткозамкнутым двигателем при помощи нереверсивного магнитного пускателя

Вместе с главными контактами замыкается и блок-контакт *Л₁* и кнопку «Пуск» не нужно удерживать в нажатом состоянии. Под действием пружины она возвращается в исходное положение.

Для отключения двигателя нажимают кнопку «Стоп». При нажатии этой кнопки цепь питания катушки контактора прерывается, главные контакты под действием пружин или собственной силы тяжести размыкаются и обмотка статора отсоединяется от сети.

Данная схема осуществляет защиту двигателя от самопуска. При значительном снижении или исчезновении напряжения сети отключается контактор и отключает двигатель от сети. При этом замыкается и блок-контакт *Л₁*, так что при восстановлении напряжения пуска двигателя не произойдет.

В случае длительной нагрузки двигателя срабатывают тепловые реле и отключают контактор и двигатель. Возврат контактов реле *1РТ* и *2РТ* после отключения возможен только через определенное время, когда охладятся биметаллические пластины.

Реле представляет собой аппарат автоматического действия, включающий или отключающий электрические цепи управления и защиты под воздействием различного вида импульсов: электрических, световых, механических. В зависимости от заданных условий реле срабатывает в определенный момент технологического процесса и работы оборудования. По назначению их разделяют на реле управления и реле защиты.

Реле управления включают непосредственно в электрические цепи, но чаще через трансформаторы. Срабатывают эти реле при ненормальных или аварийных режимах.

Реле имеют следующие основные характеристики: уставка — сила тока, напряжение или время, на которое отрегулировано данное реле для срабатывания; напряжение (ток) срабатывания — наименьшее или наибольшее значение, при котором реле срабатывает; напряжение (ток) отпускания — наибольшее значение, при котором реле отключается; коэффициент возврата — отношение напряжения (тока) отпускания к напряжению (току) срабатывания.

По времени срабатывания различают реле мгновенного действия и с выдержкой времени.

Командоаппараты (командоконтроллеры) представляют собой небольшие кулачковые контроллеры, предназначенные для переключения в цепях управления с небольшими токами. Командоконтроллеры заменяют кнопки включения контактов или пускателей, непосредственно включающих силовые цепи электродвигателей. Они позволяют одной рукояткой производить операции, которые надо было осуществлять несколькими кнопками. По положению рукоятки командоконтроллера судят о состоянии электродвигателя и направлении вращения его ротора.

Путевые выключатели (или переключатели) представляют собой кнопки управления, на которые воздействует не рука человека, а непосредственно сам механизм при достижении определенного положения. В оборудовании для холодной штамповки применяются рычажные и кнопочные путевые выключатели и переключатели. Путевые выключатели имеют валик с закрепленными на нем кулачковыми шайбами. Перемещающийся механизм, воздействуя на валик, через кулачковые шайбы действует на рычаги контактов и замыкает, размыкает или переключает их.

Аппаратура защиты включает в себя: плавкие предохранители, тепловые реле, автоматические выключатели и токовые реле.

К простейшим аппаратам защиты электродвигателей и сети от чрезмерно больших токов относятся плавкие предохранители. Отключение механизма этими предохранителями осуществляется расплавлением специальной плавкой вставки, изготовленной в виде калиброванной проволоки или металлической пластины.

В штамповочном оборудовании широко применяют пробочные и трубчатые плавкие предохранители. Первые применяют для защиты цепей управления и силовых цепей с токами до 60 А, а вторые изготовляют до 350 А и устанавливают для защиты электродвигателей средних и больших мощностей. Защита электродвигателей и сило-

вых цепей плавкими предохранителями недостаточно совершенна, так как сила тока, расплавляющая плавкую вставку, зависит от условий охлаждения и от длительности протекания тока.

Недостатки плавких вставок привели к постепенному вытеснению их из современных установок автоматическими выключателями. Автоматический выключатель, сочетая в себе рубильник и предохранитель, является аппаратом как защиты, так и управления. Современные силовые щиты управления штамповочного оборудования комплектуются из трехполюсных автоматов А-3100 на ток 15÷100 А. В электроприводах небольшой мощности используются автоматы АП-25 и АП-50 на токи до 50 А. Названные выше типы автоматов называются установочными.

Отключение в установочных автоматах при коротких замыканиях и перегрузках происходит автоматически при помощи расцепителей, которые бывают тепловые и электромагнитные. Тепловой расцепитель — это биметаллическая пластина, состоящая из двух металлов с различными коэффициентами линейного расширения. Пластина, удлиняясь при нагреве от тока длительной перегрузки, воздействует на отключающий пружинный механизм автомата.

Электромагнитный расцепитель представляет собой электромагнит, воздействующий на отключающий пружинный механизм автомата и срабатывающий мгновенно при коротких замыканиях. Электромагнитный расцепитель используется также для защиты от перегрузок при прохождении тока не менее шести номиналов.

Аналогично тепловому расцепителю автомата устроено и тепловое реле. Биметаллическая пластинка теплового реле, изгибаясь, отжимает тепловой контакт. После охлаждения пластинки кнопкой возврата можно вновь включить тепловое реле. Такие реле применяют главным образом для защиты двигателей от опасных перегрузок.

Электроаппаратуру размещают в шкафах управления. Станины холоднштамповочного оборудования подвергаются значительным сотрясениям, которые могут нарушить нормальную работу электроаппаратуры. Поэтому шкафы управления размещают вблизи машин. Эти шкафы стандартизованы. Если электрооборудование содержит ряд однотипных узлов, то их собирают заранее в виде отдельных панелей с аппаратурой — так называемых блоков. В шкафах размещается вся аппаратура защиты, автоматического управления, схемы усиления и управления электроприводом, магнитные усилители, источники питания и т. д.

§ 4. ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Большинство стрелочных приборов, применяемых в измерительной технике, относятся к магнитоэлектрическим и электромагнитным.

Магнитоэлектрические приборы работают по принципу взаимодействия магнитного поля постоянного магнита и проводника, по которому проходит ток. Между полюсами магнита помещена рамка,

на которую намотана катушка из тонкой проволоки. Рамка удерживается в определенном положении пружинами. К рамке крепится стрелка. При протекании тока по катушке рамки под воздействием магнита рамка отклоняется на определенный угол. По шкале, градуированной в вольтах, отсчитывается напряжение. Такова принципиальная схема устройства вольтметра (рис. 135, а). Вольтметр всегда включается параллельно тому участку цепи, напряжение на котором измеряется (рис. 135, б).

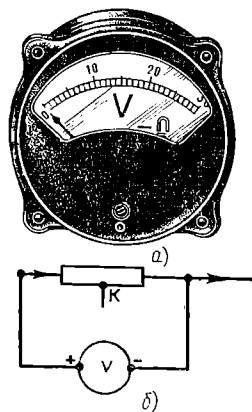


Рис. 135. Вольтметр (а) и схема его включения в цепь (б)

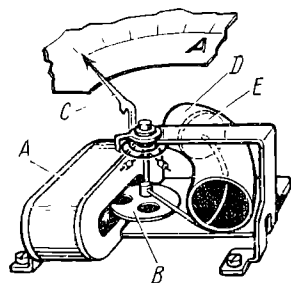


Рис. 136. Схема устройства электромагнитного прибора

Приборы электромагнитной схемы устроены так (рис. 136). Железная пластинка *B* помещена вблизи катушки *A*. При пропускании тока по катушке пластинка втягивается в катушку, поворачивая стрелку *C*. Цилиндр *D*, в котором движется поршень *E*, служит для демпфирования колебаний. Пружина, связанная с осью пластинки *B*, создает противодействующий момент. Так устроен амперметр, который всегда включается последовательно участку измеряемой цепи.

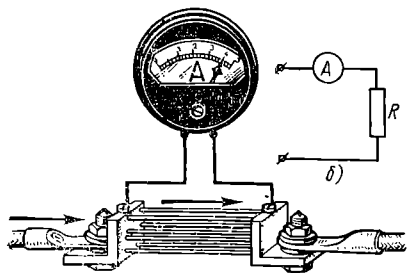


Рис. 137. Амперметр с шунтом (а) для измерения сильных токов и схема его включения в цепь (б)

Для измерения больших токов и напряжений вольтметры и амперметры включаются через дополнительные шунты (рис. 137, а, б).

Омметры применяются для проведения периодических проверок оборудования и контроля сопротивления обмоток электроприводов, обмоток катушек реле, автоматов, магнитных пускателей и наличия металлосвязи электрооборудования с заземляющим контуром. Омметр подключается

к измеряемой цепи и подбором сопротивлений стрелку прибора устанавливают на ноль. По шкалам дополнительных сопротивлений читается величина омического сопротивления измеряемой цепи.

Мегомметр представляет собой генератор постоянного тока. Эти приборы выпускают на 100, 500, 1000 и 2500 В. Применяют их для измерения прочности изоляции кабельных сетей, проводов, обмоток электродвигателей, обмоток катушек. При работе с мегомметром необходимо соблюдать правила безопасности, так как развиваемое им напряжение опасно для жизни. При работе с мегомметром в шкафах управления необходимо закорачивать предохранители, щитовые приборы, обмотки слаботочных реле, сигнальные лампочки, полупроводниковые приборы.

Измерения омметром и мегомметром проводятся раз в год при профилактическом ремонте аппаратуры, а также при выходе аппаратуры из строя.

Ваттметры применяются для измерения мощности в цепях переменного тока частотой 50 Гц. Мощность на участке цепи, обладающем активным сопротивлением, называется активной мощностью. Она характеризует величину энергии переменного тока, которая необратимо превращается в течение 1 с в другие виды энергии.

Для измерения потребляемой электроэнергии на заводской или цеховой подстанции устанавливаются счетчики активной и реактивной энергии. По показаниям счетчиков производится расчет с поставщиками электроэнергии. Счетчики в зависимости от применяемой конструкции включаются непосредственно в сеть или через трансформаторы.

Частотомеры служат для измерения частоты переменного тока в питающих цепях и включаются в цепь непосредственно до напряжения 380 В. При больших напряжениях частотомеры включаются через трансформаторы напряжения.

§ 5. СНАБЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ РАБОЧЕГО МЕСТА. ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

Крупные электростанции связываются линиями электропередач с подстанциями, от которых осуществляется снабжение промышленных предприятий электроэнергией. От подстанции электросистемы напряжение 10 кВ подается к подстанции предприятия, где происходит дальнейшее понижение напряжения до 380 В. При этом напряжении электроэнергия по кабельным и воздушным сетям и внутренним проводкам подается непосредственно к электроприемникам (электродвигателям, лампам освещения и пр.).

Для электроснабжения предприятий применяют две основные системы питания: радиальную и магистральную. При радиальной системе основные потребители питаются по самостоятельным линиям, а при магистральной — потребители присоединяются к общей распределительной цепи. Электроснабжение по магист-

ральным схемам является более надежным, дешевым и бесперебойным.

Цеховые электрические цепи низкого напряжения выполняются, как правило, четырехпроводными (три фазы и нулевой провод) напряжением 380/220 В (на старых предприятиях 220/127 В). Лампы освещения включают на 127 или 220 В между фазовыми и нулевыми проводами, а электродвигатели и другие устройства на 220 или 380 В.

Для освещения цехов используются стандартные светильники, например типа ГЭ — глубокоизлучатель эмалированный, которые подвешиваются на высоте 6—8 м от пола. Местное освещение применяют для усиления освещенности рабочего места. Оно является лишь дополнением к общему освещению.

Местное освещение может быть стационарным или переносным. Для стационарного местного освещения используется выпускаемый промышленностью блок АМО-3. Блок содержит понижающий трансформатор ТПБ-50 на напряжения 127, 220, 380, 500/12÷36 В мощностью 50 Вт, предохранитель и выключатель ВТ-2. Блок может иметь вывод на 6 В для цепей сигнализации.

Для подачи напряжения к рабочему месту от заводской или цеховой подстанции используют шинопроводы и кабели. Шинопроводы представляют собой алюминиевую полосу, укрепленную на изоляторах на высоте, где исключено ее механическое повреждение или случайное прикосновение.

Кабельные линии прокладывают в трубах, по кабельным каналам в полу, а также лоткам с помощью медных или алюминиевых кабелей в резиновой или иной изоляции.

Электропроводки. От трансформаторной подстанции электроэнергия по шинам и кабелям поступает к распределительному щиту, находящемуся вблизи от трансформатора. Затем через рубильники, предохранители или автоматы электроэнергия по кабелям или магистральным проводам передается в цехи к распределительным пунктам и щитам для силовой и осветительной нагрузки. От распределительных щитов электроэнергия по кабелям или проводам подается непосредственно к потребителям.

Неподвижные проводки к оборудованию выполняются, как правило, с помощью кабеля по трубам, проложенным под полом. От выхода из трубы до клеммной коробки кабель защищают металлорукавом.

Подвижные проводки (к перемещающимся частям станка или механизма) выполняются медным многожильным гибким проводом в резиновой изоляции, заключенным в бронированный, гибкий герметизированный металлорукав или резинотканевый рукав.

Электропроводки разделяются на внутренние и наружные. Внутреннюю проводку прокладывают внутри здания голыми или изолированными проводами, шинами или кабелями. Она может быть открытой (по стенам, потолкам, фермам) и скрытой (под штукатуркой, в полу, в перекрытиях).

Наружную электропроводку прокладывают открыто по наруж-

ным стенам зданий и сооружений, между ними, под навесами или по подземным кабельным каналам.

Для разветвления проводов применяют ответвительные коробки, в которых от магистральных проводов выполняется отвод к механизму. В электрошкафах для разветвления электроэнергии и коммутации широко применяются клеммники, представляющие собой пластмассовые рейки с зажимами, к которым присоединяются концы проводов.

Все металлические элементы электрооборудования, не несущие тока (корпуса, кожухи, шкафы, трубы и пр.), должны быть надежно заземлены. На кузнечно-штамповочных машинах все заземления должны быть выполнены особо тщательно с учетом возможности нарушения заземления в связи с ударами и сотрясениями.

Контрольные вопросы

1. Из чего состоит электропривод?
2. Назовите основные части асинхронного двигателя.
3. Расскажите об аппаратуре дистанционного управления.
4. Как включаются в цепь вольтметр и амперметр?

ГЛАВА X
НАЛАДКА И РЕМОНТ ШТАМПОВ

§ 1. УСТАНОВКА И НАЛАДКА ШТАМПОВ

После сборки и тщательной проверки соответствия чертежу и техническим условиям штампы испытывают на прессе, изготавливая несколько деталей. Эти детали проверяют по форме, размерам и шероховатости поверхности. При наличии дефектов выявляют причины их образования, устраняют конструктивные или иные недостатки штампа и предъявляют его к окончательной приемке и сдаче цеху-заказчику.

Установка штампов на прессы — ответственная и трудоемкая работа. Ее выполняют квалифицированные рабочие — установщики или наладчики. Последовательность операций, осуществляемых при установке на прессы и наладке штампов, указана в инструкциях и картах наладки.

Надежная работа штампа в большей степени зависит от состояния прессы, на котором штамп будет установлен. Поэтому прессы периодически проверяют на соответствие нормам точности, указанным в ГОСТах. Отклонения от установленных норм точности приводят к преждевременному износу штампов или к поломкам.

Штампы разрешено устанавливать только на тот пресс, который указан в технологической карте. Из штампового пространства прессы перед установкой штампа удаляют все посторонние предметы, а поверхности его плит должны быть протерты.

После этого устанавливают ход ползуна и закрытую высоту прессы.

Установку мелких и средних штампов с направляющими устройствами на кривошипные прессы выполняют в следующем порядке.

Измеряют высоту сомкнутого штампа и проверяют, достаточна ли закрытая высота прессы. Установить штамп можно лишь на такой пресс, у которого расстояние между ползуном в нижнем положении и плитой стола больше высоты штампа в сомкнутом положении.

