

## ПОЛУЧЕНИЕ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН.

### Получение литых заготовок

**Литейные сплавы и их применение.** Литейные сплавы получают сплавлением двух или нескольких металлов и неметаллов. Такие сплавы должны обладать хорошей электро- и теплопроводностью, повышенной пластичностью и др. Практическое значение литейных сплавов определяет то, что они по некоторым свойствам (прочности, твердости, способности воспроизводить очертания литейных форм, обрабатываемости режущим инструментом и др.) превосходят чистые металлы.

Для производства фасонных отливок применяют серые, высокопрочные, ковкие и другие чугуны, углеродистые и легированные стали, сплавы алюминия, магния, меди, титана и др.

Серый чугун (состав в %: 2,8—3,5 C; 1,8—2,5 Si; 0,5—0,8 Mn; до 0,6 P и до 0,12 S) имеет достаточно высокую прочность, высокую циклическую вязкость, легко обрабатываем и дешев. Недостатком серого чугуна является низкая ударная вязкость и хрупкость. В марках серого чугуна (СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ 21-40 и др.) буквы СЧ показывают принадлежность данного материала к серым чугунам, первые две цифры — минимальное значение предела прочности чугуна на растяжение, даН/мм<sup>2</sup>, вторые — минимальное значение предела прочности чугуна на изгиб, даН/мм<sup>2</sup>. Из серого чугуна изготавливают станины станков, корпуса и крышки редукторов, шкивы и другие отливки. Высокопрочный чугун (состав в %: 3,2—3,6 C; 1,6—2,9 Si; 0,4—0,9 Mn; не более 0,15 P; не более 0,02 S; не менее 0,04 Mg) обладает высокой прочностью, пластичностью, хорошо обрабатывается. В марках высокопрочного чугуна буквы ВЧ показывают принадлежность данного материала к высокопрочным чугунам, первые две цифры — минимальное значение предела прочности на растяжение, даН/мм<sup>2</sup>, а вторая — минимальное относительное удлинение, %. Из высокопрочного чугуна получают ответственные тяжелонагруженные детали: коленчатые валы, барабаны шахтных вагонеток, шатуны и др.

Ковкий чугун (состав в %: 2,4—2,8 C; 0,8—1,4 Si; менее 1 Mn; не менее 0,2 P; не менее 0,1 S) по прочности превосходит серые чугуны и имеет высокую пластичность. Ковкий чугун маркируют так же, как и высокопрочный чугун. Ковкий чугун используют для производства корпусов пневматического инструмента, ступиц, кронштейнов, звеньев цепей и других деталей.

Углеродистые стали (состав в %: 0,12—0,6 C; 0,2—0,5 Si; 0,5—0,8 Mn; до 0,05 P и до 0,05 S) имеют более высокие механические свойства, чем серый и ковкий чугуны. Структура литой стали состоит из перлита и феррита. Чем больше в ней перлита, тем выше прочность и ниже вязкость. Углеродистые стали применяют для изготовления различных цилиндров, станин прокатных станов, зубчатых колес и других изделий.

Легированные стали отличаются от углеродистых составом легирующих, т. е. дополнительно добавленных элементов (хром, никель, молибден, титан и др.) или повышенным содержанием марганца и кремния. Легирующие элементы придают стали высокую коррозионную стойкость, жаропрочность и другие специальные свойства. Из легированных сталей получают турбинные лопатки,

коллекторы выхлопных систем, различную арматуру и прочие подобные детали.

Алюминиевые сплавы обладают малой плотностью, высокой прочностью и пластичностью, их легко обрабатывать. Наиболее распространены сплавы алюминия с кремнием (силумины), которые обладают повышенной коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью и другими свойствами. Алюминиевые сплавы применяют при производстве блоков цилиндров, корпусов приборов и инструментов и т. п.

Медные сплавы (бронзы и латуни) имеют сравнительно высокие механические и антифрикционные свойства, высокую коррозионную стойкость, хорошей обрабатываемостью. Для изготовления отливок применяют оловянные и безоловянные бронзы и латуни. Безоловянные бронзы используют как заменители оловянных бронз.

По механическим, коррозионным и антифрикционным свойствам безоловянные бронзы превосходят оловянистые. Медные сплавы применяют при производстве арматуры, подшипников, гребных винтов, зубчатых колес и др.

Алюминиевые, магниевые и медные сплавы широко применяют в приборостроении.

**Литейные свойства сплавов.** Не все сплавы в одинаковой степени пригодны для изготовления фасонных отливок. Из одних сплавов (серого чугуна, силумина) можно легко изготовить отливку сложной конфигурации, а из других (титановых сплавов, легированных сталей и др.) получение отливок сопряжено с определенными трудностями. Получение качественных отливок без раковин, трещин и других дефектов зависит от литейных свойств сплавов. К основным литейным свойствам сплавов относят жидкотекучесть, усадку сплавов, склонность к образованию трещин, газопоглощение и ликвацию.

