

Технологические процессы получения заготовок методами литья.

Литье является одним из важнейших и распространенных способов изготовления заготовок и деталей машин. Литьем получают заготовки различной конфигурации, размеров массы из различных металлов и сплавов (чугуна, стали, алюминиевых, медных, магниевых сплавов и др). Литье — это наиболее простой, а иногда и единственный способ получения изделий. Процесс литья заключается в том, что расплавленный металл заливается в заранее приготовленную литейную форму, полость которой по своим размерам и конфигурации соответствует форме и размерам будущей заготовки. После охлаждения и затвердевания заготовка (или деталь) извлекается из формы. Продукция литейного производства называется отливкой.

Отливки бывают точные и не точные по качеству поверхности и сложные и простые по конфигурации. Процесс получения отливок разделяют на методы в зависимости от используемых литейных форм: в землю (песчано-глинистые формы), в кокиль, под давлением, и др. Для получения отливок с высокой точностью размеров, хорошего качества поверхности и лучшей структуры металла применяют специальные методы литья (центробежное литьё, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы и др.).

По условиям эксплуатации, независимо от способа изготовления, различают отливки:

- общего назначения — отливки для деталей, не рассчитываемых на прочность;
- ответственного назначения — отливки для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических нагрузках;
- особо ответственного назначения - отливки для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при циклических и динамических нагрузках.

В зависимости от способа изготовления, массы, конфигурации поверхностей, габаритного размера, толщины стенок, количества стержней, назначения и особых технических требований отливки делят на 6 групп сложности.

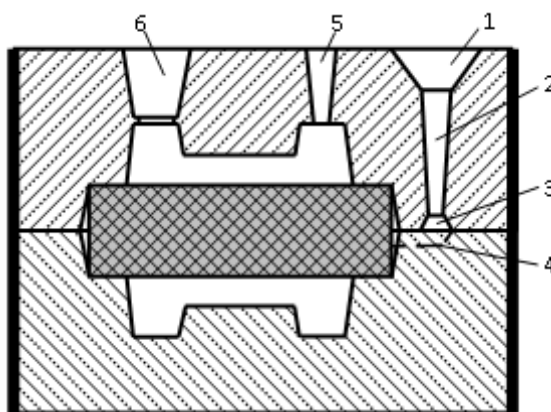
Первая группа характеризуется гладкими и прямолинейными наружными поверхностями с наличием невысоких усиливающих ребер, буртов, фланцев, отверстий. Внутренние поверхности простой формы. *Типовые детали* — крышки, рукоятки, диски, фланцы, муфты, колеса вагонеток, маховики для вентиля и т.д.

Шестая группа — отливки с особо сложными закрытыми коробчатыми и цилиндрическими формами. На наружных криволинейных поверхностях под различными углами пересекаются ребра, кронштейны и фланцы. Внутренние

полости имеют особо сложные конфигурации с затрудненными выходами на поверхность отливки. *Типовые детали* – станины специальных МРС, сложные корпуса центробежных насосов, детали воздуходувок, рабочие колеса гидротурбин.

В литейных формах используется **литниковая система**. Она состоит из системы каналов и резервуаров для подвода расплавленного металла в полость литейной формы, её заполнения и питания отливки при затвердевании. Литниковая система должна обеспечивать заполнение литейной формы с необходимой скоростью, задержку шлака и других неметаллических включений, выход паров и газов из полости формы, непрерывную подачу металла к твердеющей отливке. После окончания литья избыточный металл, заполняющий литниковую систему, застывает, сохраняя форму её каналов и образуя отход, подлежащий отделению от самой отливки.

