

Специальные способы литья

Литьё в песчано-глинистые формы связано с большим грузооборотом формовочных материалов, очень трудоёмко и не всегда позволяет получать качественные отливки. В последние годы в литейном производстве всё более широкое применение получают *специальные способы литья*, имеющие ряд преимуществ по сравнению с традиционным литьём в разовые песчано-глинистые формы. Удельный вес отливок, получаемых этими способами, постоянно увеличивается.

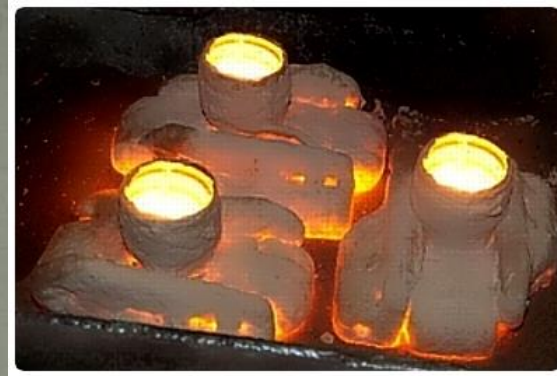
Основным преимуществом этих способов литья является возможность получать более точные и с лучшей поверхностью отливки, уменьшить потери от брака, сократить расход металла и трудоёмкость механической обработки, а также улучшить санитарно-гигиенические условия и повысить производительность труда.

Литье в одноразовые формы: оболочковые формы, по выплавляемым и газифицируемым моделям, .

литье в многоразовые формы: металлические, гипсовые, каменные, силиконовые.



Металлические



**Оболочковые
формы**



Гипсовые



**По
выплавляемым
моделям.**



Силиконовые.



**По
газифицируемым
моделям.**

Литье в оболочковые формы — это способ получения отливок свободной заливкой расплава в оболочковых формах.

Оболочковая (корковая) форма – разовая литейная форма, изготовленная из двух скрепленных рельефных полуформ с толщиной стенок 6-10 мм.



Оболочковые формы изготавливают из смеси, мелкого кварцевого песка и феноло-формальдегидной порошкообразной термореактивной смолы (пульвербакелита) на специальных автоматических или полуавтоматических машинах.

Термореактивная смола плавится при нагревании и обволакивает зерна песка, при дальнейшем нагревании затвердевает и связывает зерна песка в прочную корку.