*Жидкотекучесть* — способность расплавленного металла течь по каналам литейной формы, заполнять ее полости и четко воспроизводить контуры отливки. При высокой жидкотекучести литейные сплавы заполняют все элементы литейной формы, при низкой — полость формы заполняется частично, в узких сечениях образуются недоливы. Жидкотекучесть сплавов определяют по специальным пробам. За меру жидкотекучести принимают длину заполненной спирали в литейной форме.

Жидкотекучесть сплавов зависит от многих факторов; например, повышение температуры заливки увеличивает жидкотекучесть всех сплавов. Чем выше теплопроводность материала формы, тем быстрее отводится тепло от залитого металла, тем ниже жидкотекучесть. Неметаллические включения снижают жидкотекучесть сплавов.

В зависимости от жидкотекучести сплава выбирают минимальную толщину стенок отливок. Например, при изготовлении мелких отливок из серого чугуна в песчаных формах минимальная толщина стенок составляет 3—4 мм, для средних — 8—10 мм, а для крупных — 12—15 мм; для стальных отливок — 5—7, 10—12, 15—20 мм соответственно.

*Усадка* — процесс уменьшения объема отливки при охлаждении, начиная с некоторой температуры жидкого металла в литейной форме до температуры ок-

ружающей среды. Усадка протекает в жидком состоянии, при затвердевании в процессе кристаллизации и в твердом состоянии. Различают линейную и объемную усадки, которые определяют в процентах. Величина усадки сплавов зависит от их химического состава, температуры заливки, конфигурации отливки и других факторов. Наименьшую линейную усадку имеют серый чугун (0,9—1,3%), алюминиевые сплавы — силумины (0,9—1,3%). Стали и некоторые сплавы имеют усадку 1,8—2,5%. Изготавливать отливки из сплавов с повышенной усадкой сложно, так как в массивных частях отливки образуются усадочные раковины и усадочная пористость. Для предупреждения образования усадочных раковин предусматривают установку прибылей — дополнительных резервуаров с расплавленным металлом для питания отливок в процессе их затвердевания.

Напряжения в отливках возникают вследствие неравномерного их охлаждения и механического торможения усадки. Они характерны для отливок с различной толщиной стенок. При затвердевании температура отливки в массивных частях выше, чем снаружи или в тонких сечениях. Поэтому усадка в отдельных местах по величине различна, но так как части одной и той же отливки не могут изменять свои размеры независимо друг от друга, то в ней возникают напряжения, которые могут вызывать образование трещин или коробление. Для предупреждения образования больших напряжений и трещин необходимо в конструкции литой детали предусматривать равномерную толщину стенок, плавные переходы и устранять элементы, затрудняющие усадку сплава, а также использовать литейные формы и стержни повышенной податливости. Трещины довольно часто образуются в отливках из углеродистых и легированных сталей, сплавов магния и многих алюминиевых сплавов.

*Газопоглощение* — способность литейных сплавов в расплавленном состоянии растворять водород, азот, кислород и другие газы. Степень растворимости газов зависит от состояния сплава: с повышением температуры твердого сплава она увеличивается незначительно, несколько возрастает при плавлении и резко повышается при перегреве расплава. При затвердевании и последующем охлаждении растворимость газов уменьшается и в результате их выделения в отливке могут образоваться газовые раковины и поры. Растворимость газов зависит от химического состава сплава, температуры заливки, вязкости сплава и свойств литейной формы. Для уменьшения газонасыщенности сплавов применяют плавление в вакууме или в среде инертных газов и другие методы.

*Ликвация* — неоднородность химического состава в различных частях отливки. Различают ликвации зональную и дендритную (внутризеренную). Зональная ликвация — это химическая неоднородность в объеме всей затвердевшей литой детали. Дендритная ликвация — химическая неоднородность в пределах одного зерна (дендрита) сплава. Ликвация зависит от химического состава сплава, конфигурации отливки, скорости охлаждения и других факторов.

### **Способы изготовления отливок**

Основными способами изготовления отливок является литье в песчаные формы, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, в кокиль, под давлением и центробежное. Указанными способами можно изготавливать отливки в разовые формы (литье в песчаные формы, по выплавляемым моделям и в оболочко-

вые формы) и в металлические формы (литье в кокиль, под давлением и центробежное).

**Изготовление отливок в разовых формах.** Сущность способа литья в *песчаные формы* заключается в получении отливок из расплавленного металла, затвердевшего в формах, изготовленных из формовочных смесей путем уплотнения с использованием модельного комплекта. После затвердевания залитого металла и охлаждения отливки производят ее выбивку, очистку и обрубку.