Задачей литниковой системы является не только транспортировка жидкого металла в отливке, но и контроль скорости движения расплава, создание условий для нормального воздушного обмена между полостью объекта литья и внешней средой, предотвращение усадочных раковин в объектах литья путем формирования соответствующего градиента температуры в литейной полости и полости питателя отливки при затвердевании сплава. Возможны различные варианты выполнения литниковой системы в зависимости от типа сплава, характеристик объекта литья, личного опыта специалиста и т.д. Также необходимо учитывать, что литниковая система для установок с плавкой и литьем в вакууме с последующим прессованием имеет некоторые особенности, по сравнению с центробежным литьем.



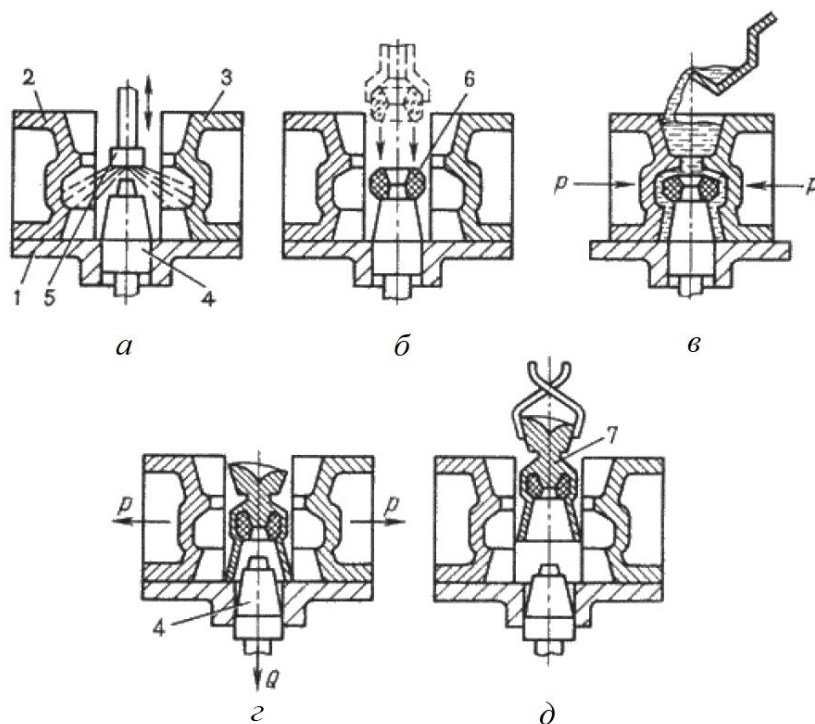
Состав литниковой системы: 1 – литниковая чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатель; 5 – выпор; 6 – прибыль

Основными элементами литниковой системы (рис. 33Л) являются: 1 – **литниковая чаша (воронка)**, которая предназначена для приёма струи расплава, вытекающей из разливочного ковша, и частичного задержания попадающего вместе с расплавом шлака; 2

– **стояк** – вертикальный или наклонный канал, передающий расплав из литниковой чаши внутрь литниковой системы; 3 – **шлакоуловитель** – горизонтальный канал, расположенный, как правило, в верхней полуформе и служащий для задержания шлака и передачи расплава из стояка к питателям; 4 – **питатель** – канал, подающий расплав непосредственно в полость литейной формы (питатель может быть как один, так и несколько, и они обычно располагаются в нижней полуформе); 5 – **выпор** – вертикальный канал для вывода газов из полости формы, сигнализации об окончании заливки, питания отливки расплавом при затвердевании; 6 – **прибыль** – резервуар с расплавленным металлом, обеспечивающий его непрерывный подвод к массивной части отливки, застывающей последней (при наличии нескольких массивных частей прибылей также может быть несколько). *(перечисленные элементы системы имеют индивидуальное специальное назначение)*

-Технологический процесс получения отливок в **песчано-глинистых разовых формах** включает ряд продолжительных операций, связанных с приготовлением формовочных и стержневых смесей, изготовлением модельной оснастки, стержней, сушки их, формовки и т.д. Несмотря на то, что в настоящее время трудоемкие операции этого метода механизированы и автоматизированы, он все же остается сравнительно низкопроизводительным и трудоемким методом литья. Поэтому литье в песчано-глинистые формы применяют в основном, в единичном и опытном производстве, а также в тех случаях, когда изделие другими способами получить невозможно или трудно. В настоящее время до 60% чугуновых и стальных отливок получают методом литья в песчано-глинистые формы.