Затем ползун прессы двигателем или вручную опускают в нижнее положение, отвертывают гайки шпилек крепления вкладыша ползуна и снимают вкладыш. На стол прессы устанавливают штамп и перемещают по столу до тех пор, пока его хвостовик не войдет в отверстие ползуна прессы. Вкладыш ползуна ставят на место и заворачивают гайки его крепления. После этого при медленном перемещении ползуна вверх и вниз проверяют правильность установки штампа и устраняют перекосы. Закрепляют нижнюю плиту штампа на столе прессы. Эту операцию осуществляют с помощью планок, скоб, болтов, прихватов (рис. 138, а—к). При использовании прижимов (прихватов) следят, чтобы они лежали параллельно столу и опирались на плиту и подкладку. Вместо подкладки (рис. 138, з) нельзя применять наборы планок, гаек и т. п., так как такое креп-

ление расшатывается и может привести к поломке штампа и прессы.

Крепление штампа на прессе должно осуществляться удобно и быть надежным, т. е. гарантировать неизменность положения штампа в процессе эксплуатации.

При подъеме ползуна прессы направляющие колонки штампа не должны выходить из втулок.

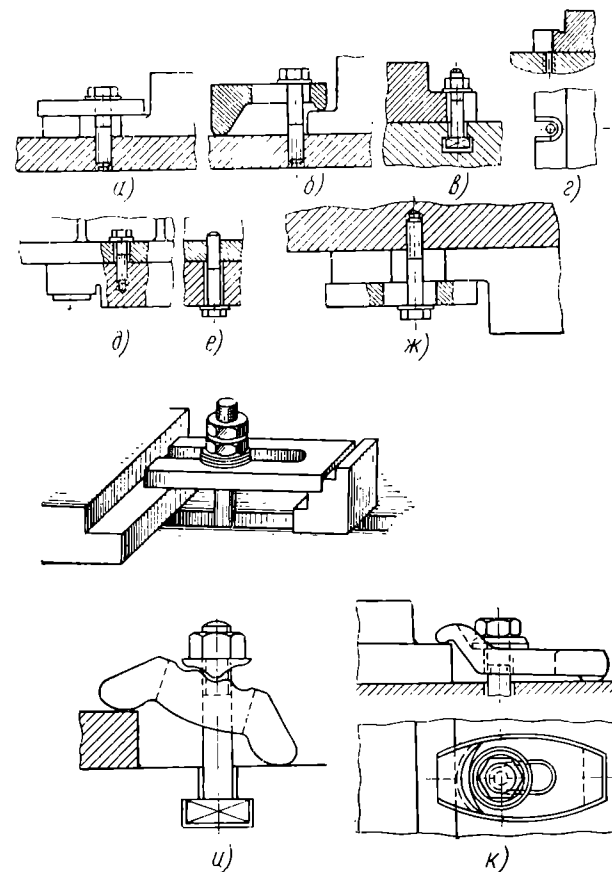


Рис. 138. Крепление штампов к прессам:

а — планкой, б — скобой, в, г — болтами при помощи пазов, д, е — болтами через отверстия в ползуне прессы или через отверстия в верхней плите штампа, ж — планкой или скобой за полку верхней плиты штампа, з, и, к — прихватами

После закрепления верхней и нижней плит штампа выполняют пробную штамповку, окончательно регулируя при этом положение ползуна при помощи регулировочного винта. Для увеличения расстояния между ползуном и столом прессы винт шатуна вращают влево, а для уменьшения этого расстояния — вправо.

После окончательной регулировки хода ползуна проверяют правильность работы штампа на холостом ходу и при пробной штам-

повке. При отсутствии неполадок закрепляют стопорные болты регулировочного винта ползуна и смазывают направляющие колонки штампа. Затяжку болтов производят постепенно в несколько приемов, причем за каждый прием подтягивают все болты.

Если устанавливается штамп, работающий с механическими выталкивателями, то необходима дополнительная регулировка выталкивателей. При этом проверяют длину буферных шпилек и состояние отверстий в плите прессы (не забыты ли они отходами).

Для наладки различных по назначению штампов установлены определенные требования. Так, пуансоны открытого или закрытого вырезного штампа должны опускаться в отверстие матрицы не менее 0,7 толщины штампуемого материала. Гибочный штамп устанавливают при сомкнутом состоянии верхней и нижней частей. Между пуансоном и матрицей устанавливают образец, толщина которого на 10—15% больше толщины деформирующего металла. При наладке гибочного штампа наладчик, проворачивая коленчатый вал вручную, должен убедиться, что ползун не заклинивает в крайнем нижнем положении.

Небольшие вытяжные штампы при установке прикрепляют вначале к нижней плите в положении, соответствующем концу рабочего хода. Пуансон с пробным образцом толщиной на 20—40% больше толщины вытягиваемого без утонения материала опущен в отверстие матрицы. Ход прессы регулируется так, чтобы он был в 2,5—3 раза больше высоты вытягиваемой детали.

При регулировке пружинных или резиновых прижимов добиваются того, чтобы в начальный момент деформирования усилие прижима было минимально допустимым, так как оно увеличивается в процессе вытяжки. На ряде современных прессов используются пневматические подушки, обеспечивающие постоянство усилия прижима в процессе вытяжки, что значительно улучшает условия протекания процесса деформирования.

При наладке калибровочных штампов, требующих тщательной регулировки закрытой высоты прессы, необходимо устранить заклинивание штампа. Неправильная регулировка закрытой высоты может привести к поломке прессы или штампа.

Для снятия штампов с прессы ползун опускают в нижнее положение так, чтобы верхняя и нижняя части штампа сомкнулись. После этого ослабляют гайки зажима хвостовика или крепления верхней плиты и поднимают ползун. Затем отворачивают болты крепления нижней плиты и с помощью крана, тельфера или тележки с подъемной платформой убирают штамп со стола прессы.

Надежная установка и правильная наладка штампа обеспечивают возможность получения высококачественных изделий и являются необходимыми условиями безопасной работы штампов. При обнаружении неисправностей или нарушений в установке штампов наладчик обязан немедленно остановить работу.

Установка крупных штампов на прессы более трудоемка. Наладка их (особенно вытяжных) занимает значительное время. Для установки крупных штампов на стол прессы пользуются мостовыми

кранами, подъемными рольгангами, электропогрузчиками и другими машинами. Поднятый краном штамп устанавливают на подставку или частично на стол прессы и подставку, а затем с помощью различных средств механизации перемещают штамп в рабочее положение на столе прессы. Для облегчения и ускорения установки крупных штампов новые модели отечественных и зарубежных прессов оснащают выдвигными столами. Стол с помощью гидравлики поднимают и по рельсам перемещают в нужное положение. Выпускают прессы с выдвиганием стола в сторону фронта прессы, в боковые стороны и в одну правую сторону с дополнительным перпендикулярным перемещением.

После установки крупного штампа в нужное положение на столе прессы опускают ползун и крепят к нему верхнюю половину штампа. Затем на столе прессы закрепляют нижнюю часть штампа. Верхнюю часть штампа рекомендуется крепить к ползуну непосредственно болтами, что увеличивает надежность крепления. Крепежные отверстия штампа при его изготовлении размещают в соответствии с расположением болтов ползуна прессы, на который данный штамп предполагается установить.

Новые модели прессов оснащают быстродействующими зажимными устройствами (рис. 139), предназначенными для закрепления верхней части штампа к ползуну. Захваты 3 в виде болта приводятся с помощью гидроцилиндров 1, смонтированных на ползуне 2. Захват 3, соединенный с рычагом 5, вводится в паз штампа 4. Нажатием кнопки приводится в движение шток гидроцилиндра 1, связанный с рычагом 5, и осуществляется крепление с необходимым усилием.

Весьма сложна наладка крупных вытяжных штампов, таких, как штампы для облицовочных деталей автомобиля. Сначала осуществляют пригонку контактных поверхностей матриц и прижимов и затем формообразующих поверхностей матриц и пуансонов. После пробной штамповки анализируют полученную деталь и устраняют замеченные недостатки. Пригонку рабочих поверхностей осуществляют по следам краски (синьки или сажи в машинном масле), которые остаются на матрице. Для пригонки используют зачистные пневматические машины с набором шлифовальных кругов.

§ 2. НЕИСПРАВНОСТИ ШТАМПОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Неправильная установка и наладка штампов, конструктивные недочеты, износ пуансонов и матриц могут служить причинами появления брака деталей. Анализ характера дефектов штампуемых

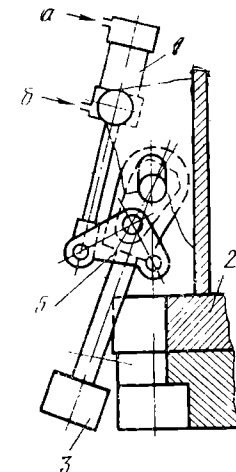


Рис. 139. Схема зажимного устройства: 1 — гидравлический цилиндр, 2 — ползун, 3 — захват, 4 — штамп, 5 — рычаг, 6 — шток цилиндра; а — давление масла на разжим, б — давление масла на зажим

деталей позволяет выявить причины неисправностей штампов и указать способы их устранения.

При эксплуатации вырезных штампов могут появляться заусенцы на штампуемом изделии. Причиной их появления является неправильно выбранный зазор или смещение пуансона по отношению к матрице, а также затупление режущих кромок пуансона и матрицы. Иногда этот дефект получается вследствие неточного направления верхней части штампа относительно нижней и тогда увеличивают количество направляющих устройств.

При наличии на матрице обратного конуса изделие после вырезки получается вогнутым или выпуклым. Для устранения этого дефекта шлифуют провальное отверстие матрицы. Такой же дефект на изделии получается при плохой пригонке выталкивателя к заготовке.

Ряд неисправностей вырезных штампов, таких, как несоосность пуансона и матрицы, большой люфт в направляющих устройствах, непараллельность верхней и нижней плит и некоторые другие, может привести к срезу режущих кромок инструмента.

Среди неисправностей гибочных штампов отмечаются неточности фиксирующего устройства, неправильный выбор зазора между пуансоном и матрицей, малая глубина матрицы и др. Эти неисправности приводят к тому, что изделие получается неправильной формы с искривлением или волнистостью отгибаемых участков. Для устранения дефектов добавляют фиксирующие устройства, регулируют зазор, переделывают матрицу и т. д.

При эксплуатации вытяжных штампов большое внимание следует уделять правильной установке зазора между пуансоном и матрицей и выбору оптимального усилия прижима.

Если зазор между пуансоном и матрицей мал, на изделии появляются задиры или блестящие следы на боковой поверхности. Большое давление прижима приводит к разрыву металла на цилиндрической части изделия, а при малом давлении на фланце образуются складки, боковая поверхность получается морщинистой.

Прогиб дна вытягиваемого изделия получается, когда в пуансоне отсутствует отверстие для выхода воздуха. Просверлив такое отверстие в пуансоне и плите штампа, устраняют отмеченный недостаток.

Складки на фланце и морщины на стенках вытянутого изделия могут получаться при недостаточном прижиге заготовки и неправильных размерах заготовки. Устранить дефект можно установкой перетяжных ребер или уточнением размеров заготовки.

§ 3. РЕМОНТ ШТАМПОВ

При эксплуатации штампов вследствие износа и возможных повреждений теряется их нормальная работоспособность. Поддержание штампов в рабочем состоянии осуществляется с помощью налаженной системы периодических ремонтов. Ремонт может быть текущим, средним и капитальным.

При текущем ремонте устраняются мелкие недостатки: заменя-

ются сломавшиеся детали (например, упор, фиксатор) или затачиваются режущие кромки штампа, устраняются задиры на направляющих колонках и т. д. Выполняется текущий ремонт на специальном участке в штамповочном цехе.

Осматривая штампы после окончания работы, мастер в зависимости от состояния штампа направляет его в ремонтный участок или на склад. Своевременное устранение мелких недостатков способствует длительной работе штампа, и, наоборот, вовремя незамеченное ослабление крепления матрицы или пуансона, поломка или ослабление пружин съемника могут вызвать серьезную поломку штампа.

При среднем ремонте штамп частично разбирается и осуществляется замена одной из основных или нескольких деталей. Осуществляется средний ремонт на ремонтном участке штамповочного цеха или в инструментальном цехе.

Капитальный ремонт осуществляется, как правило, в инструментальном цехе. Штамп полностью разбирается и обычно не менее половины его основных деталей заменяют.

По окончании ремонта штамп опробуют, штампую опытные партии в несколько десятков деталей.

При передаче штампа в ремонт составляется дефектная ведомость, составляемая мастером по результатам проверки, или акт о выходе штампа из строя в результате аварии, в котором указывается причина аварии и фамилии виновников аварии. На основании дефектной ведомости или акта об аварии выдают заказ на ремонт штампа, в котором указывают неисправности штампа, подлежащие исправлению. Любые конструктивные изменения штампов при ремонте производятся только на основании исправлений, вносимых в чертеж штампа. При значительном объеме ремонтных работ составляется технологический процесс и разрабатывают ремонтные чертежи.

При проведении ремонтных работ следует стремиться к максимальному удешевлению ремонта. Используются имеющиеся детали штампа, так как изготовление новых связано обычно с большими затратами. Вместо изношенных участков матриц и пуансонов ставят вставки, лопнувшие матрицы заключают в обоймы. В этих случаях нет необходимости подвергать детали термообработке, которая помимо увеличения трудоемкости работ может вызвать термические деформации.

Когда необходим значительный ремонт штампа, необходимо решить вопрос о целесообразности его проведения. Если стоимость ремонта близка к стоимости штампа, ремонтировать штамп неэкономично, так как стойкость отремонтированного штампа оказывается ниже, чем у нового.

§ 4. СТОЙКОСТЬ ШТАМПОВ

Экономичность применения холодной листовой и объемной штамповки во многом зависит от стойкости штампов. Стойкость штампа определяют по количеству деталей, отштампованных на нем

до очередной заточки (стойкость до переточки), до ремонта (стойкость до ремонта) и до полного износа (полная стойкость). Чем выше стойкость штампов, чем больше в них отштамповано деталей, тем меньшая доля стоимости штампа падает на одну отштампованную деталь и тем выгоднее применение штамповки.

Стойкость штампов тем выше, чем проще и технологичнее форма штампуемых деталей, чем легче поддается деформированию обрабатываемый материал, чем выше качество материала и качество обработки деталей штампа, чем лучше условия его эксплуатации. Рабочие поверхности пуансонов и матриц должны иметь высокую чистоту поверхностей (8—9-й класс шероховатости) и достаточную твердость (HRC 54—62).

Стойкость штампов во многом зависит от того, правильно ли они установлены, от точности работы пресса, которая должна соответствовать определенным нормам, от качества смазки деформирующих и деформируемых поверхностей. Хорошая смазка способствует уменьшению сил трения и тем самым обеспечивает длительную сохранность пуансонов и матриц.

Для повышения стойкости пуансонов и матриц на их рабочие поверхности наносят специальные покрытия, их хромируют, азотируют, покрывают твердыми сплавами, а иногда изготавливают целиком из твердых сплавов.

Стойкость пуансонов и матриц до полного износа при штамповке полуфабрикатов из мягкой стали толщиной 2—3 мм ориентировочно может быть следующая: для вырубных штампов с пуансонами и матрицами из легированной штамповой стали до 600 тыс. шт. и более; при применении твердого сплава до 2500 тыс. шт. и более; для вытяжных штампов с пуансонами и матрицами из легированной штамповой стали до 2400 тыс. шт. и более. Приведенные цифры примерные и относятся к нормальным эксплуатационным условиям.

Штампы, оснащенные твердосплавными и пуансонами и матрицами, намного дороже обычных. Однако повышение стойкости этих штампов не только оправдывает затраты на их изготовление, но и обеспечивает значительную экономию.

При холодном выдавливании и высадке стойкость штампов является одним из определяющих факторов, характеризующих целесообразность внедрения процесса штамповки. Для повышения стойкости рабочих деталей таких штампов проводят исследования по оптимизации геометрии инструмента, применяют бандажирование, эффективные смазки, расчленяют технологический процесс по оптимальным величинам деформаций. Уменьшение удельного усилия при разбивке одного перехода на два позволяет в ряде случаев увеличить стойкость инструмента в несколько раз.