Литейная форма (рис. 1, а) представляет собой систему элементов, образующих рабочую полость, в которую заливают расплавленный металл. Литейная форма обычно состоит из верхней 2 и нижней 1 полуформ, которые изготавливают в литейных опоках 7 — приспособлениях для удержания формовочной смеси. Верхнюю и нижнюю полуформы взаимно ориентируют при помощи металлических штырей 4, которые вставляют в отверстия приливов у опок. Для образования полостей, отверстий или иных сложных контуров в формы устанавливают литейные стержни 3, которые фиксируют при помощи выступов, входящих в соответствующие впадины в полости формы. Для подвода расплавленного металла в полость литейной формы, обеспечения ее заполнения и питания отливки при затвердевании изготавливают литниковую систему 5 и 6.

Формовочные и стержневые смеси используют для изготовления литейных форм. В качестве исходных формовочных материалов используют формовочный кварцевый песок различной зернистости, литейные формовочные глины и вспомогательные материалы (мазут, графит, тальк, древесную муку и др.). Формовочные смеси представляют собой многокомпонентное сочетание материалов, соответствующее условиям технологического процесса изготовления литейных форм. Их подразделяют на смеси для стальных, чугуновых и цветных сплавов.

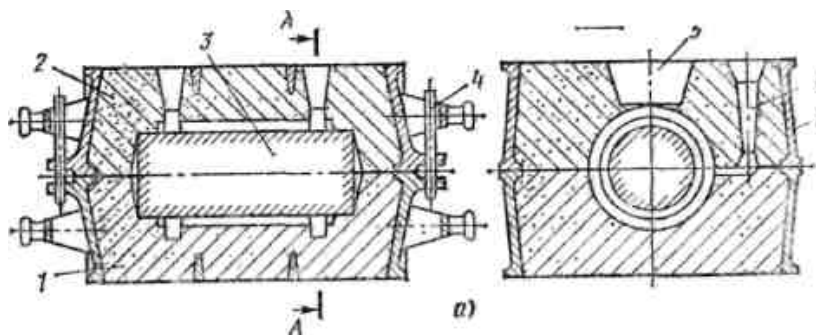


Рис. 8. Эскизы литейной формы:

а — литейной формы; б — модели;

Для образования рабочей полости литейной формы используют модельный комплект — приспособления, включающие литейную модель, стержневые ящики (один или несколько), модельные плиты, модели литниковой системы. Литейная модель — приспособление, при помощи которого в литейной форме получают отпечаток, соответствующий конфигурации и размерам отливки. Модели бывают неразъемные, разъемные и специальные.

Каналы и элементы 6 (см. рис. 1, а), служащие для подвода расплавленного металла, называют литниковой системой, которая также питает отливки при за-

затвердевании. Она состоит из литниковой чаши для приемки расплавленного металла и подачи его в форму, стояка в виде вертикального или наклонного канала для подачи металла из литниковой чаши непосредственно в рабочую полость формы или к другим элементам системы, шлакоуловителя для удержания шлака и других неметаллических примесей и питателя, через который расплавленный металл подводится в полость литейной формы. Для вывода газов, контроля заполнения формы расплавленным металлом и питания отливки при ее затвердевании служит выпор 5, который выполняют в верхней полуформе.

Сущность способа литья по **выплавленным моделям** заключается в процессе получения отливок из расплавленного металла в формах, которые не требуют разъема, так как рабочая полость образуется в результате удаления (вытекания) легкоплавкого материала модели при ее предварительном нагревании. Выплавленные модели изготавливают из модельных составов, состоящих из двух и более компонентов. Для изготовления моделей широко используют модельный состав, который содержит парафин, синтетический церезин, буроугольный воск и кубовый остаток. Этот состав хорошо заполняет полость пресс-формы, дает четкий и чистый отпечаток. Выплавленные модели изготавливают в пресс-формах, состоящих из двух и более частей с вертикальным или горизонтальным разъемом. Для извлечения моделей из пресс-форм применяют специальные толкатели.

Модельный состав в пастообразном состоянии запрессовывают в пресс-формы на автоматических установках или вручную. После затвердевания модельного состава пресс-форма раскрывается и модель выталкивается в ванну с холодной водой. Формы по выплавленным моделям изготавливают из специальной огнеупорной смеси, состоящей из связующего, гидролизованного раствора этилсиликата, огнеупорного наполнителя — пылевидного кварца и других компонентов. Формы по выплавленным моделям изготавливают многократным погружением разовой модели в огнеупорную смесь с последующей обсыпкой и отверждением на воздухе. Обсыпку обычно наносят в три-пять слоев.

Модели из форм удаляют выплавлением при нагреве в горячей воде или паром. После удаления модельного состава тонкостенные литейные формы заформовывают в опоки, а затем прокаливают в печи в течение 6—8 ч при температуре 850—950 °С для удаления остатков модельного состава, продуктов неполного гидролиза, спекания частичек связующего с частичками огнеупорного материала, испарения воды и. т. д.