-**Литье в кокиль** — один из распространенных способов получения отливок в металлических постоянных формах. Кокиль изготавливают из чугуна, стали, алюминия. По конструкции кокили бывают неразъемные и разъемные. Преимуществами литья в кокиль по сравнению с литьем в песчано-глинистые формы являются: более высокая точность размеров и качество поверхности отливок; лучшие механические свойства, что связано с повышенной скоростью охлаждения отливки и получением более тонкой структуры; более высокая производительность.



Технологические операции изготовления отливки в кокиль

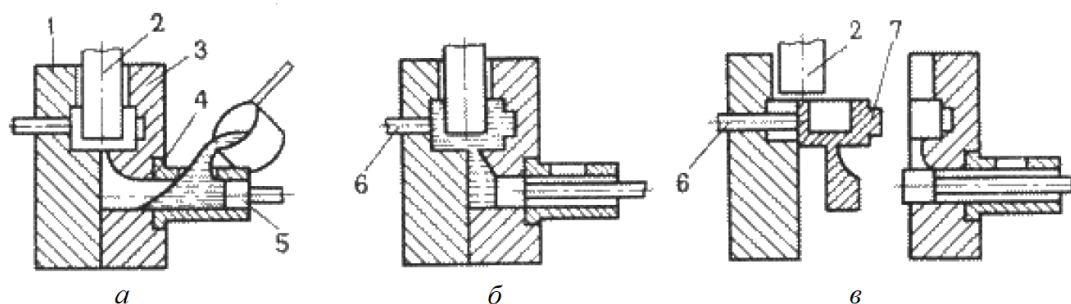
Рабочую поверхность кокиля с вертикальной плоскостью разъема, состоящую из поддона 1, двух симметричных полуформ 2 и 3 и металлического стержня 4, предварительно нагретую до $150...180\text{ }^{\circ}\text{C}$ покрывают из пульверизатора 5 слоем огнеупорного покрытия (рис. а) толщиной $0,3...0,8\text{ мм}$. Покрытие предохраняет рабочую поверхность кокиля от резкого нагрева и схватывания с отливкой. Покрытия готовят из огнеупорных материалов (тальк, мел, графит), связующего материала (жидкое стекло) и воды. Затем с помощью манипулятора устанавливают песчаный стержень 6, с помощью которого в отливке выполняется полость (рис. б). Половинки кокиля соединяют и заливают расплав. После затвердевания отливки 7 (рис. в) и охлаждения ее до температуры выбивки кокиль раскрывают (рис. г) и протягивают вниз металлический стержень 4. Отливка 7 удаляется манипулятором из кокиля (рис. д).

Отливки простой конфигурации изготавливают в неразъемных кокилях, несложные отливки с небольшими выступами и впадинами на наружной поверхности — в кокилях с вертикальным разъемом. Крупные, простые по конфигурации отливки получают в кокилях с горизонтальным разъемом. При изготовлении сложных отливок применяют кокили с комбинированным разъемом.

-Литье под давлением — высокопроизводительный метод получения отливок высокой точности размеров из сплавов цветных металлов (алюминиевых, цинковых, медных, магниевых). Суть метода состоит в заполнении металлической пресс-формы расплавленным металлом под давлением поршня.

На машинах с горизонтальной холодной камерой прессования расплавленный металл заливают в камеру прессования 4 (рис. а). Затем металл плунжером 5, под давлением $40...100\text{ МПа}$, подается в полость пресс-формы (рис. б), состоящей из

неподвижной 3 и подвижной 1 полуформ. Внутреннюю полость в отливке получают стержнем 2. После затвердевания отливки пресс-форма раскрывается, стержень 2 извлекается (рис. в) и отливка 7 выталкивателями 6 удаляется из рабочей полости пресс-формы.