На стойкость рабочих частей штампа большое влияние оказывает материал пуансонов и матриц и термообработка. Недостаточная твердость инструмента или наличие в структуре стали остаточного аустенита во много снижает стойкость штампов.

Большое влияние на износ пуансонов и матриц оказывает смазка заготовок. Фосфатирование и омыливание с присадкой дисульфида молибдена способствует долговечности рабочих органов штампа. Уменьшение толщины фосфатного слоя, отсутствие дисульфида молибдена способствует увеличению износа пуансона в несколько раз.

Контрольные вопросы

1. В каком порядке осуществляют установку мелких и средних штампов?
2. Как снимают штамп с пресса?
3. Как устанавливают крупный штамп?
4. Назовите виды ремонта штампов.

ГЛАВА XI

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

§ 1. ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Технологический процесс холодной штамповки объединяет операции по подготовке материала (очистку, смазку), изготовлению заготовок (резку листов на заготовки, ленты на полосы); деформирующие операции (разделяющие, формоизменяющие), операции термической обработки (промежуточный отжиг для снятия наклепа, полученного при деформации металла, закалку и отпуск для придания необходимых свойств), отделочные операции (удаление заусенцев, промывка, окраска, декоративное покрытие и др.). Иногда в технологию холодной штамповки вводят сборочные и сварочные операции или склеивание.

В технологии должны быть предусмотрены и контрольные операции, необходимые для проверки размеров и качества полуфабрикатов и деталей.

Прежде чем разрабатывать технологический процесс изготовления детали, технолог должен проверить ее технологичность, т. е. установить, при каком сочетании ее конструктивных элементов, материала и его качества изготовление будет наиболее простым и экономичным, а эксплуатационные показатели — наиболее высокими.

Материал детали по физико-механическим свойствам должен соответствовать ее назначению и возможно легче обрабатываться штамповкой. Разрабатывая технологию, стремятся использовать дешевый материал и максимально сокращают его расход. Для сокращения расхода металла в конструкциях листовых штампованных деталей вводят ребра жесткости, которые позволяют уменьшить толщину материала без потери деталию прочности и жесткости, пробивают в деталях окна, используя отход для штамповки других деталей, применяют закатку борта, что повышает жесткость детали и т. д. При разработке конструкции технолог и конструктор стремятся к увеличению радиусов закругления штампованных деталей, что позволяет уменьшить число операций штамповки и увеличивает стойкость штампа; по возможности устраняют острые углы детали, что также позволяет сократить число операций и увеличивает стойкость штампа; вводят у внутренних углов изгибаемых элементов подрезку, что обеспечивает отсутствие трещин при гибке с заданным радиусом, если возможно, изменяют форму детали таким образом, чтобы раскрой заготовки был безотходный, и т. д.

Анализ технологичности штампуемой детали проводится обязательно с учетом конкретных производственных условий и масштаба производства. При массовом производстве штампуемых деталей основными показателями при оценке технологичности являются расход материала и трудоемкость изготовления. Действительно, при

изготовлении деталей сотнями тысяч или миллионами единиц эти факты приобретают решающее значение. Уменьшение трудоемкости изготовления может быть достигнуто совмещением операций, применением сложных штампов-автоматов, прессов-автоматов, автоматических линий. Связанное с этим удорожание производства оказывает малое влияние на себестоимость продукции, так как затраты распределяются на большое число штампуемых деталей.

При мелкосерийном производстве на себестоимость продукции большое влияние оказывает стоимость штампа. Поэтому экономически целесообразно применять штамповку в универсальных штампах со сменными пуансонами и матрицами. В этом случае технологический процесс расчлняют на ряд отдельных простых операций. Для оснащения штампов изготавливают только относительно простые пуансоны и матрицы. Это позволяет осуществлять штамповку с малыми затратами на оснастку.

§ 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Разработка технологического процесса холодной штамповки предусматривает анализ технологичности детали: исследование формы, соотношения размеров, объема выпуска, штампуемости материала; разработку формы и размеров заготовки; выбор методов подготовки материала под штамповку, режимов термической обработки; определение операций и переходов штамповки; конструирование штампов и выбор типа оборудования, средств механизации и автоматизации.

Технолог, разрабатывая технологический процесс холодной штамповки детали, анализирует возможные варианты изготовления. Выбирается обычно тот вариант, который обеспечивает получение изделий с наименьшими затратами. Следует, конечно, учитывать возможности данного производства и имеющееся оборудование.

Данные для проектирования штампуемой детали определяются из чертежа изделия. При составлении технологии конструкция детали иногда подвергается изменениям с целью снижения трудоемкости изготовления, уменьшения расхода материала, увеличения стойкости штампов. Разработка конструкций детали должна сопровождаться определением возможности ее изготовления штамповкой. Поэтому наилучшие результаты достигаются при совместной работе конструктора изделия, технолога и конструктора по штампам.

Изменения в конструкции детали часто позволяют применить безотходную штамповку и упростить конструкцию штампа. При применении холодной объемной штамповки вместо обработки резанием необходимо проанализировать форму деталей, так как их конструкция была приспособлена к технологии резания, конструкциям режущего инструмента и возможностям металлорежущих станков. Часто по условиям работы детали не требуются малые радиусы закруглений, канавки и другие особенности конструкции, которые связаны были с технологичностью детали при обработке резанием.

Когда размеры и форма заготовки установлены, выбирают сортмент материала (лента, лист, полоса, пруток) и устанавливают его размеры.

При штамповке плоских деталей применяют раздельный, последовательный, совмещенный или последовательно-совмещенный способы штамповки. В первом случае каждая операция (отрезка, вырезка, пробивка) выполняется в отдельном штампе. При последовательной штамповке в одном штампе при перемещении материала осуществляется несколько операций, а при совмещенной — вырезка по контуру и пробивка производится за один ход пресса в одном штампе без перемещения материала.

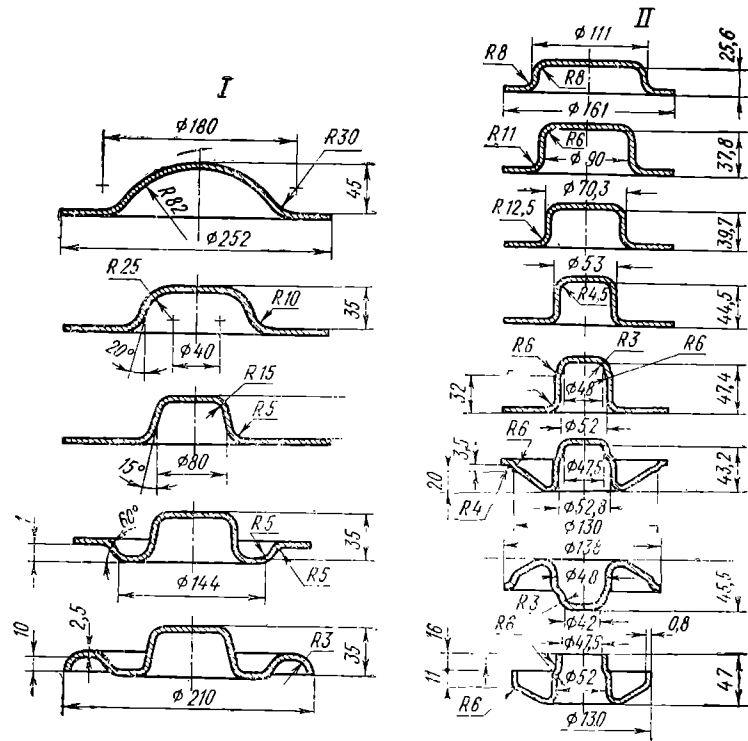


Рис. 140. Примеры (I, II) построения технологических переходов штамповки при изготовлении деталей сложной формы

Например, при штамповке шайбы могут применяться следующие варианты: первый — пробивка отверстий и вырезка по контуру на однорядном или многорядном совмещенном штампе; второй — пробивка отверстий и вырезка по контуру (1-я операция) на однорядном или многорядном последовательном штампе с последующей правкой (2-я операция) на штампе-автомате или специальном станке.

При штамповке гнутых или полых деталей с отверстиями предусматривают отрезку, формоизменяющие операции (гибка, вытяжка и др.), обрезку, пробивку отверстий, зачистку и т. п. Если детали должны быть более точными, назначают калибровку.

Примеры построения формоизменяющих переходов при изготовлении листовых деталей сложной формы приведены на рис. 140. На рис. 141 показаны формоизменяющие переходы при холодной штамповке шестигранного колпачка.

Ниже приведен пример технологического процесса изготовления накидных гаек.

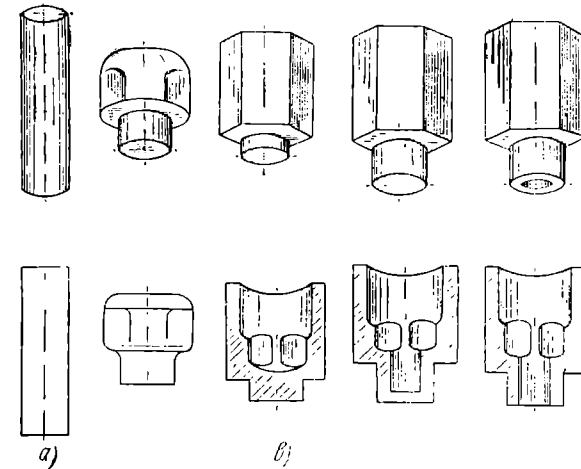


Рис. 141. Изготовление шестигранного колпачка холодной объемной штамповкой:
а — заготовка, б, в, г — переходы штамповки выдавливанием, д — пробивка и подрезка торца

Ранее эти гайки изготовлялись резанием на токарных автоматах. Для повышения коэффициента использования металла и снижения себестоимости изделий было решено наладить выпуск этой массовой продукции методами холодной объемной штамповки. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали целесообразность изготовления накидных гаек из штучных шестигранных заготовок.

Переходы штамповки с указанием основных размеров полуфабрикатов и изделий приведены в табл. 4.

Штучные заготовки получают на холодновысадочном одноударном автомате из шестигранного холоднотянутого бунтового металла 4-го класса точности. Волочение шестигранного профиля для гаек размером под ключ 17 и 19 мм осуществляется на волочильном стане в один проход из горячекатаного металла диаметром соответственно 18 и 20 мм. Сопровождающая волочение нагартовка металла положительно влияет на точность и качество резки заготовок.

4. Переходы штамповки с указанием основных размеров полуфабрикатов и изделий

Оборудование	Эскизы переходов	Параметры, мм	Шестигранник 17 мм		Шестигранник 19 мм	
			M14×1,5	2M14×1	M16×1,5	M16×1
Холодновысадочный одноударный автомат РКЗ-1		h_0	10,6	6,4	8,9	5,9
		S_1	16	16	18	18
		D_1	12,5	12,5	14,5	14,5
		h_1	9,2-0,2	6,7-0,2	9,2-0,2	6,2-0,2
		S_2	16,5	16,5	18,5	18,5
Вертикальный кривошипный пресс простого действия РКЕ-10		d_1	12,376-12,716	12,918-13,118	14,376-14,716	14,918-15,118
		h	13	9,5	11,5	9,5
		S	17-0,24	17-0,24	19-0,24	19-0,24
		D	16,2	16,5	18,1	18,7
		H	16	11,5	15,5	11,5
		d	8,2	7	10,2	9

На холодновысадочном одноударном автомате металл подается профильными роликами в шестигранную отрезную матрицу 1 (рис. 142) до упора 2 (намотку бунта при волочении необходимо производить на плоскость шестигранника, а не на ребро, так как в этом случае металл не войдет в отрезную матрицу). Отрезной нож 3, выполненный по профилю металла, отрезает мерную заготовку 4 и переносит ее вместе с упором на линию высадки, где упор, приводимый в действие копиром, заталкивает заготовку в высадочную матрицу 5 с шестигранной рабочей полостью. Матрица ориентирована в державке 6 с помощью шпонки 7; выталкиватель 8 служит одновременно и регулируемым упором. Шестигранный пуансон 9, закрепленный в цанговом пуансонодержателе, производит осадку заготовки с образованием предварительной фаски под углом 35° ; эта фаска необходима для образования окончательной фаски со стороны полости под резьбу на изделии. Ход пуансона постоянный, а начальное его положение регулируется клином.

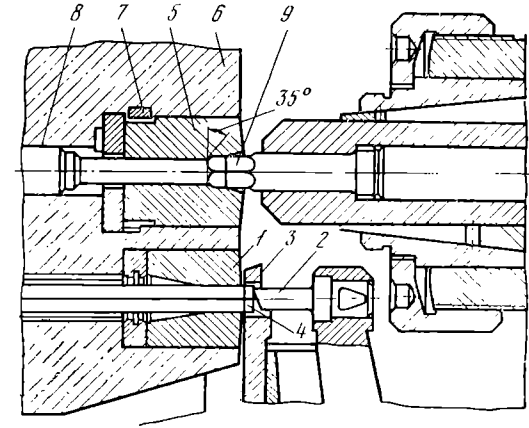


Рис. 142. Схема высадки заготовок на одноударном автомате

Заготовки после осадки промывают, а затем отжигают (до твердости не более НВ 137) в конвейерных печах с защитной атмосферой. Отожженные заготовки галтуются в барабанах для удаления возможной окалины и заусенцев, образовавшихся при осадке. Отгалтованные заготовки фосфатируются в монофосфате цинка с последующей пропиткой мыльной эмульсией и сушкой струей горячего воздуха.

Подготовленные таким образом полуфабрикаты загружаются в бункер вертикального кривошипного пресса простого действия с двумя ползунами, имеющими независимую регулировку закрытой высоты. Из наклонного бункера карманчикового типа, где происходит ориентация заготовок, они поступают в наклонный лоток 1 (рис. 143), откуда они подаются шибером 2 в захваты 3 револьверного диска 4, который переносит заготовки в двухпозиционный штамп для выдавливания.

Особенностью конструкции штампа является надежное обеспечение соосности между пуансонами и матрицами, что достигнуто установкой пуансонов и матриц в едином неподвижном блоке (рис. 144), закрепленном на столе пресса. В блоке имеется прорезь для переноса заготовок с одной позиции на другую захватами револьверного диска.

Державки 1 и 2 пуансонов 3 и 4 перемещаются в бронзовых втулках 5 и 6, закрепленных в верхней части блока, чем обеспечивается высокая точность перемещения державок (пуансонодержателей) 1 и 2 независимо от состояния направляющих ползуна прессы. На концах державок имеются буртики, с помощью которых они удерживаются в Т-образных пазах ползуну прессы. Отштампованная заготовка 7 при ходе ползуна прессы вверх выталкивателем 8 подается в захваты револьверного диска (см. рис. 143), а при ходе ползуна прессы вниз револьверный диск поворачивается и перемещает заготовку на позицию пробивки отверстия в доннышке гайки. Пробивной пуансон 3 перемещается вместе с подпружиненной направляющей втулкой, которая центрирует полуфабрикат, что гарантирует высокую соосность полости под резьбу и отверстия в доннышке гайки.