Заливку форм по выплавленным моделям производят в нагретом состоянии сразу же после прокалики. Заливка может быть свободной, под действием центробежных сил, в вакууме и т. п. После затвердевания расплавленного металла и охлаждения отливки удаляют из форм механическими, а также химическими методами, очищают, обрубают и, как правило, подвергают термической обработке.

Процесс изготовления заготовок литьем по выплавленным моделям механизирован и автоматизирован. Литье по выплавленным моделям обеспечивает получение точных и сложных отливок из любых сплавов, сокращает объем механической обработки, создает благоприятные условия для хорошего заполнения

литейных форм, что позволяет получать отливки из сплавов с низкими литейными свойствами. Этим способом получают отливки массой 0,02—15 кг с отверстиями диаметром до 1 мм и толщиной стенок до 0,5 мм. Литьем по выплавляемым моделям отливают многие детали и заготовки для приборостроительной, авиационной и других отраслей промышленности. Вместе с тем недостатком этого способа является сложность и длительность процесса изготовления отливок, применение специальной дорогостоящей оснастки.

Сущность литья *в оболочковые формы* заключается в получении отливок заливкой расплавленного металла в формы, изготовленные по горячей модельной оснастке из специальной смеси с термореактивными связующими материалами. Формовочную смесь приготавливают из мелкозернистого кварцевого песка перемешиванием с термореактивными связующими материалами, В частности, с пульвербакелитом (смола ПК 104).

При изготовлении оболочковых форм модельную плиту и модель нагревают в печи до 200—250 °С и пульверизатором наносят разделительную смазку для облегчения последующего съема оболочки, затем плиту закрепляют на опрокидывающемся бункере с формовочной смесью и поворачивают его на 180°. Формовочная смесь насыпается на модельную плиту и выдерживается 10—30 с. От теплоты модельной плиты термореактивная смола в пограничном слое расплавляется, склеивает песчинки и отвердевает с образованием песчано-смоляной оболочки толщиной 5—15 мм в зависимости от времени выдержки. Модельная плита с оболочкой прокаливается в печи при температуре 300—350°С, при этом смола переходит в твердое необратимое состояние. Твердая оболочка снимается с модели специальными выталкивателями.

Кроме оболочковых форм этим способом изготавливают оболочковые стержни, при изготовлении которых используют нагреваемые металлические стержневые ящики. При сборке форм полуформы склеивают специальным клеем на прессах, что обеспечивает высокую прочность шва.

В оболочковых формах изготавливают отливки массой 0,20—50 кг и толщиной стенок 3—15 мм из всех литейных сплавов для приборов, автомобилей, тракторов, металлообрабатывающих станков и др.

Изготовление *отливок в металлических формах*. Сущность способа *литья в кокиль* заключается в получении отливок из расплавленного металла в металлических формах — кокилях. Формирование отливки происходит в условиях интенсивного отвода теплоты от расплавленного металла и от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивному металлическому кокилю.

Полости в отливках оформлены песчаными или металлическими стержнями. Металлические стержни удаляют из отливки до извлечения ее из кокиля, после образования прочной корки в отливке.

Отливки из полости кокиля извлекают выталкивателями. Заданный тепловой режим литья обеспечивает система подогрева и охлаждения кокиля. Кокили изготавливают из серого и высокопрочного чугунов, стали и алюминиевых сплавов литьем, механической обработкой и другими способами.

Технологический процесс изготовления отливок в кокиль включает нагрев кокиля до 150—300 °С, нанесение на рабочую поверхность слоя теплоизоляцион-

ного покрытия толщиной 0,3—0,8 мм, установку стержней, соединение и скрепление частей кокиля, заливку расплавленного металла, выдержку для затвердевания залитого металла и формирования отливки, раскрытие и выбивку отливки. Для уменьшения скорости затвердевания и охлаждения отливки, а также для повышения стойкости кокиля на его рабочую поверхность наносят теплоизоляционные покрытия, приготовленные из огнеупорных материалов (кварцевой муки, талька, графита и др.) и связующего материала (жидкого стекла).

Все операции технологического процесса механизированы и автоматизированы.

Литье в кокиль позволяет получать разнообразные отливки с толщиной стенок 3—100 мм и массой от 0,1 до 500 кг. Литье в кокиль применяют при изготовлении корпусов приборов, деталей двигателей внутреннего сгорания и других деталей из чугуна, стали и сплавов цветных металлов.

**Литье под давлением** является процессом получения отливок в металлических формах (пресс-формах) при котором заливка расплавленного металла в форму и формирование отливки осуществляются под давлением в условиях интенсивного отвода теплоты от залитого металла и от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивной металлической пресс-форме.

Применяют при изготовлении отливок из медных, алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов массой до 45 кг. Давление плунжера на расплавленный металл составляет от 50 до 200 МПа.