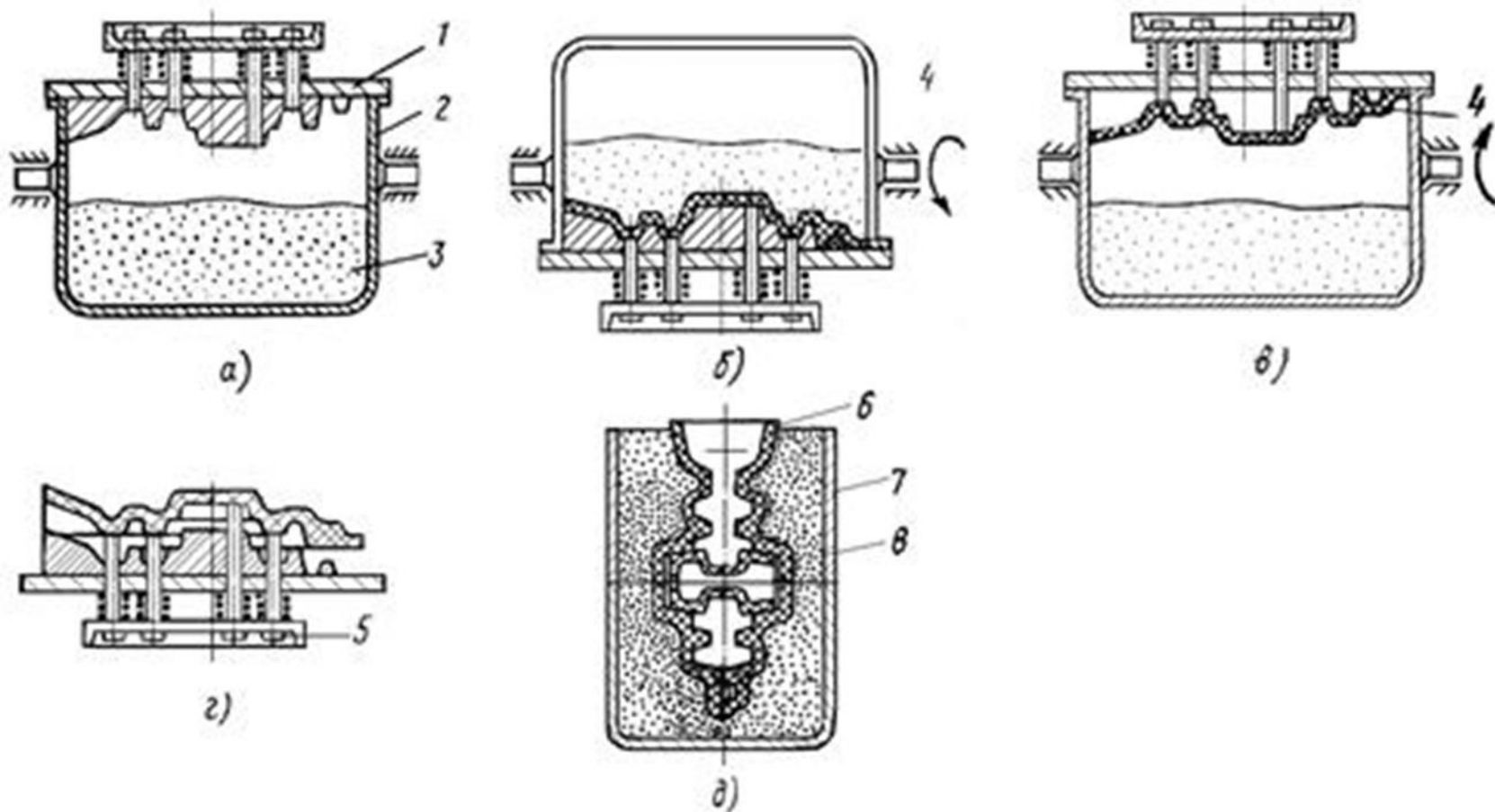


Схема изготовления оболочковой формы: 1 – металлическая модельная плита, 2 – опрокидывающийся бункер, 3 – формовочная смесь, 4 – песчано-смоляная оболочка, 5 – толкатели, 6 – литейная оболочковая форма, 7 – опоки- контейнеры, 8 – кварцевый песок или металлическая дробь.

Смесь состоит из кварцевого песка и 6-7 % синтетической смолы в виде порошка. Фенолформальдегидная смола при 70°C размягчается, а при температуре свыше 120°C плавится, превращаясь в клейкую массу.

При температуре $200-300^{\circ}\text{C}$ смола становится твердой и при повторном нагреве не расплавляется. При 450°C смола выгорает. На этих свойствах смолы основана технология изготовления оболочковой литейной формы, рис.

Формовочную смесь 3 засыпают в бункер 2 (а) и накрывают нагретой металлической плитой 1 с укрепленными на ней моделями отливок. При повороте бункера на 180° (б) частицы смолы начинают плавиться под действием тепла нагретых моделей. Образуется оболочка 4. Толщина этой оболочки зависит от температуры подмодельной плиты и времени ее выдержки под засыпкой.

Через 25 с толщина оболочки достигает 6-8 мм, после чего бункер возвращают в исходное положение. Плита при этом оказывается вверху, избыток смеси, состоящей из песка и оставшейся неоплавленной смолы, осыпается на дно бункера (в). Модельную плиту вместе с оболочкой снимают с бункера и помещают в электропечь или газовую печь для полного затвердевания оболочки. Через 4 мин. плиту вынимают из печи, укладывают на стол специального съемочного механизма и с помощью толкателей 5, проходящих через отверстия в плите и упирающихся в оболочку 8, отделяют оболочку от плиты и поднимают ее. С толкателей оболочка снимается и направляется на сборку. Две половины оболочки склеивают и соединяют скобой. Полученную оболочковую форму заливают сплавом в вертикальном или горизонтальном положении через литниковую систему. Оболочковая форма из песчано-смоляной смеси после заливки металлом легко разрушается, освобождая отливку

Достоинства метода

Оболочковые формы характеризуются достаточно высокой прочностью, газопроницаемостью, податливостью.