Технологические операции изготовления отливок на машинах с горизонтальной холодной камерой прессования

Перед заливкой пресс-форму нагревают до 120...320 °С. После удаления отливки рабочую поверхность пресс-формы обдувают воздухом и смазывают специальными материалами для предупреждения приваривания отливки. Воздух и газы удаляются через каналы, расположенные в плоскости разъема пресс-формы или вакуумированием рабочей полости перед заливкой металла. Такие машины применяют для изготовления отливок из медных, алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов массой до 45 кг.

На машинах с горячей камерой прессования (рис. 4.2) камера прессования 2 расположена в обогреваемом тигле 1 с расплавленным металлом. При верхнем положении плунжера 3 металл через отверстие 4 заполняет камеру прессования. При движении плунжера вниз отверстие перекрывается, сплав под давлением 10...30 МПа заполняет полость пресс-формы 5. После затвердевания отливки плунжер возвращается в исходное положение, остатки расплавленного металла сливаются в камеру прессования, а отливка удаляется из пресс-формы выталкивателями 6. Получают отливки из цинковых и магниевых сплавов массой от нескольких граммов до 25 кг.

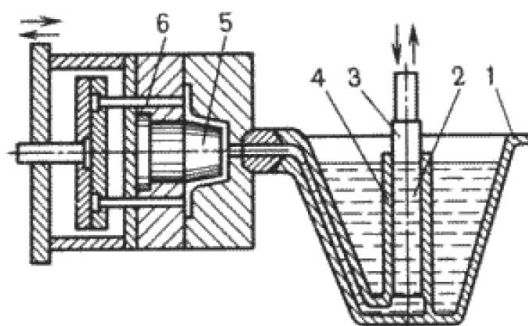


Схема изготовления отливки на машинах с горячей камерой прессования

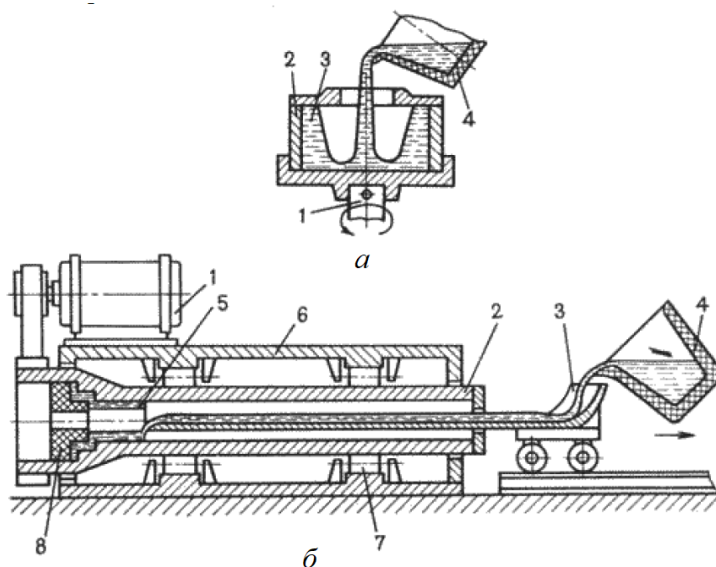
При литье под давлением температура заливки сплава выбирается на 10...20°С выше температуры плавления. Литье под давлением используют в массовом и крупносерийном производствах отливок с минимальной толщиной

стенок 0,8 мм, с высокой точностью размеров и малой шероховатостью поверхности, за счет тщательного полирования рабочей полости пресс-формы, без механической обработки или с минимальными припусками, с высокой производительностью процесса. Недостатки: высокая стоимость пресс-формы и оборудования, ограниченность габаритных размеров и массы отливок, наличие воздушной пористости в массивных частях отливки.