Литье под давлением является высокомеханизированным процессом. Автоматизируют заливку расплавленного металла, очистку рабочих поверхностей пресс-формы, нанесение смазки и т. д. Литье под давлением позволяет получать отливки, максимально приближающиеся по форме, массе и размерам к готовой детали, дает возможность изготавливать сложные тонкостенные отливки с толщиной стенки от 0,8 до 0,6 мм и отверстиями диаметром до 1 мм. Литьем под давлением изготавливают корпуса приборов, декоративные изделия, детали двигателей легковых автомобилей и др. Недостатком этого способа является высокая стоимость пресс-форм, сложность их изготовления, ограниченный срок их службы, опасность появления трещин в отливках.

Сущность **центробежного литья** заключается в получении отливок из расплавленного металла во вращающихся формах. Формирование отливки осуществляется под действием центробежных сил на специальных машинах с горизонтальной или вертикальной осями вращения.

На машинах с горизонтальной осью вращения (рис. 2, а) расплавленный металл из ковша 1 заливают по специальному желобу 2 во вращающуюся форму 3 с частотой вращения от 200 до 1400 об/мин. Попадая на внутренние стенки формы, жидкий металл образует полую цилиндрическую отливку 4, которую после затвердевания извлекают из формы. На таких машинах получают детали и заготовки типа труб, втулок, гильз.

На машинах с вертикальной осью вращения (рис. 2, б) расплавленный металл из ковша заливают во вращающуюся форму 2 частотой вращения от 160 до 500 об/мин. Растекаясь по дну формы, металл увлекается центробежными силами и прижимается к боковой цилиндрической стенке, образуя вокруг нее кольцевой

слой 3. Форма вращается до полного затвердевания металла, после чего форму останавливают и из нее извлекают отливку.

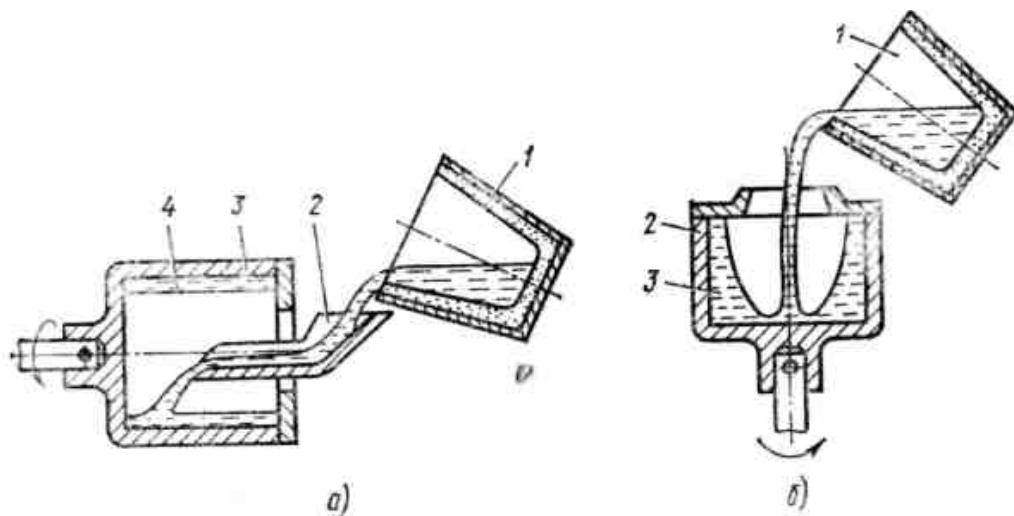


Рис. 2. Схемы изготовления отливок на центробежных машинах с осью вращения: а — горизонтальной; б — вертикальной

На таких машинах получают отливки небольшой высоты, но большого диаметра: кольца, венцы зубчатых колес и др. При вращении формы вокруг вертикальной оси внутренняя свободная поверхность расплавленного металла имеет форму параболоида вращения, что приводит к разностенности отливки по высоте. Это снижает возможность применения таких машин. При центробежном литье исключаются затраты на изготовление стержней, уменьшается расход металла на литниковую систему, улучшается заполняемость форм металлом и повышается плотность отливок по сравнению с литьем в песчаные формы.

#### ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ

Обработкой давлением называют процессы получения заготовок или деталей машин методами пластического деформирования материалов. Деформирование осуществляют силовым воздействием соответствующего инструмента на исходную заготовку из пластичного материала. В самой идее пластического деформирования, которая состоит в преобразовании заготовки простой формы в деталь более сложной формы того же объема, заложено экономное использование обрабатываемого материала. Обработкой давлением получают не только заданную форму и размеры, но и определяют требуемое качество изделий, надежность их работы. Высокая производительность процессов обработки давлением, низкая себестоимость и высокое качество продукции привели к широкому применению этих прогрессивных процессов.