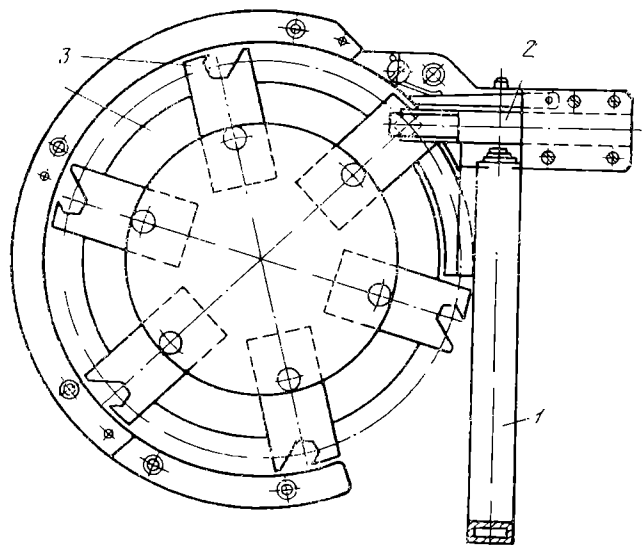


Рис. 143. Устройство для подачи заготовок в двухпозиционный штамп

Отштампованная гайка с пробитым в доннышке отверстием переносится при повороте револьверного диска из штампа и выталкивается из захватов в тару.

Пресс оснащен блокирующими устройствами, отключающими привод при поломке пуансона или неполном повороте револьверного диска.

Блок штампа имеет направляющие типа «ласточкин хвост», с помощью которых он устанавливается на столе прессы; закрепляется блок съемным эксцентриком с рукояткой. Такое крепление блока на столе прессы значительно облегчает и ускоряет смену инструмента.

Матрицы холодновысадочного автомата и кривошипного прессы изготавливают из стали У10А; их рабочие полости получают выдав-

ливанием с нагревом заготовок до 600—700°С и последующей струйной закалкой до HRC 60—62. Однако опыт показал, что матрицы из стали с добавкой ванадия обладают стойкостью в 2—2,5 раза большей, чем матрицы из стали У10А; это объясняется наличием в стали ванадия (0,2—0,4%), что увеличивает прокаливание и повышает твердость подслоя.

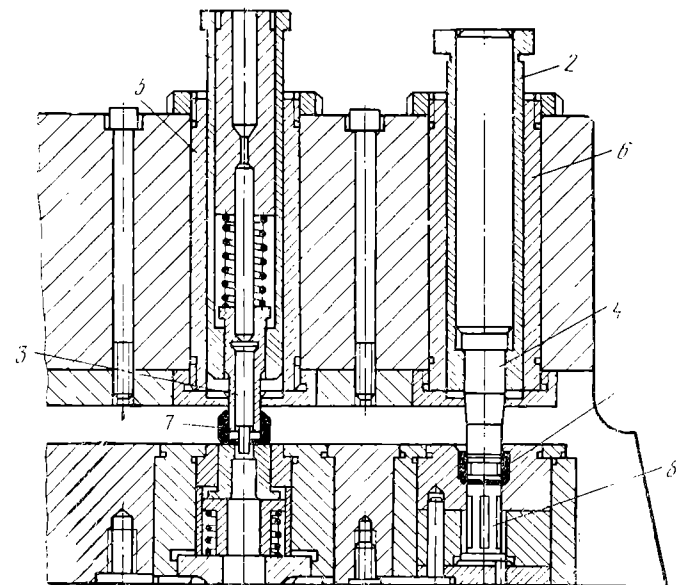


Рис. 144. Схема выдавливания и пробивки доннышек накидных гаек в двухпозиционном штампе

Высадочные пуансоны изготавливают из стали Х12М с последующей закалкой на твердость HRC 58—60; стойкость таких пуансонов составляет 7—8 тыс. заготовок. Пуансоны для холодного выдавливания изготавливают из стали Р6М5 с закалкой на твердость HRC 60—62; их стойкость по сравнению с пуансонами из стали Х12М в 4—5 раз больше и составляет 25—30 тыс. деталей.

Получение накидных гаек холодной объемной штамповкой вместо получения резанием на токарных автоматах снижает трудоемкость их изготовления на 25—45% и повышает коэффициент использования металла с 41—51 до 87—90%, а также улучшает прочностные характеристики изделия.

Улучшение прочностных свойств изделий при применении холодной объемной штамповки позволяет использовать для изготовления накидных гаек взамен стали А12 более дешевую сталь 10кп.

Определение норм расхода материала. Расход металла на изготовление одной детали рассчитывается по чертежу детали. При этом учитываются потери металла и отходы в выбранном для изготовления детали технологическом процессе.

Решающим значением для экономного расхода металла является установление оптимального размера заготовки. Проектируя технологический процесс, рассчитывают ряд вариантов раскроя материала и размеров лент, полос, листов, прутков.

Сопоставляя эти варианты, выбирают тот, при котором расход материала оказывается наименьшим.

Выбор пресса. Основными техническими характеристиками пресса являются усилие, работа, длина хода, число ходов в минуту, размеры стола, ползуна, закрытая высота пресса.

При выборе пресса следят, чтобы усилие пресса было выше расчетного усилия штамповки, закрытая высота позволяла установить штамп, ход ползуна пресса обеспечивал возможность подачи заготовок и удаление деталей, число ходов обеспечивало высокую производительность.

Конструкция пресса должна позволять установку средств безопасности работ, автоматизированных подающих устройств. Пресс выбирают по усилию и работе.

В паспортах кривошипных прессов обычно указывают диаграмму допустимых усилий по прочности коленчатого вала. При выборе пресса по усилию сопоставляют графики усилий, необходимых для выполнения данной операции, с диаграммой допустимых усилий пресса. Пресс подходит по усилию для выполнения данной операции, если график усилий не выходит за пределы допустимых нагрузок. Такое сопоставление проводят при разработке формоизменяющих операций, требующих большой длины хода ползуна, например при глубокой вытяжке. При операциях вырубки и пробивки такую проверку не делают и подбирают пресс лишь по величине номинального усилия.

Кроме проверки по усилию пригодность пресса для проведения данной операции проверяется и по работе. Мощность пресса (в кривошипных прессах принимают равной кинетической энергии маховика) должна быть больше суммы работ, затрачиваемых на данную операцию, на трение, деформацию пресса и на сжатие выталкивателей, съемников, буферов.

При перегрузке пресса уменьшается число оборотов маховика и выходит из строя электродвигатель.

§ 3. НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА

Нормирование труда имеет целью установить объем затрат труда для выполнения той или иной определенной работы в конкретных условиях. Эти затраты труда могут быть выражены в виде нормы времени (время, необходимое для выполнения одной данной операции) или нормы выработки (количество заготовок, полуфабрикатов, деталей, которые следует сделать за данный период времени, например за час, за смену). Нормирование труда является основой планирования производственных процессов и правильного их построения. Нормы времени и нормы выработки, установленные на основе точных технических расчетов, называют техническими.

Техническая норма времени T складывается из подготовительно-заключительного времени, отнесенного к одной детали данной партии, и штучного времени.

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з}$ — это время, необходимое рабочему для подготовки к обработке данной партии деталей и окончания этой работы и ее сдачи. При холодной штамповке к этому времени относится время на подготовку рабочего места, получение необходимой документации и заготовок, опробование работы пресса и штампа на ходу, сдача изготовленных деталей.

Если рабочий сам (а не наладчик) устанавливает штамп, сюда же относится время на получение, установку и наладку штампа, а также время на его снятие и сдачу. Величина подготовительно-заключительного времени зависит от вида пресса, типа штампа, его габаритов и массы, а также от вида применяемых вспомогательных устройств.

Подготовительно-заключительное время рассчитывают на количество заготовок, полуфабрикатов или деталей, одновременно выпускаемых в производство (партию деталей), и нормируют отдельно. Длительность этого времени не зависит от количества деталей в партии. Чем больше партия, тем меньше $T_{п.з}$ на одну деталь.

Штучное время $T_{шт}$ состоит из оперативного времени $T_{оп}$, времени технологического и организационного обслуживания оборудования и рабочего места в течение смены $T_{об}$ и времени кратковременного отдыха $T_{от}$; две последние величины указываются в нормативах в процентах от оперативного времени.

Оперативное время складывается из основного, или технологического $T_{осн}$, и вспомогательного $T_{в}$; $T_{осн}$ — это время штамповки, а $T_{в}$ — это время, затрачиваемое на приемы работы при штамповке (на укладку заготовок в штамп, включение пресса, удаление полуфабрикатов, отходов).

Например, норма штучного времени при ручной подаче заготовок в штамп может быть определена по формуле:

$$T_{шт} = (T_{осн} + T_{в}) (1 + K),$$

где K — отношение дополнительного времени, равного $T_{об} + T_{от}$, к оперативному времени $T_{оп}$. Величина K указывается в справочниках в зависимости от номинального усилия пресса.

При расчете нормы времени по этой формуле величину $T_{осн}$ берут по таблицам в зависимости от вида пресса, условий штамповки и возможной производительности пресса.

Заработная плата в нашей стране устанавливается исходя из основного принципа социализма: «От каждого по способностям, каждому по труду», т. е. по количеству и качеству затраченного труда. Чем квалифицированнее труд, чем больший производственный эффект он дает, тем выше он оплачивается.

Заработная плата рассчитывается на основе установленной тарифной системы. Тарифная система предопределяет тарифную сетку, тарифную квалификацию и тарифные ставки. Тарифная

сетка представляет собой шкалу разрядов, каждому из которых присвоен определенный тарифный коэффициент. Минимальный коэффициент соответствует низшему разряду и с увеличением разряда увеличивается.

Тарифный разряд определяется показателем сложности выполняемой работы и квалификации рабочего. Каждому разряду соответствует определенная тарифная ставка, т. е. определенная оплата за час или смену работы.

Тарифный коэффициент служит для определения часового заработка рабочего данного разряда. Часовой заработок устанавливается умножением тарифного коэффициента, присвоенного данному разряду, на тарифную ставку рабочего первого разряда. Тарифный разряд присваивается рабочему на основе тарифно-квалификационного справочника, в котором перечислены все виды работ по специальностям и указаны соответствующие им тарифные разряды.

В цехах холодной штамповки применяют повременную, повременно-премиальную и сдельную системы оплаты труда. В качестве основной принята сдельная оплата труда. Она может быть прямой сдельной или прогрессивно-сдельной. При прямой заработок определяется непосредственно выработкой, при прогрессивно-сдельной по различным расценкам, которые возрастают в определенной зависимости от степени перевыполнения рабочим установленных норм. Обе эти системы могут дополняться системой премирования. Причем премии выплачиваются сверх сдельной оплаты в соответствии с принятой на заводе системой и формой материального стимулирования. В отдельных случаях применяют аккордную оплату, т. е. специальную оплату за работу определенного объема.

Косвенную сдельную оплату применяют для работающих, труд которых оплачивается сдельно не по собственным показателям их работы, а соответственно выработке обслуживаемых ими производственных единиц (бригад, цехов и т. д.). Так, например, можно оплачивать труд наладчиков, слесарей по ремонту.

При повременной оплате заработную плату начисляют за проработанное время исходя из присвоенного рабочему разряда.

При сдельной системе оплаты труда обычно исходным документом для расчета заработной платы служит наряд на выполненную работу, в котором отмечают, когда, что и сколько сделал рабочий. Наряд выдается рабочему до начала работы и после выполнения работы подписывается представителем ОТК и мастером.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Документация по разработке технологических процессов холодной штамповки составляется согласно комплексу стандартов Единой системы технологической документации (ЕСТД). ЕСТД устанавливает правила и положения о порядке разработки и оформления технологической документации, разрабатываемой и применяемой всеми машиностроительными и приборостроительными пред-

приятиями СССР ЕСТД является составной частью Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) и предназначена установить во всех организациях единые правила выполнения, оформления, комплектации и обращения технологической документации. Это обеспечивает: стандартизацию обозначений и размещения материала, что особенно важно при использовании вычислительной техники для управления производством; возможность обмена технологическими документами между предприятиями, а также исключит повторную разработку и выпуск дополнительных документов.

Правила оформления документации на процессы холодной штамповки указаны в ГОСТ 3.1403—71. В этом ГОСТе приведены: карта технологического процесса холодной штамповки; операционная карта, предназначенная для описания наиболее сложных и трудоемких операций холодной штамповки; карты типовой операции и типового технологического процесса холодной штамповки и карты технологического процесса холодной штамповки, детали и группы деталей (к типовому процессу).

Разработаны формы этих карт и указаны правила их заполнения. Например, в операционной карте технологического процесса холодной штамповки указывают номер участка, в котором производится операция, номер разрабатываемой операции, ее наименование, наименование материала, марку, номер стандарта или технических условий на поставку материала; массу детали; вид заготовки и способ ее изготовления, норму расхода материала, количество одновременно обрабатываемых деталей; наименование и мощность оборудования, коэффициент штучного времени, разряд работы на операции, обозначение тарифной сетки, нормы и расценки подготовительно-заключительного и штучного времени, содержание переходов с необходимыми эскизами, наименование и обозначение штампов, приспособлений и инструмента.

Контрольные вопросы

1. Что такое технологичность детали?
2. Каков порядок разработки технологического процесса?
3. По каким данным выбирают пресс?
4. Что такое ЕСТД?

ГЛАВА XII
ОТДЕЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ И КОНТРОЛЬ
ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ
ОПЕРАЦИИ

К вспомогательным и отделочным операциям технологии холодной штамповки относятся: термическая обработка, травление, промывка, сушка, нанесение твердых и жидких смазок, галтовка, лакировка, полирование, эмалирование и некоторые другие.

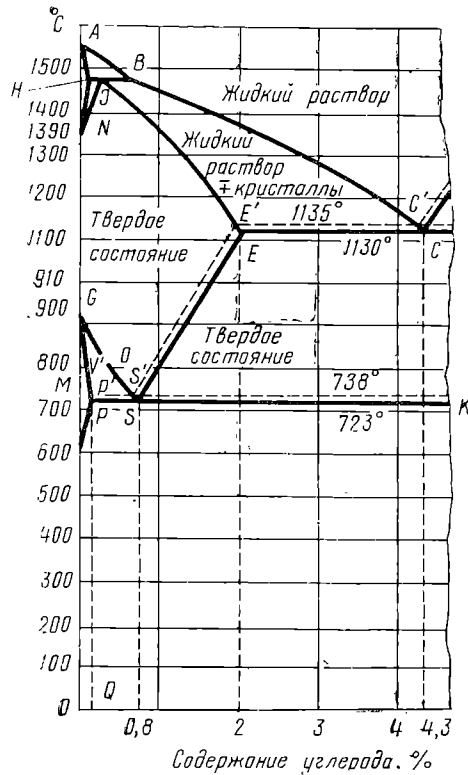


Рис. 145. Диаграмма состояния сплава железо — углерод

Термическая обработка обеспечивает изменение структуры и, следовательно, свойств металла. Изменение структуры металла или сплава при термической обработке подчиняется определенным закономерностям, которые могут быть представлены в виде диаграмм. На такой диаграмме (рис. 145) для сплава железо — углерод (т. е. для сталей и чугунов) линия *ABC* указывает границу появления

Термическую обработку применяют для получения необходимой структуры и механических свойств обрабатываемого материала. Ее назначают перед штамповкой, если структура и механические свойства металла неблагоприятны для деформирования, для устранения наклепа металла после его деформирования, для придания металлу детали необходимой структуры и свойств.

Перед термической обработкой полуфабрикаты или заготовки тщательно очищают от масла и других загрязнений, которые, сгорая во время термообработки, ухудшают качество поверхности металла.

Термическая обработка состоит из нагрева металла до определенной температуры, выдержки его при этой температуре и охлаждения с определенной скоростью.

в жидком металле при охлаждении первых кристаллов. Выше этой линии металл жидкий.

Окончание затвердевания при охлаждении определяется линией *ANIEC*. Ниже этой линии металл уже твердый. Остальные линии диаграмм обозначают границы внутренних структурных перестроений (фазовых превращений) металла при его нагреве или охлаждении.

К основным операциям термообработки относятся отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Отжиг — это нагрев стали на $30\text{—}40^\circ\text{C}$ выше линии *GSE* (рис. 145), выдержка при этой температуре и медленное охлаждение вместе с печью. Его применяют для получения мелкозернистой структуры стали, для восстановления физико-механических свойств после холодного деформирования, для снятия остаточных напряжений.

Помимо полного отжига, применяют неполный и низкий отжиг.