Благодаря меньшей толщине стенок оболочковых форм, они позволяют обеспечивать интенсивный и стационарный отвод тепла. В связи с этим отливки, полученные в оболочковых формах, имеют более плотную, однородную и мелкозернистую структуру, высокие механические свойства, меньшие усадку и внутренние напряжения, чем при литье в песчаные формы.

Тепловой поток, отводящийся из расплава или от отливки в литейную форму, может регулироваться изменением материала наполнителя формы. В кварцевом песке отливка охлаждается медленнее, чем в металлической дроби.

Отливки в оболочковых формах получают 5 – 7 классов точности с шероховатостью поверхности, соответствующей 4 – 6 классам, что позволяет сократить или исключить процесс очистки.

Способом литья в оболочковые формы получают отливки массой от 0,25 до 100 кг практически из любых литейных сплавов. Этим способом изготавливают ребристые мотоциклетные цилиндры, коленчатые валы автомобильных двигателей.

Преимущества способа литья в оболочковые формы: возможность получения тонкостенных отливок сложной формы; гладкая и чистая поверхность отливок; небольшой расход смеси, в 8 – 10 раз меньше, чем при литье в песчано-глинистые формы; качественная структура металла за счет повышенной газопроницаемости форм и регулирования теплоотвода; широкая возможность автоматизации; небольшие допуски на обработку резанием.

Недостатки

- Недостаток этого способа состоит в высокой стоимости материалов, оснастки и оборудования. Затраты на материалы, оснастку и оборудование окупаются при больших программах выпуска отливок, т.е. в крупносерийном и массовом производствах.

https://www.youtube.com/watch?v=QZZ9MHn4-uE&ab_channel=%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D0%B9%D0%A8%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%D0%BD