#### Виды обработки давлением и типы применяемого оборудования

В зависимости от материала заготовки, формы и размеров, типа производства применяют следующие виды обработки давлением: прокатку, волочение, прессование, ковку, штамповку.

**Прокатка** — деформирование металла вращающимися валками для изменения формы и размеров поперечного сечения и увеличения длины предварительно нагретых или холодных заготовок (рис. 3, б).



Валки бывают гладкие (для прокатки листов и лент) (рис. 3, ж) и калиброванные, имеющие на рабочей поверхности вырезы (ручьи) в соответствии с требуемой формой (профилем) прокатываемого изделия (рис. 3, и). Совокупность двух

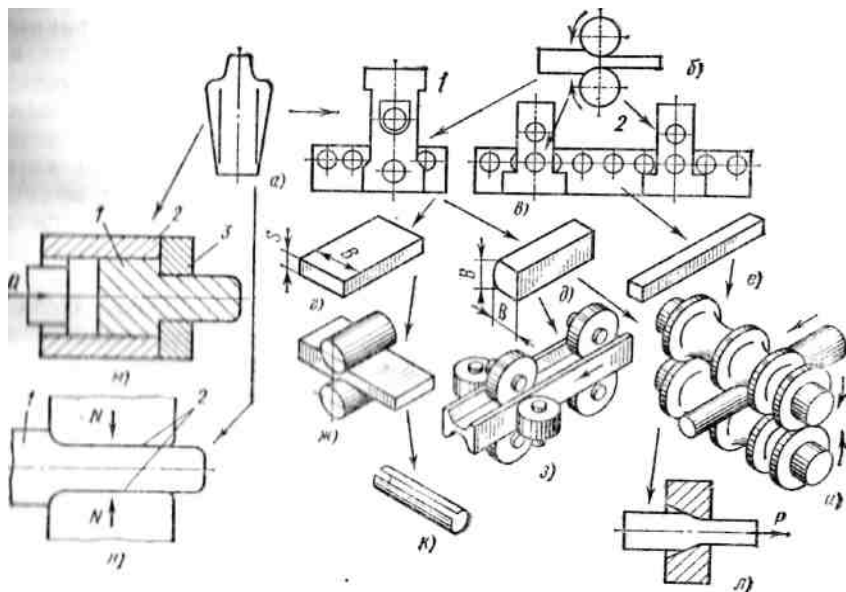


Рис. 3. Способы получения заготовок давлением

ручьев пары валков образует калибр.

Прокатку слитков производят на мощных обжимных станах — слябингах и блюмингах с валками диаметром 800—1400 мм, а более мелких заготовок — на заготовочных станах 2 (рис. 3, в). Сортамент прокатываемых профилей делят на четыре группы: листовой прокат, сортовой прокат, трубы и специальные виды проката. Листы толщиной 4—160 мм относят к толстым листам, а толщиной 0,2—4 мм — к тонким. Листы толщиной менее 0,2 мм называют фольгой. Листы из холоднокатаной стали имеют большую точность по толщине и лучшую поверхность, чем точность и поверхность листов из горячекатаной. Сортовой прокат — простой (в сечении квадрат, круг, прямоугольник, шестигранник) и сложной — фасонной формы (двутавровые балки, швеллеры, рельсы, уголки и т. п.) (рис. 3, з, и). Чем сложнее профиль готового проката и чем больше его размеры отличаются от профиля и размеров исходной заготовки, тем больше калибров требуется.

**Волочение** заключается в протягивании заготовки с усилием  $P$  (рис 3, л) через сужающееся отверстие в инструменте, называемом волокой. Конфигурация отверстия определяет форму получаемого профиля. Исходными заготовками служат прокатанные или прессованные прутки и трубы. Волочением получают проволоку диаметром 0,002—10 мм, фасонные профили; калибруют трубы диаметром 0,3—200 мм и прутки диаметром 3—150 мм. Волочение производят в холодном состоянии, что обеспечивает высокую точность размеров и хорошее качество поверхности.

**Прессование** — это выдавливание усилием  $Q$  заготовки 1 (рис, 3, м) из контейнера 2 через отверстие в матрице 3, соответствующее сечению выдавливаемого профиля. Исходной заготовкой является слиток или прокат. Прессованием получают прутки диаметром 3 - 250 мм, трубы диаметром 20—400 мм со стенкой

толщиной 1,5—12 мм и другие профили, сплошные и полые, с постоянным или переменным поперечным сечением. Точность и возможная сложность получаемых профилей больше, чем при прокатке.

**Ковка** — это деформирование усилием  $N$  нагретой заготовки 1 (рис. 3, н) рабочими поверхностями 2 универсального инструмента (бойка) при свободном течении металла в стороны. Исходными заготовками могут быть слитки, блюмы, сортовой прокат. Ковкой получают разнообразные по форме и размерам поковки массой до 300 т, которые служат заготовками для последующей обработки резанием.