Неполный отжиг состоит в нагреве стали до $750\text{—}760^\circ\text{C}$ с последующим медленным охлаждением. При неполном отжиге снимаются остаточные напряжения, происходят незначительные структурные изменения, несколько улучшается обрабатываемость стали.

При низком отжиге сталь нагревают до $650\text{—}680^\circ\text{C}$, а затем медленно охлаждают. Это способствует некоторому уменьшению остаточных напряжений и твердости стали.

Нормализация стали — это нагрев металла на $30\text{—}50^\circ\text{C}$ выше линии *GSE*, выдержка его при этой температуре с последующим охлаждением на воздухе. Нормализация способствует восстановлению физико-механических свойств стали, устраняет наклеп и подготавливает структуру металла для окончательной термической обработки. Прочность и ударная вязкость нормализованной стали значительно выше, чем отожженной. Так как при нормализации охлаждение металла происходит на воздухе, то нормализация по сравнению с отжигом является более быстрым процессом термической обработки, а следовательно, и более производительным. Поэтому целесообразно углеродистые стали подвергать нормализации вместо отжига.

Отжиг и нормализацию называют светлыми, если их осуществляют в печах с защитной атмосферой, которая предохраняет от появления окалины на поверхности обрабатываемого металла.

При закалке сталь нагревают до температуры на $30\text{—}40^\circ\text{C}$ выше линии *GSK* и затем быстро охлаждают в воде или масле. Закалку применяют для получения высокой прочности, твердости и повышенной износостойкости деталей. Закачивают деформирующие детали штампов, различных инструментов, ответственные детали машин.

Свойства металла после закалки зависят от температуры и скорости нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения. Скорость нагрева зависит от типа нагревательных печей, формы деталей, их расположения в печи. В справочной литературе указывают допустимые скорости нагрева, при которых в металле не возникает трещин

Для охлаждения стальных деталей при закалке применяют воду, водные растворы солей, расплавленные соли и минеральные масла. В зависимости от химического состава закаливаемой стали и требуемых свойств рекомендуют ту или иную закалочную среду. Наибольшая твердость стали получается при закалке с охлаждением в холодной воде, меньшая при охлаждении в масле.

Стали с содержанием углерода менее 0,3% закалке не поддаются. Из-за недостаточного содержания углерода в них при быстром охлаждении не происходит необходимых структурных изменений. Если детали из таких сталей должны иметь повышенную твердость поверхности, их предварительно цементируют (т. е. насыщают поверхность углеродом) и затем закалывают.

При закалке в процессе охлаждения вокруг деталей образуется так называемая паровая рубашка, которая уменьшает скорость охлаждения стали, уменьшает прокаливаемость. Поэтому рекомендуется непрерывно перемещать детали в горизонтальном или вертикальном направлениях во время их охлаждения в воде.

Основными способами закалки стали являются: в одном охладителе, в двух средах, струйчатая, с самоотпуском и др.

Наиболее простой и распространенный способ закалки — закалка в одной охлаждающей среде, где детали находятся до полного охлаждения. Детали из углеродистой стали, как правило, охлаждают в воде, а из легированной — в масле. При закалке в двух средах детали сначала охлаждают в воде, а затем в масле. Таковую закалку поручают высококвалифицированным термистам.

При струйчатой закалке охлаждение нагретых деталей производится струей воды. В этом случае не образуется паровая рубашка и обеспечивается глубокая прокаливаемость.

Для закалки ударного инструмента, у которого твердость должна равномерно и постепенно понижаться от рабочей части к сердцевине, применяют закалку с самоотпуском. При этом способе закалки детали выдерживают в охлаждающей среде не до полного охлаждения. В определенный момент охлаждение прекращают, чтобы сохранить в сердцевине деталей тепло, необходимое для самоотпуска.

Многие детали машин должны иметь высокую поверхностную твердость, хорошую износостойкость и одновременно не разрушаться под действием ударов, т. е. не быть хрупкими. Сочетание этих свойств достигается при использовании поверхностной закалки. В машиностроении наибольшее применение получили следующие способы поверхностной закалки: закалка при нагреве токами высокой частоты, пламенная закалка и закалка в электролите.

При нагреве токами высокой частоты (твч) в металле индуктируются вихревые токи, которые распределяются по сечению детали не равномерно, а концентрируются у поверхности. Это приводит к неравномерному нагреву детали: поверхностные слои быстро нагреваются до высокой температуры, а сердцевина незначительно

нагревается за счет теплопроводности стали. Нагрев деталей твч проводят в специальных устройствах — индукторах.

Отпуск (низкий, средний или высокий) применяют для снятия остаточных напряжений и получения устойчивой структуры, а следовательно, стабильных свойств металла после закалки. Низкий отпуск — это нагрев стали до 150—200°С с последующим охлаждением. Отпуску подвергают инструментальные и штамповые стали, когда надо сохранить высокие твердость и износостойкость.

Низкий отпуск применяют, например, при обработке колец подшипников, шариков и роликов. Средний отпуск незначителен для деталей, которые должны иметь высокую твердость и хорошие упругие характеристики (пружины, рессоры и др.). Для среднего отпуска стальные детали нагревают до 350—450°С. Высокий отпуск (температура нагрева 500—650°С) применяют для деталей, которые должны иметь достаточную прочность, высокую пластичность и вязкость. Высокому отпуску подвергают детали из конструкционных сталей. Закалку и последующий высокий отпуск иногда называют улучшением.

После отпуска остаточные напряжения в закаленных деталях частично остаются. Они затем самопроизвольно снимаются при комнатной температуре в течение длительного времени. Такое естественное старение деталей сопровождается изменением их размеров и форм. Для предупреждения изменения размеров деталей в процессе эксплуатации их подвергают искусственному старению, которое заключается в нагреве до 100—150°С и выдержке при этой температуре 18—35 ч. Твердость и структура закаленных деталей при старении практически не изменяются.

В ряде случаев закаленные детали подвергают обработке холодом. Ее применяют для уменьшения количества в стали остаточного аустенита, который снижает твердость детали и при самопроизвольном распаде вызывает изменение размеров. Закаленные, но не отпущенные детали помещают в холодильные камеры и охлаждают до температуры минус 12 — минус 120°С.

Оборудование для термической обработки. Основным оборудованием для осуществления термической обработки являются нагревательные печи, электронагревательные установки твч, соляные ванны и закалочные баки. Современные нагревательные печи — это сложные агрегаты, оборудованные средствами механизированной загрузки и разгрузки, а также автоматическими приборами, которые контролируют и регулируют температуру и состав атмосферы в печи.

Нагревательные термические печи классифицируют по технологическому признаку (для закалки, отжига, отпуска), по конструктивному (камерные и непрерывного действия) и по источнику нагрева (нефтяные, газовые и электрические). Все печи имеют металлический каркас и внутри выложены огнеупорным кирпичом.

В камерных печах (рис. 146, а — в) металл нагревают при постоянной температуре. Тепло в камере выделяется в результате сгорания топлива или при помощи электрических термоэлементов

сопротивления. В печах непрерывного действия (методических) заготовки нагреваются в процессе их перемещения по длинной камере. Эта камера нагревается газами сгорания или электрическими термoelementами.

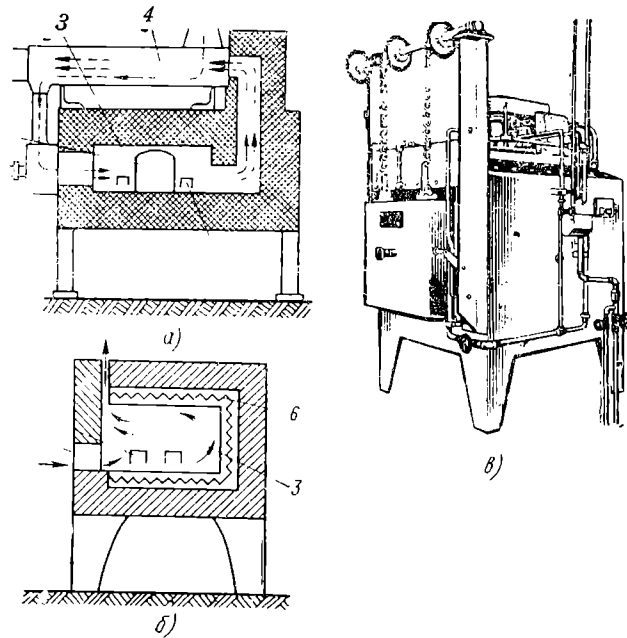


Рис. 146. Камеры печи:

а — схема устройства пламенной и б — электрической печей, в — общий вид камерной печи: 1 — газовые горелки, 2 — загрузочное окно, 3 — нагревательная камера, 4 — рекуператор, 5 — нагреваемые заготовки, 6 — электронагреватели

Заготовки через нагревательное пространство печи перемещаются конвейером или толкателем. Температура в рабочем пространстве этой печи неодинакова и постепенно возрастает в направлении от входа заготовок через загрузочное окно к выходу. При нагреве твч заготовки проталкивают через индуктор. Такие установки обычно работают автоматически и нагревают заготовку за десятки секунд.

В процессе термической обработки могут возникать различного рода дефекты. Наиболее распространенными среди них являются: закалочные трещины, деформация и коробление деталей, окисление, обезуглероживание, перегрев, пережог, недогрев и др.

Закалочные трещины (неисправимый брак) образуются, как правило, при слишком резком охлаждении или нагреве. Деформация и коробление деталей происходят из-за неравномерного нагрева и охлаждения металла. В зависимости от формы и размеров заготовок применяют определенные способы погружения их в зака-

лочный бак, а также различные приспособления, обеспечивающие равномерность нагрева и охлаждения деталей.

Пламенный и электрический нагрев в печах обычно длителен и сопровождается окислением металла — появлением окалины на его поверхности — и обезуглероживанием его поверхностного слоя. Образование окалины вызывает потерю (угар) металла, достигающую 1,5—3,0% и более от массы нагреваемого металла. При окислении искажается форма детали, поверхность ее под окалиной получается неровной. Удаляют окалину с поверхности деталей травлением или очисткой в дробеструйных установках.

Выгорание углерода с поверхности деталей — обезуглероживание — происходит при окислении стали и резко снижает прочностные свойства деталей. Для предупреждения угара металла и обезуглероживания применяют безокислительный нагрев, т. е. в нагревательных устройствах создают защитную среду из газовых смесей.

При перегреве стали — нагреве выше определенных температур — происходит быстрый рост зерен и окисление по их границам. Перегретая сталь имеет пониженные пластические свойства и более склонна к появлению трещин при закалке. Исправляют перегрев отжигом или нормализацией.

Пережог — (неисправимый брак) является результатом длительного нахождения металла в печи при высокой температуре. При этом окисляются, а иногда даже и оплавляются зерна по границам. Металл теряет пластичность и становится хрупким.

При недогреве металла при закалке до требуемой температуры детали получают с низкой твердостью. Исправляют недогрев отжигом и последующей закалкой.

Химико-термическая обработка. Для повышения поверхностной твердости стальных деталей, для увеличения их износостойкости и антикоррозионных свойств применяют химико-термическую обработку: цементацию, азотирование, цианирование и др.

Цементацию — насыщение поверхностного слоя стали углеродом применяют для обработки углеродистых и легированных сталей с содержанием углерода до 0,2%, а иногда и до 0,3%. Для цементации детали помещают в среду, легко отдающую углерод, — в порошок древесного угля, в соответствующую газовую среду и некоторые другие. Нагревают в этой среде до 850—950°С без доступа воздуха и выдерживают в ней несколько часов. После цементации для получения необходимой поверхностной твердости детали нормализуют, закаляют и отпускают.

Азотирование — насыщение поверхностного слоя стальных деталей азотом для получения высокой твердости выполняют в специальных печах при температуре около 550°С. В печь подают газ, аммиак. Разлагаясь, он выделяет атомарный азот, который, вступая в реакцию с металлом азотируемой детали, образует нитриды, обладающие высокой твердостью. Азотируют специальные стали, содержащие хром и алюминий (38ХЮ), хром, молибден и алюми-

ний (38ХМЮА) или хром с вольфрамом, ванадием и алюминием (38ХВФЮ) и ряд других.

Нитриды хрома, молибдена, ванадия обладают очень высокой твердостью. Углеродистые стали, как правило, азотировать нецелесообразно, так как нитриды железа не дают столь высокой твердости, а поверхностный слой получается хрупким.

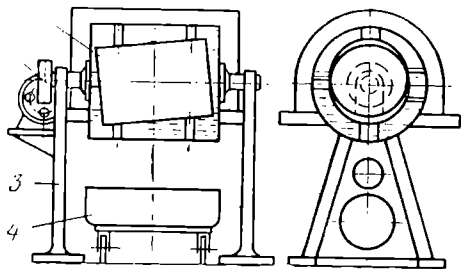


Рис. 147. Бесшумный галтовочный барабан: 1 — барабан, 2 — редуктор, 3 — станина, 4 — тара

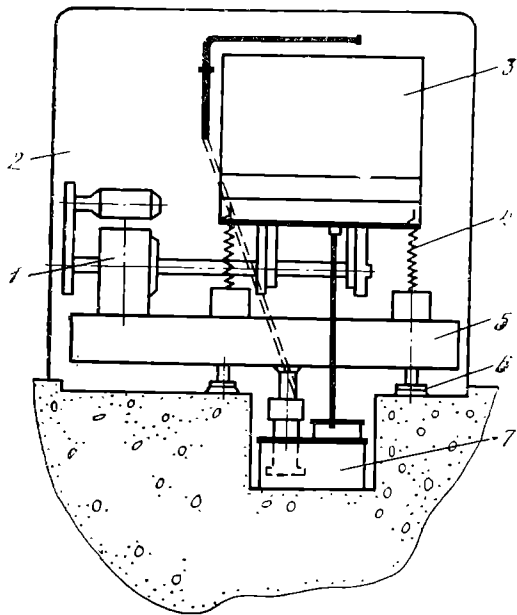


Рис. 148. Вибрационная установка: 1 — привод, 2 — звукопоглощающий кожух, 3 — рабочая камера, 4 — пружина, 5 — рама, 6 — амортизатор, 7 — бак-отстойник

химико-термической обработки стальных деталей: насыщение поверхностного слоя хромом (хромирование), алюминием (алитирование) и др. Эти способы называют диффузионной металлизацией.

Цианирование — одновременное насыщение поверхности стальных деталей углеродом и азотом для получения после закалки высокой поверхностной твердости. Цианируют углеродистые, легированные и быстрорежущие стали. Наиболее распространено цианирование в жидкой среде, при котором обрабатываемые детали помещают в расплавленные цианистые соли. Глубина цианированного слоя может достигать десятых долей миллиметра.

Процесс цианирования в жидкой среде опасен, так как цианистые соли ядовиты. Поэтому после работы у цианистых ванн следует тщательно мыть руки, не принимать пищу в рабочем помещении и в загрязненной спецодежде. Детали, опускаемые в ванну, должны быть сухими во избежание выплескивания расплавленных солей парами мгновенно испаряющейся воды. Возможно цианирование в твердой и газообразной среде.

Существуют и другие способы поверхностной

Они увеличивают антикоррозионную стойкость, жаростойкость и износостойкость поверхностей стальных деталей.

Галтовку применяют для удаления заусенцев, оставшихся после разделительных операций холодной штамповки, скругления острых кромок, очистки небольших деталей от следов ржавчины и окалины. Сущность процесса заключается во взаимном перемещении заготовок относительно друг друга и очищающей среды во вращающемся барабане. Для лучшей очистки деталей галтовочный барабан наполняют различными смесями: опилками, абразивными порошками, молотым стеклом и др. Для уменьшения шума галтовочные барабаны изготавливают с двойными стенками, между которыми заливается масло (рис. 147).

Различают сухую галтовку и подводную. Последняя применяется реже, главным образом для обработки деталей сложной формы, изготовленных из цветных металлов. Производится подводная галтовка в перфорированных барабанах, погруженных в жидкую среду.