-Центробежное литье — производительный метод изготовления отливок, имеющих поверхности тел вращения, с центральным отверстием — труб, втулок и др., а также деталей фасонного литья. Сущность метода заключается в заполнении расплавленным металлом вращающейся формы. Под действием центробежных сил жидкий металл отбрасывается к стенкам формы и затвердевает. В результате получается плотная структура отливки без усадочных раковин. Неметаллические включения собираются на внутренней стороне отливки, и удаляются при дальнейшей механической обработке. Достоинствами центробежного литья являются: высокие производительность, экономичность (не требуется затрат на приготовление формовочной смеси, изготовление стержней и др.) и качество получаемых отливок.

Центробежным литьем изготавливают отливки в металлических, песчаных, оболочковых формах и формах для литья по выплавляемым моделям на центробежных машинах с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Металлические формы изложницы изготавливают из чугуна и стали. Толщина изложницы в 1,5...2 раза больше толщины отливки. В процессе литья изложницы снаружи охлаждают водой или воздухом. На рабочую поверхность изложницы наносят теплозащитные покрытия для увеличения срока их службы. Перед работой изложницы нагревают до 200 °С.

При получении отливок на машинах с вращением формы вокруг вертикальной оси (рис. а) металл из ковша 4 заливают во вращающуюся форму 2, укрепленную на шпинделе 1, который вращается от электродвигателя.

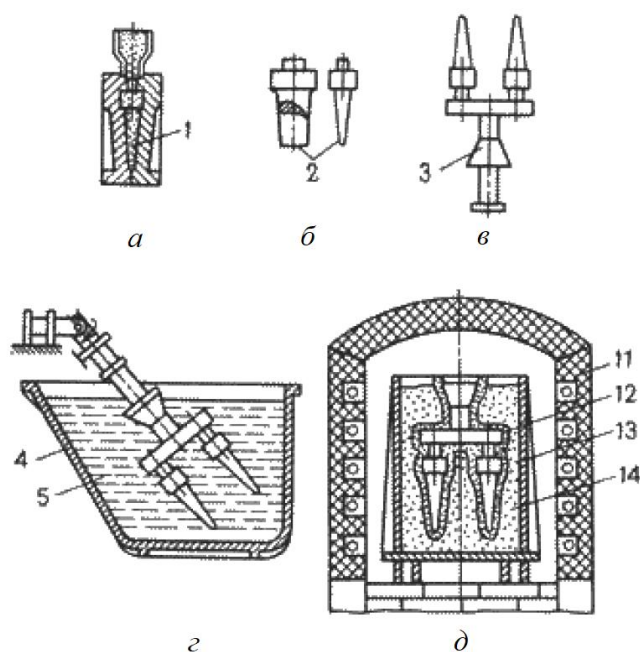


Схемы процессов изготовления отливок центробежным литьем

Под действием центробежных сил металл прижимается к боковой стенке изложницы. Литейная форма вращается до полного затвердевания отливки. После остановки формы отливка 3 извлекается. Отливки имеют разностенность по высоте – более толстое сечение в нижней части. Применяют для получения отливок небольшой высоты – коротких втулок, колец, фланцев. При получении отливок типа тел вращения большой длины (трубы, втулки) на машинах с горизонтальной осью вращения (рис. б) изложницу 2 устанавливают на опорные ролики 7 и закрывают кожухом 6. Изложница приводится в движение электродвигателем 1. Расплавленный металл из ковша 4 заливают через желоб 3, который в процессе заливки металла перемещается, что обеспечивает получение равностенной отливки 5. Для образования раструба трубы используют песчаный или оболочковый стержень 8. После затвердевания металла готовую отливку извлекают специальным приспособлением.

-Литье по выплавляемым моделям применяется для получения отливок высокой точности размеров и качества поверхности из любых литейных сплавов. С его помощью можно получать изделия сложной конфигурации с тонкими сечениями. Однако технологический процесс данного метода литья отличается высокой трудоемкостью и высокой стоимостью применяемых материалов.