**Штамповка** — это обработка заготовок из сортового и листового проката давлением с помощью специального инструмента — штампа.

#### **Холодная штамповка**

*Холодная штамповка* — это формообразование деталей в штампах холодной пластической деформацией металла заготовки при комнатной температуре. Холодная штамповка является одним из наиболее прогрессивных методов получения качественных заготовок в машиностроительной, приборостроительной, электротехнической и других отраслях промышленности. Она обеспечивает достаточно высокую точность и малую шероховатость поверхности заготовок при малых отходах металла и низкой трудоемкости и себестоимости их изготовления. Производительность автоматической холодной штамповки достигает нескольких сотен заготовок в минуту.

Для массового и крупносерийного производства целесообразно применять сложные и совершенные штампы. Для штамповки небольшого числа деталей (мелкосерийное производство) сложные и дорогостоящие штампы применять нерационально. В таких случаях применяют упрощенные и быстропереналаживаемые штампы.

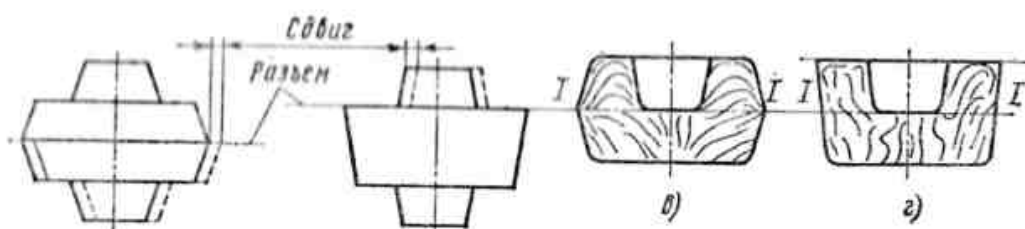
#### **Горячая объемная штамповка**

*Горячая объемная штамповка* — это формообразование деталей (поковок) принудительным перераспределением металла нагретой заготовки в штампе. Это дешевый и производительный процесс обработки, широко распространенный в машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности. При горячем деформировании в штампах получают наибольшее преобразование формы заготовок с наименьшими затратами энергии. Однако при нагреве заготовок перед штамповкой на их поверхности образуется слой окалины. Наличие окалины снижает качество поверхности и точность размеров поковок, что приводит к необходимости последующей обработки поковок резанием. Горячештампованные поковки обычно являются заготовками для получения из них деталей обработкой резанием. Отличия чертежа поковки от чертежа детали вызваны как технологическими особенностями штамповки, так и ограниченными возможностями получения точности размеров и качества поверхности. Проектирование технологического процесса начинают с разработки чертежа поковки.

Чертеж поковки разрабатывают на основании чертежа готовой детали. Работу начинают с выбора поверхности разъема штампов. Штампы имеют один или два разъема для помещения заготовки и извлечения поковки. Обычно поверхность разъема устанавливают в плоскости двух наибольших габаритных размеров де-

тали, чтобы полости штампа имели наименьшую глубину. Положение поверхности разъема устанавливают также исходя из возможности контроля сдвига штампов и требуемого направления волокон в поковке (рис. 4).

Далее (рис. 5), на поверхности поковок, подлежащих обработке резанием, назначают припуски — удаляемые обработкой резанием слои материала — в зависимости от штамповочного оборудования, габаритных размеров и массы поковок. Кроме того, устанавливают допуски — допустимые отклонения на размеры поковок, которые необходимы из-за возможной их не до штамповки по высоте, сдвига штампов, их износа и т. д. Штамповкой не всегда можно получить требуемую конфигурацию поковки. В таких случаях делают напуски для упрощения формы поковки. В штампах с одной плоскостью разъема нельзя получить сквозное отверстие в поковке, поэтому делают только наметку отверстия с перемычкой шириной  $S$ , которую потом удаляют.



а)

б)

Рис. 4. Выбор поверхности разъема штампов: а — облегченный контроль сдвига штампов; б — затрудненный контроль сдвига штампов; в — ухудшенная работоспособность детали на срез; г — улучшенная работоспособность детали на срез в плоскости

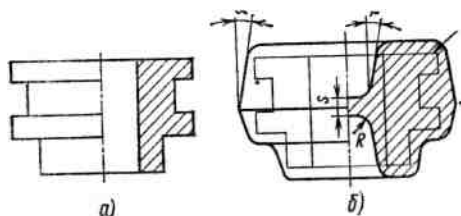


Рис 5. Пример составления чертежи поковки:

а — деталь; б — поковка

Отверстия диаметром менее 30 мм в поковках не делают, их получают сверлением.