Высокопроизводительным и универсальным процессом очистки деталей является виброгалтовка. Обрабатываемая деталь при виброгалтовке совершает перемещение в различных направлениях относительно стальных шариков, обрабатывающих внутренние и наружные поверхности деталей. Детали не подвергаются в этом случае ударным нагрузкам. Поэтому виброгалтовке можно подвергать тонкостенные детали и детали с резьбой.

Рабочая камера виброустановки (рис. 148) приводится в колебательное движение эксцентриковым механизмом, приводимым электродвигателем. Частота колебаний — 1400—2000 в минуту, амплитуда — 3—4 мм. По сравнению с обычной сухой галтовкой виброгалтовка сокращает время обработки в 1,5—2 раза.

Для удаления с поверхностей заготовок и деталей масла и загрязнений перед штамповкой, перед термообработкой и после окончания штамповки применяют травление в слабых растворах. Травление в крепких растворах применяют после термической обработки для удаления окалины. Подробно о травлении изложено в главе VII.

Для удаления с деталей солей, остатков травильных растворов, закалочного масла и т. п. применяют промывку в горячей воде или водных растворах щелочи. Промывку осуществляют в конвейерных моечных машинах непрерывного действия (рис. 149). Детали перемещаются по конвейерной ленте 3 внутри водонепроницаемого каркаса 1. Горячий раствор подается под давлением от насоса 7 через сопла 4. Конвейер приводится в движение электродвигателем 2.

Конвейерные моечные машины применяются как самостоятельное оборудование или в составе закалочных агрегатов.

Детали небольших размеров, требующие высококачественной очистки, обрабатывают в ультразвуковых установках. В них очищают и обезжиривают, например, мелкие детали радиоприемников, телевизоров, различных приборов и др. Ультразвуковая очистка позволяет удалить загрязнения из труднодоступных полостей деталей. Трудоемкость операции по сравнению с другими методами

очистки снижается в несколько раз. При сильном загрязнении деталей рекомендуется перед использованием ультразвуковых установок очищать детали струей жидкости или сжатым воздухом.

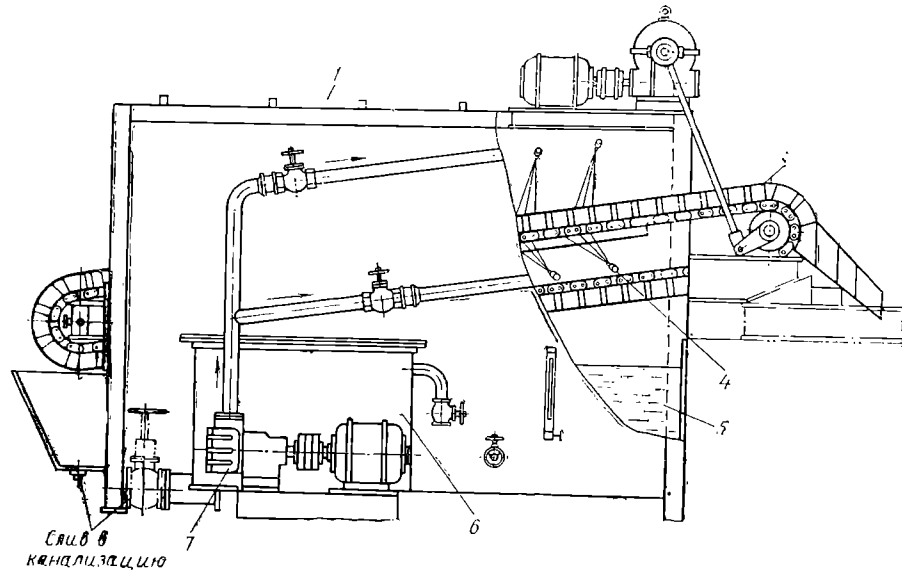


Рис. 149. Конвейерная моечная машина ММ-400К:

1 — водонепроницаемый харкас, 2 — электродвигатель, 3 — лента конвейерная, 4 — бак, 5 — бак с фильтром, 7 — насос

Полирование применяют для придания поверхности деталей малой шероховатости. В дальнейшем эти детали можно лакировать или покрывать металлами (хромировать, никелировать и т. д.). Полирование осуществляют на специальных станках при помощи войлочных кругов, покрытых тонким слоем полировочных паст. Кроме этих станков, для полирования применяют ультразвуковые установки, электрохимические методы и др.

При ультразвуковом полировании деталь погружают в ванну, наполненную жидким раствором, содержащим абразивную пыль. Ультразвуковой вибратор, установленный в ванне, направляет частицы взвешенной в жидкости абразивной пыли к полируемой поверхности. Абразивные пылинки, ударяясь о поверхность, полируют ее.

Окраску отштампованных деталей осуществляют обычной пульверизацией или в электростатическом поле. В последнем случае распыленные частицы краски более равномерно покрывают окрашиваемую поверхность. При мелкосерийном производстве детали окрашивают на стендах или в специальных камерах. В крупносерийном и массовом производствах окраску в электростатическом поле осуществляют в автоматизированных устройствах конвейерного ти-

па. Деталь проходит зоны окраски и сушки в подвешенном состоянии.

Электролитические покрытия (хромирование, никелирование и др.) применяют для предохранения деталей от коррозии и в декоративных целях и осуществляют в специальных электролитических ваннах.

При производстве бачков, бидонов, других бытовых изделий широко применяют эмалирование. Отштампованные детали после травления, промывки и сушки обрабатывают в эмалировочных ваннах или камерах.

§ 2. КОНТРОЛЬ ШТАМПОВЧНЫХ РАБОТ

При разработке технологического процесса холодной штамповки обязательно предусматривают проведение операций по контролю качества полуфабрикатов и деталей. В цехах холодной штамповки технический контроль предусматривает: контроль материала, поступающего в цех; контроль за установкой и наладкой штампов перед началом штамповки; контроль полуфабрикатов в процессе изготовления детали и контроль готовой продукции.

Контроль продукции осуществляют рабочие и работники отдела технического контроля (ОТК).

Современная организация производства предполагает безусловную ответственность каждого исполнителя за качество выпускаемой продукции. Работники ОТК тщательно анализируют все факторы производства и осуществляют предупредительный контроль, исключая возможность выпуска недоброкачественной продукции.

Рабочие-штамповщики и мастер обязательно контролируют изготовленные детали или полуфабрикаты перед предъявлением их контролерам ОТК. Если при приемке ОТК обнаруживает дефекты в партии деталей, то вся партия возвращается исполнителю.

Работники несут материальную ответственность за выпуск недоброкачественной продукции. Наряду с повышением требований к исполнителям предусмотрено материальное поощрение работников за бездефектное изготовление продукции. Рабочим, которые в течение длительного времени (до полугода) не допускали выпуска деталей с дефектами, присваивается право на работу с личным клеймом.

Количество контрольных операций в процессе изготовления изделий зависит от сложности формы детали, ее габаритов, требуемой точности и шероховатости поверхности. Чем сложнее технологический процесс, тем чаще осуществляется проверка полуфабрикатов. Частота проверки деталей зависит и от того, штампуются ли детали по поточному принципу или между отдельными операциями имеются длительные перерывы.

В первом случае операционный контроль производится лишь при наладке штампов и в начале работы. В процессе штамповки проверяют лишь готовую деталь и только при обнаружении дефектов проверяют предыдущие операции. Во втором случае проверяют по-

луфабрикаты на всех операциях, чтобы исключить брак на конечной стадии технологического процесса.

При выявлении брака контролер запрещает дальнейшую работу и совместно с мастером и рабочим устанавливает причину брака. Только после ее устранения продолжают штамповку.

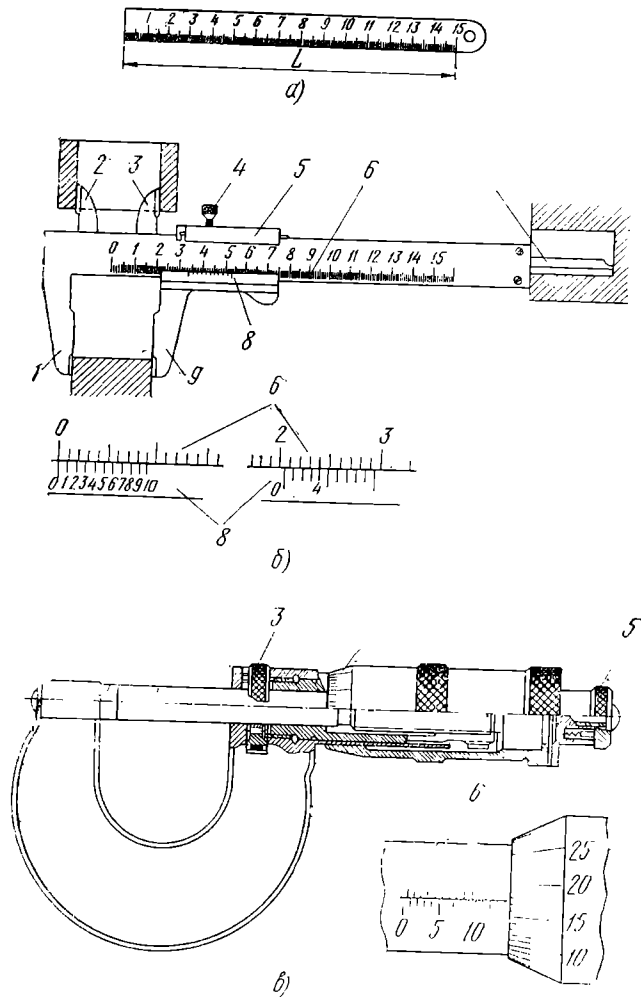


Рис. 150. Стальная линейка (а), штангенциркуль (б), микрометр (в)

Проверка готовой продукции обычно проводится выборочно (2—5% партии) и лишь при штамповке особо ответственных деталей проверке подлежат все 100% деталей. В технологической карте указывают, какие параметры и какими инструментами необходимо проверить. При приемке деталей сложной формы применяют раз-

личные приспособления. Их изготовляют ранее штампов, так как наличие контрольного приспособления упрощает наладку и доводку штампов.

Для проверки штампованных деталей применяют различные виды контроля. Наиболее распространен внешний осмотр деталей с целью обнаружения трещин, задиров, складок и других видимых глазом дефектов, а также контроль размеров.

Размеры штампуемых деталей и деталей штампов проверяют при помощи различных измерительных инструментов и приборов. Измерения могут быть абсолютными и относительными. При абсолютных измерениях измеряемая величина устанавливается непосредственным отсчетом по шкале инструмента или прибора. При относительных — устанавливают отклонения измеряемой величины от установленного образца (эталоны) или от заданной величины.

Контрольно-измерительными инструментами служат штриховые инструменты (стальные линейки); инструменты с нониусом (штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы, угломеры); микрометрические инструменты (микрометры, микрометрические нутромеры); зубчатые приборы (индикаторы и др.) и различные бесшкальные инструменты.

Стальной линейкой (рис. 150, а) с делением измеряют размеры с точностью до 1 мм.

Штангенциркулем (рис. 150, б) измеряют внешние размеры губками 1 и 9, внутренние размеры губками 2 и 3 и глубину полостей выдвижной линейкой 7. Винт 4 зажимает подвижную рамку 5, что позволяет фиксировать установленный размер.

Отсчет размера на штангенциркуле производят с помощью нониуса 8. Шкала 6 нониуса с точностью отсчета 0,1 мм имеет 10 делений на длине 9 мм. Размер каждого из делений 0,9 мм, или на 0,1 мм меньше размера делений основной шкалы.

Если перемещать нониус вправо от его исходного положения, то при совмещении его первого штриха с первым штрихом основной шкалы нулевое деление нониуса сместится на 0,1 мм от нулевого деления основной шкалы. Такой же по величине зазор образуется между губками 1 и 9. При дальнейшем движении нониуса вправо штрихи нониуса 2, 3, 4 и т. д. будут последовательно совпадать с соответствующими штрихами основной шкалы. Одновременно расстояния между нулевыми штрихами и между измерительными губками будут увеличиваться до 0,2, 0,3, 0,4 мм и т. д.

Определяя штангенциркулем размер, ограничиваемый его раздвинутыми губками, количество целых миллиметров отсчитывают по основной шкале до деления, предшествующего нулевому штриху нониуса, а количество десятых долей миллиметра определяют по количеству делений нониуса до его штриха, совпадающего с основным делением шкалы. На рис. 150, б показано положение нониуса при измерении размера 20,4 мм.

Штангеннутромер служит для измерения подвижной линейкой глубины внутренних полостей. Штангенрейсмасом измеряют высот-

ные размеры деталей, установленных на разметочной плите. Размер фиксируют измерительным ножом (измерительной лапкой).

При измерении угломером углы определяют с помощью неподвижной и подвижной линейек; подвижную линейку смещают так, чтобы между линейками образовался измеряемый угол. Угол отсчитывают по шкале с нониусом.

Для измерения размера с точностью до 0,01 пользуются микрометрами (рис. 150, в) и микрометрическими нутромерами. У микрометра измерительная пятка 1 неподвижна, а измерительный шпindel 2 перемещается винтом высокой точности и устанавливается на заданный размер. Одна из измерительных пяток микрометрического нутромера также неподвижна, а вторая перемещается винтом.

Для обеспечения точности измерения и исключения упругих деформаций, которые могут возникать при усиленном заворачивании винта, винт перемещается с помощью трещотки 5, приостанавливающей перемещение винта после того, как усилие надавливания достигает определенной величины.

Размер отсчитывают по шкале стебля 6, на котором нанесены деления ценой 0,5 мм. На шкале барабана 4 нанесены деления ценой 0,01 мм. Отсчитав по шкале стебля количество целых полумиллиметров, устанавливают по шкале барабана число сотых долей миллиметра в оставшейся части размера. На рис. 150, в показан размер $14,50 + 0,18 = 14,68$ мм. Для фиксации установленного размера пользуются стопорным кольцом (тормозным устройством) 3. Микрометрическим нутромером пользуются так же, как и микрометром.

Индикаторы (часового типа) применяются для измерения величин с точностью до 0,01 мм. Доли миллиметра отсчитывают по основной шкале, а число миллиметров определяют по малому циферблату. Стрелка индикатора связана с измерительным шпинделем зубчатой передачей и поворачивается соответственно его линейному перемещению. Шкала циферблата сделана поворотной и, если в нулевом положении стрелка не вертикальна, циферблат можно повернуть и совместить его с положением стрелки.

Индикаторы устанавливают на специальных стойках, подставках. Перемещая измеряемую деталь относительно индикатора, например по разметочной плите, или перемещая по этой же плите индикатор с подставкой относительно измеряемой детали, можно установить плоскостность и параллельность проверяемых поверхностей детали. Если индикатор ввести в контакт с вращающейся деталью, можно определить концентричность или эллипсность этой поверхности по биению ее при вращении.

Бесшкальные измерительные инструменты. Кроме описанных выше инструментов, для измерения пользуются калибрами, шаблонами, щупами, резьбомерами (рис. 151, а — е).

Если необходимо определить, соответствуют ли отклонения данного размера величинам, установленным по чертежу, пользуются предельными калибрами.

Предельный калибр имеет два размера: допускаемый и недопускаемый. Например, у калибра-пробки, предназначенного для измерений диаметров круглых отверстий, одна сторона должна входить в отверстие (проходная пробка), а вторая делается непроходной. Если вторая сторона входит, то диаметр отверстия сделан больше допускаемого и деталь бракуется. По такому же принципу устроены и скобы для измерения диаметров или линейных размеров, резьбовые пробки для измерения внутренних резьб, резьбовые кольца для измерения наружных резьб.