Выплавляемые модели изготавливают в пресс-формах 1 (рис. а) из модельных составов, включающих парафин, воск, стеарин, жирные кислоты. Состав хорошо заполняет полость пресс-формы, дает четкий отпечаток. После затвердевания модельного состава пресс-форма раскрывается и модель 2 (рис. б) выталкивается в холодную воду. Затем модели собираются в модельные блоки 3 (рис. в) с общей литниковой системой припаиванием, приклеиванием или механическим креплением. В один блок объединяют 2...100 моделей.

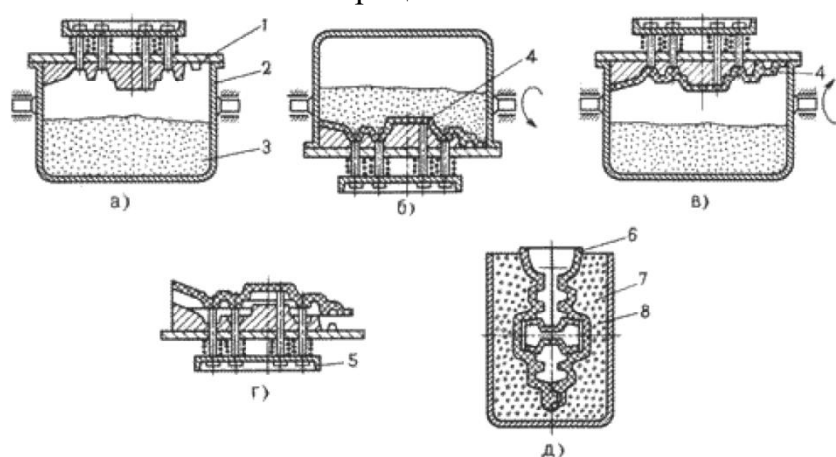


Технологические операции процесса литья по выплавляемым моделям

Формы изготавливают многократным погружением модельного блока 3 в специальную жидкую огнеупорную смесь 5, налитую в емкость 4 (рис. г) с последующей обсыпкой кварцевым песком. Затем модельные блоки сушат на воздухе или в среде аммиака. Обычно наносят 3...5 слоев огнеупорного покрытия с последующей сушкой каждого слоя. Модели из форм удаляют, погружая в горячую воду или с помощью нагретого пара. После удаления модельного состава тонкостенные литейные формы устанавливаются в опоке, засыпаются кварцевым песком, а затем прокаливают в печи в течение 6...8 часов при температуре 850...950 °С для удаления остатков модельного состава, испарения воды (рис. д).

Заливку форм по выплавляемым моделям производят сразу же после прокалики в нагретом состоянии. Заливка может быть свободной, под действием центробежных сил, в вакууме и т.д. После затвердевания залитого металла и охлаждения отливок форма разрушается, отливки отделяют от литников механическими методами, направляют на химическую очистку, промывают и подвергают термической обработке.

-Оболочковое литье применяют в массовом и крупносерийном производстве для изготовления фасонных отливок из стали, чугуна, алюминиевых и медных сплавов. Сущность метода состоит в том, что на предварительно нагретую до 200°С поверхность металлической модели, прикрепленной к подмодельной плите, насыпают формовочную смесь (кварцевый песок и 6 - 7% бакелитовой синтетической смолы), затем все вместе прокаливают при температуре 300 °С в течение 1 - 2 мин. Смола расплавляется и необратимо затвердевает, образуя песчано-смоляную оболочку толщиной 5 - 8 мм. Литье в оболочковые формы обеспечивает высокую точность размеров отливки, малую шероховатость поверхности, высококачественную структуру металла. Для выбора метода литья при получении заготовок необходимо учитывать все факторы, влияющие на технико-экономические показатели процесса.



Оболочковое литье. Технологические операции формовки при литье в оболочковые формы