Штамповочные уклоны на боковых поверхностях поковок облегчают их извлечение из штампов. При штамповке на молотах наружные уклоны  $5-7^\circ$ , а на прессах с выталкивателями  $2-3^\circ$ . Внутренние уклоны на  $2-3^\circ$  больше наружных, так как при охлаждении поковки ее внутренние поверхности прижимаются к штампу, а наружные отходят от стенок штампа, уменьшая возможность застревания поковки в штампе.

Радиусы закруглений на пересекающихся поверхностях поковки необходимы для лучшего заполнения полости штампа и предохранения ее от преждевременного износа и поломок, а также для получения качественных поковок. Наружные радиусы закруглений устанавливают в пределах 1—6 мм, а внутренние 3—4 мм. Размеры спроектированной поковки увеличивают на 1—2% для учета температурной усадки и получают чертеж «горячей поковки» по которому из-

готовляют полость штампа. Горячую объемную штамповку, так же как и холодную формовку, производят в открытых и закрытых штампах (рис. 6). В открытых штампах получают поковки всех типов: удлиненной формы, штампуемые плашмя, и осесимметричной формы, штампуемые в торец. В закрытых штампах получают преимущественно осесимметричные поковки. В производстве чаще применяют открытую штамповку.

Поковки простой конфигурации штампуют из прокатанных заготовок постоянного профиля в штампах с одной полостью — одноручьевых штампах. Сложные поковки с резкими изменениями сечений по длине (высоте) и с изогнутой осью нельзя штамповать из заготовок постоянного профиля в одноручьевых штампах из-за незаполнения штампа или недопустимо большого отхода металла в заусенец. В таких случаях форму заготовки постепенно приближают к форме поковки в многоручьевых штампах, имеющих заготовительные и штамповочные ручки (рис. 7). В заготовительных ручьях 1, 2, 3 получают фасонную заготовку — полуфабрикат для штамповки в предварительном (черновом), а затем в окончательном (чистовом) штамповочном ручье. В предварительном ручье 4 завершают основное формообразование поковки, чтобы снизить износ окончательного ручья 5. В окончательном ручье получают готовую поковку заданных размеров. В нем развиваются наибольшие усилия штамповки и его располагают в центре штампа, чтобы избежать больших эксцентричных нагрузок на штамповочную машину.

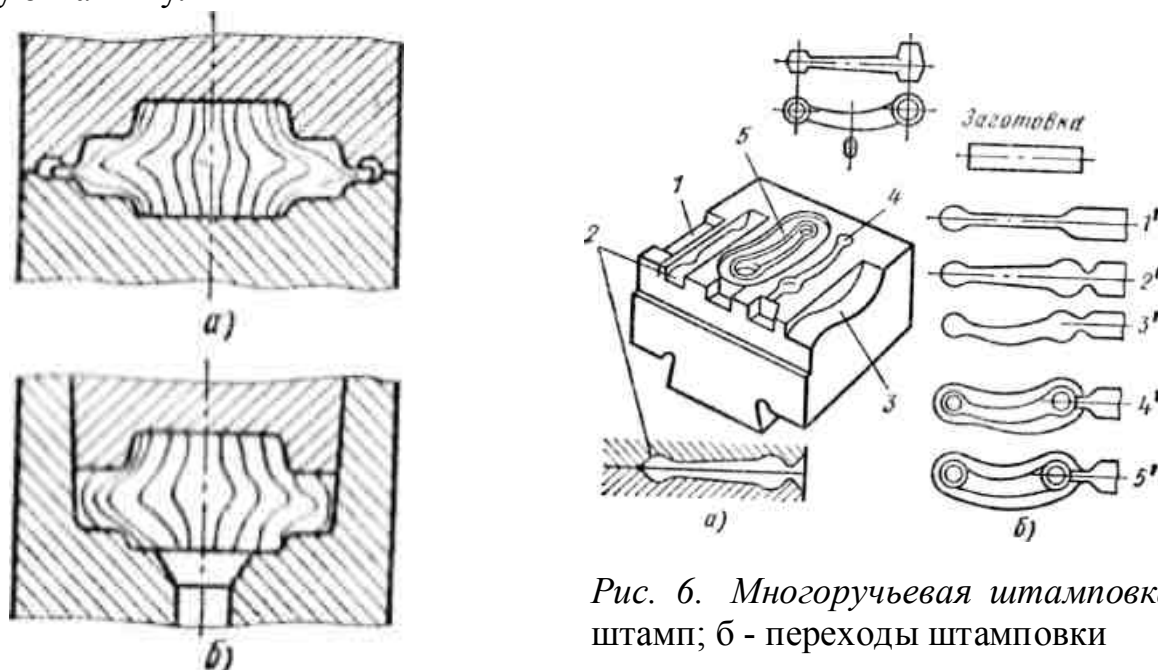


Рис. 6. Многоручьевая штамповка; а — штамп; б — переходы штамповки

Рис. 5. Схемы процессов и расположение волокон в поковках при штамповке: а — в открытых штампах; б — в закрытых штампах