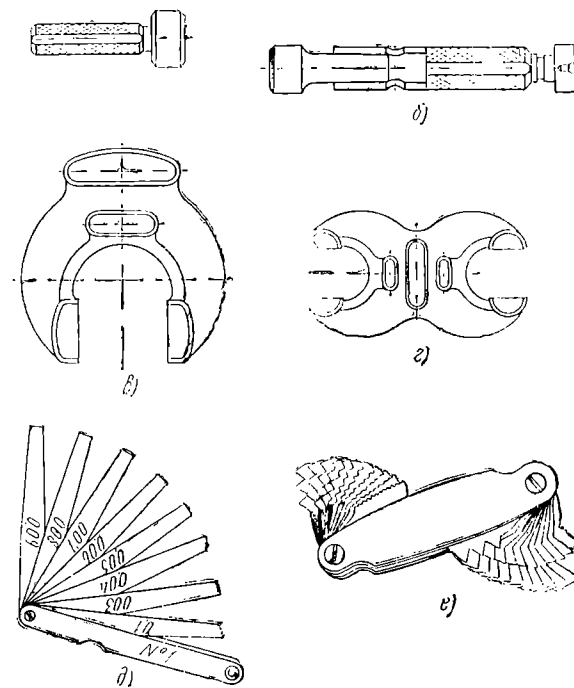


Рис. 151. Бесшкальные измерительные инструменты:

а, б — калибры-пробки односторонняя и двусторонняя, в, г — калибры-скобы односторонняя и двусторонняя, д — набор щупов, е — набор резьбомеров

Зазоры между двумя сопрягаемыми деталями измеряют щупами, которые представляют собой набор стальных пластинок разной толщины (в несколько десятых, сотых долей миллиметра). Величину зазора можно определить, вводя в него последовательно одну или несколько пластинок щупа. На каждой пластине указана ее толщина.

Для определения шага резьбы пользуются резьбомерными шаблонами, которые выпускаются в виде набора.

Фасонные поверхности проверяют шаблонами. Ш а б л о н — это пластина, точно соответствующая по форме и размерам изготавливаемой детали. Шаблоны часто применяются при изготовлении штампов.

Измерительные инструменты и приборы очень чувствительны к ударам. Их поверхности могут подвергаться коррозии. Со временем они изнашиваются. Поэтому измерительные инструменты и приборы аккуратно хранят и в установленные сроки проверяют в заводской измерительной лаборатории.

Для контроля химического состава металлов, качества термической обработки и выявления поверхностных и внутренних дефектов применяют химический и металлографический анализы, а также различные методы дефектоскопии: люминесцентный, рентгеновский, ультразвуковой и др.

При химическом анализе определяют содержание различных элементов в исследуемом металле. В основе анализа лежат различные химические реакции.

Металлографический анализ применяют для контроля макро- и микроструктуры, определения глубины и качества термической обработки. Металлографический анализ проводят на микрошлифах. Микрошлиф получают из исследуемой детали, шлифуя, полируя и протравливая образец металла 4%-ным раствором азотной кислоты в этиловом спирте. Исследуют микрошлиф под микроскопом, а макрошлиф — невооруженным глазом.

Для обнаружения мелких и тонких трещин и раковин, невидимых невооруженным глазом, применяют магнитный и люминесцентный методы. В первом случае контролируемую деталь намагничивают и на ее поверхность наносят железный порошок. При этом контуры трещин или раковин четко обрисовываются и становятся хорошо заметны невооруженным глазом. При люминесцентном методе дефектоскопии деталь обрабатывают специальной жидкостью. Затем жидкость смывают, но в мельчайших трещинах и раковинах она остается и при облучении ультрафиолетовыми лучами начинает светиться, выявляя дефекты.

Для определения внутренних дефектов (расслоений, пустот, раковин и др.) применяют рентгеновский и ультразвуковой методы. Просвечивая проверяемую деталь рентгеновскими лучами, получают снимок, на котором темные пятна или полосы указывают на расположение внутренних дефектов.

В основе ультразвуковой дефектоскопии лежит способность ультразвука отражаться от поверхности, разделяющей различные среды. В металл посылают короткие импульсы ультразвуковых волн и принимают отраженные эхо-сигналы, которые преобразуют в электрический заряд и передают на экран прибора. При наличии в металле дефекта ультразвуковой сигнал от него отразится и будет виден на экране.

Для контроля штампованных деталей стали применять автоматы, значительно повышающие производительность контрольных работ.

§ 3. ВИДЫ БРАКА ПРИ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ

Причинами брака при холодной штамповке могут быть: дефекты исходного материала; несоответствие материала техническим требованиям к механическим свойствам, толщине, штампуемости, качеству поверхности; недостаточная технологичность детали; несовершенство конструкций штампов или неправильная их эксплуатация; неправильно разработанная технология или отступления от нее; нарушение правил транспортировки и хранения полуфабрикатов и деталей и др.

Низкая пластичность материала, отклонения по структуре и зернистости, неравномерная толщина, внутренние дефекты (трещины, расслоения) могут быть причинами разрывов и разрушений штампуемых деталей.

Наличие площадки текучести в кривой упрочнения деформируемого металла может привести к потере устойчивости при вытяжке. В результате этого на поверхности металла могут появиться полосы скольжения или шероховатости.

Разностенность, складки, задиры, недоштамповка, разрывы материала и другие дефекты могут появляться при неправильной установке и наладке штампов (см. главу X).

Брак возникает и при отступлении от установленной технологии, т. е. при неправильной последовательности операций, нарушении режимов штамповки, пропуске отдельных операций (например, межоперационного отжига), при подаче в штамп заготовок неправильных размеров. Одной из причин брака является неправильная фиксация заготовок, т. е. небрежность в работе. Предупреждение брака по этим причинам — строгое соблюдение технологии рабочими и мастерами.

Нередко листовые штампованные детали (особенно крупные) бракуют из-за коробления, вмятин, забоин, царапин и т. д. Такие дефекты возникают при небрежности в работе, неправильной транспортировке и хранении деталей.

Особую опасность представляет внутренний брак, невидимый при осмотре детали. Определить его можно только рентгеновским, ультразвуковым и некоторыми другими методами или при испытании детали.

Если дефект можно исправить (исправимый брак), детали поступают на доработку, если брак неисправимый, то бракованные детали идут на переплавку.

При холодной объемной штамповке характерными видами брака являются наружные и внутренние трещины, «скальпирование», вырывы и потеря устойчивости (рис. 152, а — в).

Внутренние трещины появляются при неправильном выборе угла наклона конической матрицы при выдавливании или волочении, а также из-за низких пластических свойств металла. Такие трещины (рис. 152, а) вызывают разрушение болтов при затяжке.

Поперечные трещины (рис. 152, б) появляются на деталях при высадке на многоударных автоматах. Причинами их появления служат дефекты исходного материала (волосовины, шлаковые или другие неметаллические включения и т. п.), а также неправильная разработка технологии изготовления. Поперечные трещины возникают при работе неправильно спроектированным высадочным инструментом.

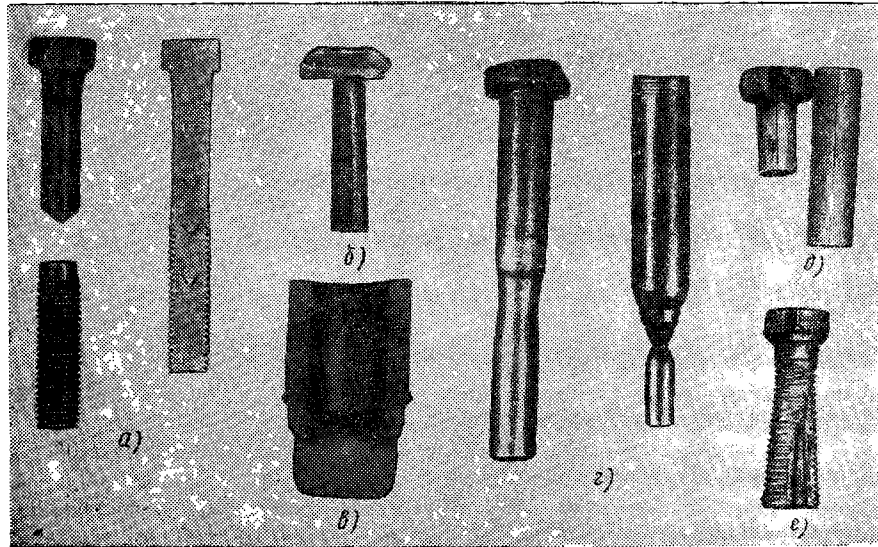


Рис. 152. Виды брака при холодной объемной штамповке: а — характер разрушения болта (слева) и расположение внутренних трещин (справа), б — поперечные трещины, в — «скальпирование», г — утяжины на стержне при малых обжатиях (слева) и при больших (справа), д — продольные трещины, е — продольный разрыв стержня вследствие волосовины в материале при накатке резьбы

Утяжины и «скальпирование» (рис. 152, а, в) могут возникать при прямом выдавливании из-за неправильно выбранной степени деформации или при недопустимых углах наклона конических матриц. Меняя геометрию инструмента или последовательность переходов, можно добиться получения высококачественных деталей.

Появление продольных трещин вызывается, как правило, плохим состоянием поверхности материала. Дефекты поверхности материала при прокатке и волочении, наличие волосовин или царапин приводят при высадке к трещинам, идущим параллельно направлению осадки (рис. 152, д).

Если наличие волосовины в материале не приводит к разрушению детали при высадке, то может произойти продольный разрыв

стержня при накатке резьбы (рис. 152, е) или возникает брак по так называемой «пученой» резьбе, которая не соответствует заданным размерам, хотя и не имеет внешних дефектов.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется закалка деталей?
2. Для каких целей применяют галтовку?
3. Как измеряется размер детали при помощи инструмента с конусом?
4. Перечислите виды и причины брака при холодной объемной штамповке.

ГЛАВА XIII ОХРАНА ТРУДА

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Задача охраны труда — это создание условий труда, при которых полностью устраняется производственный травматизм и профессиональные заболевания. В нашей стране созданы все условия для полной ликвидации несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Травмы и профессиональные заболевания, которые иногда еще случаются на производстве, возникают в результате организационно-технических недочетов, нарушения установленной технологии, а также незнания или несоблюдения работающими правил и положений техники безопасности.

Предупреждение и устранение травматизма и профессиональных заболеваний обычно сводится к оснащению машин и помещений специальными средствами и устройствами, обеспечивающими безопасность и безвредность работы, и к строгому соблюдению трудящимися правил безопасности и безвредного выполнения работ. Вот почему все работающие обязаны хорошо знать и неуклонно выполнять правила и требования техники безопасности и промышленной гигиены.

Холодная штамповка относится к производственным процессам повышенной опасности. Поэтому вопросам безопасности труда в цехах холодной штамповки следует уделять особенное внимание.

Основные положения охраны труда (продолжительность рабочего дня, ежегодный отпуск и др.) у нас в стране внесены в текст Конституции. Улучшение дела охраны труда предусматривается в решениях съездов КПСС, во всех планах развития народного хозяйства, в целом ряде постановлений и решений ЦК КПСС и Совета Министров СССР.

Администрация предприятия и цеха должна обеспечить технические и организационные мероприятия по безопасности работ и производственной санитарии, требовать от каждого рабочего и служащего безусловного соблюдения правил охраны труда и техники безопасности. Состояние охраны труда постоянно проверяют техническая инспекция профессиональных союзов, общественная инспекция профессиональных союзов, общественная инспекция по охране труда и технике безопасности, инспекция по надзору за безопасным ведением работ в промышленности (Госгортехнадзор), Государственная санитарная инспекция (Госсанинспекция) и некоторые другие организации.

Технические инспектора профсоюзов проверяют, обеспечена ли безопасность работ, соблюдаются ли правила охраны труда, состояние производственной санитарии и т. п. Они принимают меры к устранению нарушений, расследуют аварии, тяжелые несчастные случаи, привлекают к ответственности виновных. Общественные инспектора по охране труда и технике безопасности работают под руководством цеховых и заводских комитетов профсоюзов. Они систе-

матически осуществляют тот же контроль, что и технические инспектора.

Инспектора Госгортехнадзора проверяют, обеспечена ли безопасность устройств, работающих под давлением (резервуаров, трубопроводов), подъемных сооружений, газовых установок и т. д. Госсанинспекция проверяет выполнение санитарно-гигиенических норм (например, степень загрязнения воздуха и воды в цехе и т. д.).

Рабочий, поступающий на завод, обязательно инструктируется по технике безопасности работником отдела охраны труда завода. При этом он обязан усвоить общие правила безопасности и условия безопасности выполняемой им работы. После этого мастер обязан познакомить рабочего с правилами обращения с оборудованием и подъемно-транспортными средствами, с правилами содержания рабочего места, показать безопасные приемы работы при штамповке тех или иных деталей. Кроме этого, мастера систематически инструктируют рабочих по вопросам безопасности выполняемых работ и контролируют, соблюдают ли рабочие правила техники безопасности.

Общие правила безопасности обязывают каждого работающего убедиться в исправности прессового оборудования и штампов и проверить их работу на холостом ходу. Во время работы рабочий должен быть внимателен и не отвлекаться разговорами и посторонними делами. При ремонте, уборке, чистке, смазке прессы у пусковых устройств вывешивают надпись: «Не включать — ремонт». Каждый работающий должен остерегаться движущихся транспортных и грузоподъемных устройств; не находиться под поднятым грузом; не заходить за ограждения и не работать без ограждений; не трогать машин и электроустройств, которые он не обслуживает, и т. д.

Для женщин и подростков разработаны специальные правила охраны труда. В соответствии с этими правилами ограничен труд женщин и подростков на тяжелых и вредных работах.

Масса грузов, поднимаемых работающими, строго регламентирована (например, для подростков от 16 до 18 лет не более 16,5 кг, для женщин — 20 кг).

§ 2. ТРАВМАТИЗМ ПРИ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ И ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Производственной травмой называют повреждение тканей и органов тела рабочего в результате неблагоприятных внешних воздействий в условиях производства. Производственные травмы бывают механические — ушибы, порезы, переломы, ранения и т. п., электрические — электрический удар, электрический ожог и др., тепловые ожоги, химические ожоги, акустические — шумовые контузии, световые — кратковременные и длительные ослепления и т. д.

При производственной травме рабочий немедленно извещает об этом мастера или руководителя работы и направляется в медпункт. При сложных или тяжелых травмах пострадавшего сопровождают или доставляют на медпункт. О травме мастер сразу извещает на-

чальника цеха, инженера по технике безопасности и общественного инспектора. Производственная травма обязательно регистрируется. При несчастном случае не позже 25 ч со времени происшествия составляется акт комиссией под руководством начальника цеха.

Причины несчастных случаев подразделяются на производственные (применение опасных приемов работы и нарушение правил безопасности, отсутствие, несоответствие или неприменение индивидуальных защитных средств, недостатки в организации и содержании рабочих мест, недостаточность инструктажа и контроля за соблюдением правил техники безопасности и т. д.), технические (несовершенство технологических процессов и оборудования, неисправность приспособлений, инструментов, штампов и оборудования; несовершенство или неисправность оградительных и предохранительных устройств и т. п.) и санитарно-гигиенические (недостаточность освещения, неблагоприятные метеорологические условия в производственных помещениях и т. п.).

Борьба с травматизмом предусматривает технические, организационные и санитарно-гигиенические мероприятия.

К техническим мероприятиям относятся: применение машин, безопасных в эксплуатации, при наладке и ремонте; механизация и автоматизация тяжелых, трудоемких и опасных производственных процессов; перенесение трудовых приемов из опасных зон в безопасные; ограждение движущихся, токоведущих и иных опасных деталей и узлов машин и устройств; предварительные испытания производственных агрегатов; устройство электроизоляционных систем и т. д.

К организационным мероприятиям относятся: удобное расположение оборудования и правильное распределение грузопотоков в цехе; правильная организация и содержание в порядке рабочих мест; начальный, повторный и текущий инструктаж работающих по вопросам безопасности труда; обучение работающих безопасным приемам работы и проверка их знаний в этой области; запрещение работы на неисправном оборудовании, неисправным инструментом, применения опасных приемов работы; запрещение пуска в эксплуатацию новых агрегатов без разрешения органов охраны труда; обеспечение работающих индивидуальными защитными средствами и наблюдение за их применением; обеспечение работающих инструкцией по безопасности труда и т. д.

К санитарно-гигиеническим мероприятиям относятся обеспечение соответствующей вентиляцией, освещением и т. д.

Характерные виды травм в цехах холодной штамповки — это уколы, порезы и мелкие ранения пальцев и кистей рук, рук до локтя, а иногда и ног острыми углами, острыми кромками, заусенцами заготовок, полуфабрикатов, деталей и отходов при введении в штамп, удалении из штампа, переноске и транспортировке. Травматизм значительно сокращается при механизации и автоматизации работ. Для предупреждения травм при ручной работе мелкие заготовки и полуфабрикаты следует укладывать в штамп и удалять из него пинцетом, а застрявшие отходы крючком. При штамповке средних и

крупных деталей в транспортных работах надо надевать рукавицы. Не следует касаться острых углов, острых кромок заготовок, полуфабрикатов и т. д.

Многие травмы и несчастные случаи в штамповочных цехах являются следствием падения переносимых или перевозимых заготовок, инструмента, деталей, штампов и т. д. Поэтому переносить и перевозить штампы, заготовки и другие предметы нужно осторожно. Причинами травм могут быть неровности пола и захламление рабочего места, тесные проходы и т. п. Вот почему рабочее место должно быть достаточно просторным и содержаться в образцовом порядке. При переносе кранами грузы должны быть хорошо закреплены; переносить грузы над людьми и стоять под грузом запрещено.

Штампы по возможности делают закрытыми (см. главу VII), а прессы оснащают защитными устройствами (рис. 153, 154, 155). Такими устройствами являются рукоотстранители, отводящие руки рабочего или верхнюю половину туловища от прессы при рабочем ходе ползуна (рис. 154, 155), двухкнопочные включающие устройства (рис. 153), защитные блокирующие устройства, немедленно останавливающие пресс, если в рабочую зону попала рука рабочего.

Защитное приспособление отводящего действия (рис. 154) сделано таким образом, что при опускании ползуна решетка поворачивается в сторону рабочего, что заставляет рабочего несколько отклониться и вывести руки из опасной зоны.

Защитные вертикальные (рис. 155) и горизонтальные отводящие устройства маятникового типа при опускании ползуна, перемещаясь перед штампом, принудительно отводят руки рабочего из опасной зоны. Для смягчения удара маятника по рукам рабочего на маятник надевают кольцо из губчатой резины.

Нередко несчастные случаи являются следствием нарушения рабочим трудовой дисциплины, правил безопасности работы и технологии. Поэтому мастеру и наладчику следует наблюдать, чтобы

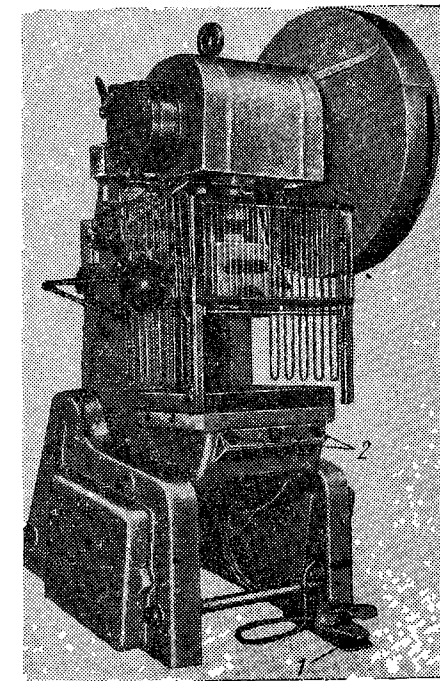


Рис. 153. Двухстоечный открытый кривошипный пресс с ограждением рабочей зоны, с педальным и двуруким (двухкнопочным) включением и местным освещением штампового пространства:
1 — педаль включения, 2 — кнопки двуручного включения

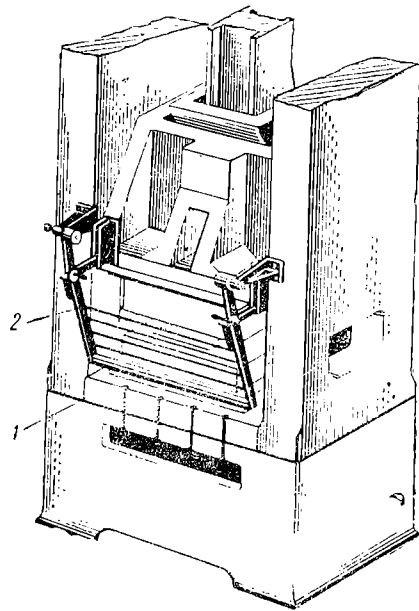


Рис. 154. Защитное приспособление отводящего действия:
1 — плита стола, 2 — отводящая рамка

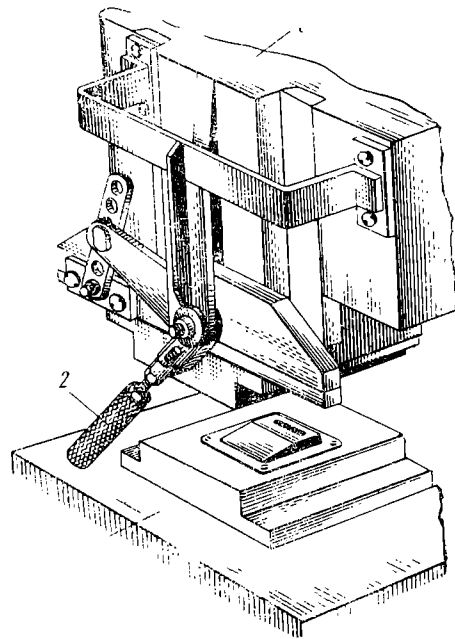


Рис. 155. Вертикальный защитный рукоотстранитель:
пресса, 2 — рукоотстранитель, 3 — ползун

штамповщик при работе вручную пользовался пинцетом, не работал на неисправном прессе, при неисправном штампе, не разговаривал во время работы и т. д. Отступать от технологии и нарушать правила техники безопасности при работе на прессах категорически воспрещается.

Для предупреждения электрических травм штамповщику запрещается регулировать электрические системы или устранять в них неполадки. Все электрические системы и пресс в целом должны быть заземлены.

§ 3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ГИГИЕНА

Производственная санитария предусматривает мероприятия по правильному устройству и содержанию промышленных предприятий и промышленного оборудования в санитарном отношении (правильная вентиляция, освещение, правильное расположение оборудования и т. п.).

Промышленная гигиена предусматривает создание наиболее здоровых и благоприятных в гигиеническом отношении условий труда на производстве и предупреждение неблагоприятного влияния профессиональных вредностей.

Профессиональными вредностями и называют факторы производственного процесса и обстановки труда, оказывающие вредное действие на здоровье работающих или на их работоспособность. К профессиональным вредностям относят неблагоприятные: микроклимат; действие производственного шума, сотрясений и вибраций; неблагоприятное освещение; действие невидимых излучений, производственной пыли и ядов; профессиональные инфекции и неблагоприятный режим труда.

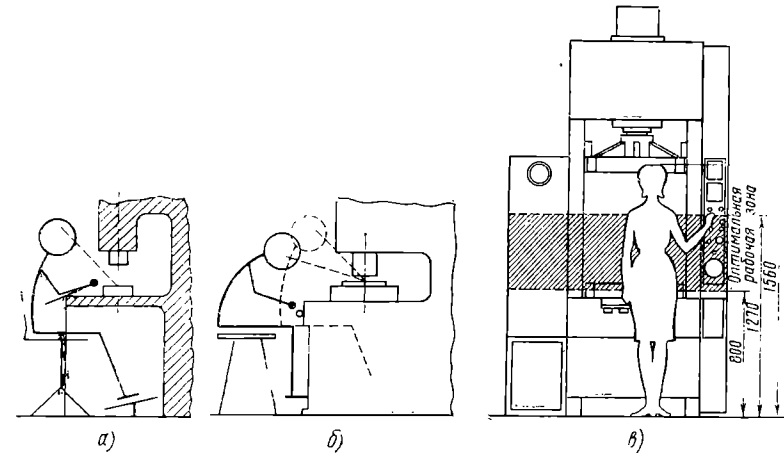


Рис. 156. Положение штамповщика при работе сидя (а — правильное, б — неправильное) и оптимальное расположение органов управления прессом (в)

Неправильный режим труда и неправильное положение во время работы (рис. 156, а, б) вызывают перегрузку или перенапряжение отдельных мышечных систем и органов человека, что может привести к профессиональным заболеваниям. Наиболее часто используемые органы управления прессом размещают в оптимальной рабочей зоне (рис. 156, в).

Для предупреждения профессиональных заболеваний в штамповочных цехах должны быть обеспечены хорошая вентиляция и освещение рабочих мест и цеха в целом, оборудование и помещение цеха окрашивают в мягкие светлые тона, должны проводиться работы по уменьшению шума (установка звукопоглощающих прокладок, расположение оборудования шумных процессов в отдельных помещениях). Штампуя мелкие детали, следует работать сидя. При штамповке тяжелых деталей предусматривают места для кратковременного отдыха рабочих сидя.

При непрерывном наблюдении за работой автоматических линий или прессов целесообразно периодически подменять рабочего для кратковременного отдыха. Недопустимо поручать женщинам и подросткам работу, связанную с подъемом штампов, тяжелых деталей и т. д. Рабочих обеспечивают средствами для тщательного от-

мывания рук перед обедом и после работы, это особенно важно при выполнении штамповки с применением сложных по составу смазок.

Для работающих должна быть организована производственная гимнастика, созданы необходимые условия для соблюдения правил личной гигиены (души, умывальники и т. п.).

§ 4. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

Первая помощь— это начальная помощь пострадавшим при несчастных случаях и внезапных заболеваниях, оказываемая до прибытия врача или доставки больных в медпункт.

Травмы и приступы некоторых болезней внезапны. При этом часто поражение человека развивается столь интенсивно, что промедление в оказании помощи даже в течение нескольких минут может привести к тяжелым последствиям. Поэтому каждый работающий должен уметь оказать первую помощь, а в цехе должна быть аптечка с медикаментами.

При оказании помощи пострадавшему в первую очередь необходимо устранить действие факторов, вызвавших несчастный случай: отключить газ при отравлении или электрический ток при поражении электричеством; снять придавивший груз и т. д. Затем пострадавшего эвакуируют из опасной зоны, оказывают первую медицинскую помощь (приводят в сознание, останавливают кровотечение) и немедленно вызывают врача.

При поражении электрическим током для обесточивания выключают рубильник или перерубают провода. В последнем случае спасающий должен быть хорошо изолирован (резиновые перчатки, сухая одежда). Затем пострадавшему делают искусственное дыхание. При ранении следует остановить кровотечение и наложить повязку, чтобы до прихода врача исключить дополнительное загрязнение раны.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные задачи охраны труда и техники безопасности.
2. Какие мероприятия обеспечивают безопасность работы в прессовом цехе?
3. В чем состоит профилактика профессиональных заболеваний?
4. Расскажите, как нужно оказывать первую помощь при механической травме и при поражении электрическим током.

Введение	3
Глава I. Краткие сведения о холодноштамповочном производстве	5
Глава II. Сведения из теории сопротивления материалов осп пластической деформации	10
§ 1. Понятие о деформациях и напряжениях	10
§ 2. Простейшие виды деформаций	10
§ 3. Закон Гука	11
§ 4. Диаграмма пластичности	14
§ 5. Расчеты на прочность	16
§ 6. Напряженное состояние в точке	17
§ 7. Условия пластичности	18
§ 8. Методы решения задач обработки металлов давлением	20
§ 9. Физическая природа пластической деформации	21
Глава III. Исходные материалы для холодной штамповки	25
§ 1. Металлы и сплавы, применяемые для холодной штамповки	25
§ 2. Неметаллические материалы, применяемые для холодной штамповки	29
§ 3. Определение механических и технологических свойств материалов	30
Глава IV. Основные операции холодной листовой штамповки	34
§ 1. Основные понятия	34
§ 2. Разделительные операции листовой штамповки	35
§ 3. Формоизменяющие операции листовой штамповки	43
§ 4. Комбинированные операции листовой штамповки	59
§ 5. Штампо-сборочные операции	60
Глава V. Основные операции холодной объемной штамповки	61
§ 1. Основные понятия	61
§ 2. Разделительные операции холодной объемной штамповки	62
§ 3. Формоизменяющие операции холодной объемной штамповки	64
Глава VI. Инструмент для холодной штамповки	69
§ 1. Классификация штампов	69
§ 2. Детали штампов	71
§ 3. Штампы для листовой штамповки	78
§ 4. Штампы для холодной объемной штамповки	91
§ 5. Паспорт штампа. Изготовление штампов	94
Глава VII. Подготовка исходных материалов к штамповке	97
§ 1. Подготовительные операции	97
§ 2. Раскрой материала	100
§ 3. Резка заготовок	103
Глава VIII. Оборудование для холодной штамповки	107
§ 1. Виды оборудования	107
§ 2. Кривошипные прессы	108
§ 3. Гидравлические прессы	125
§ 4. Прессы-автоматы	128

	§ 5. Обслуживание и проверка точности оборудования	131
М	§ 6. Основные задачи автоматизации и механизации	133
В	§ 7. Автоматизация работы штампов и штампы-автоматы	134
В	§ 8. Автоматизация универсального оборудования	139
	§ 9. Автоматические линии	143
Г	<i>Глава IX. Электрооборудование машин для холодной штамповки</i>	147
Л	§ 1. Электропривод	147
	§ 2. Электрические двигатели	148
	§ 3. Аппаратура управления и защиты	151
	§ 4. Электроизмерительные приборы	157
	§ 5. Снабжение электрической энергией рабочего места. Электропроводки	159
С	<i>Глава X. Наладка и ремонт штампов</i>	162
Б	§ 1. Установка и наладка штампов	162
Ч	§ 2. Неисправности штампов и способы их устранения	165
М	§ 3. Ремонт штампов	166
Ж	§ 4. Стойкость штампов	167
Ш	<i>Глава XI. Технологический процесс холодной штамповки</i>	170
А	§ 1. Технологичность штампованных деталей	170
	§ 2. Разработка технологического процесса	171
Д	§ 3. Нормирование труда	178
О	§ 4. Технологическая документация	180
Н	<i>Глава XII. Отделочные операции и контроль штампованных деталей</i>	182
Д	§ 1. Вспомогательные и отделочные операции	182
С	§ 2. Контроль штамповочных работ	191
Н	§ 3. Виды брака при холодной штамповке	197
Ч	<i>Глава XIII. Охрана труда</i>	200
С	§ 1. Общие сведения	200
Х	§ 2. Травматизм при холодной штамповке и его предупреждение	201
Г	§ 3. Производственная санитария и промышленная гигиена	204
Ч	§ 4. Первая помощь при несчастных случаях	206
Р		

Шухов Юрий Владимирович

Еленев Сергей Алексеевич

Холодная штамповка

Редактор *А. М. Мокрецов*
Художник *Ю. Д. Федичкин*
Художественный редактор *В. П. Спинова*
Технический редактор *З. В. Нуждина*
Корректор *Р. К. Косинова*

ИБ № 797

Т-13333 Сдано в набор 20/1 1977 г. Подп. к печати 29/VI 1977 г.
Формат 60×90^{1/16} Бум. тип. № 2 Объем 13 печ. Усл. п. л. 13 Уч.-изд. л. 13,66
Изд. № М-56 Тираж 35 000 экз. Зак. 373 Цена 50 коп.

План выпуска литературы для профтехобразования издательства «Высшая школа» на 1977 г.
Позиция 66. Издательство «Высшая школа», Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14.

Великолукская городская типография управления издательств, полиграфии
и книжной торговли Псковского облисполкома, г. Великие Луки, ул. Полиграфистов, 78/12