<https://www.youtube.com/watch?v=o6wqxMAj6Yc&feature=youtu.be>

Литье по выплавляемым моделям

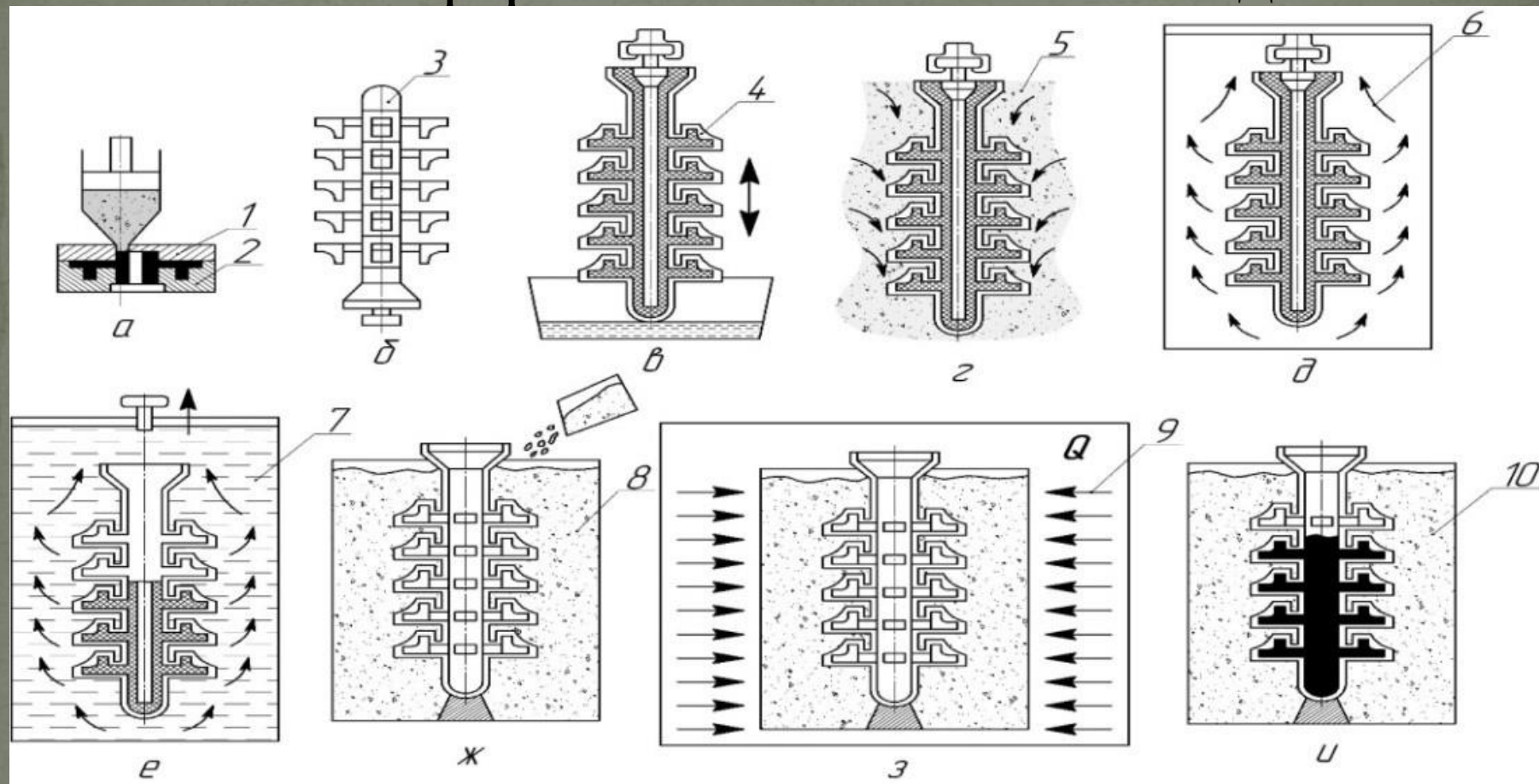


В машиностроении литье по выплавляемым моделям получило интенсивное развитие в середине XX века благодаря успехам в области химии силикатов. Восковые модели машиностроительных отливок получают в металлических, пластмассовых и гипсовых пресс-формах, изготовленных по чертежам.

Литье по выплавляемым моделям обеспечивает получение точных и сложных отливок из различных сплавов массой 0,02...15 кг с толщиной стенки 0,5...5 мм.

Литьем по выплавляемым моделям изготавливают детали для приборостроительной, авиационной и другой отраслевой промышленности. Этот способ используют при литье жаропрочных труднообрабатываемых сплавов (лопатки турбин), коррозионно-стойких сталей, углеродистых сталей в массовом производстве (автомобильная промышленность)

Последовательность изготовления многослойной оболочковой формы по выплавляемым моделям



а – изготовление модели; б – сборка блока; в — погружение блока в жидкую смесь; г – обсыпка; д – сушка; е – удаление модели; ж – засыпка; з – прокаливание; и – заливка; 1 – пресс-форма; 2 – модель; 3 – блок моделей; 4 – оболочка; 5 – огнеупорный материал; 6 – воздушный поток; 7 – вода; 8 – наполнитель; 9 – печь; 10 – прокаленная форма

Пресс-форму 1 (рис. а) для получения выплавляемых моделей отливки 2 (рис. а) изготавливают металлической или пластмассовой. Легкоплавкую смесь (50 % парафина и 50 % стеарина) расплавляют в электрической печи и заливают в пресс-форму (рис. а).

После затвердевания легкоплавкую модель вынимают из пресс-формы, собирают модели в блоки с общей литниковой системой (рис. б) и погружают блок в огнеупорную суспензию (рис. в) , состоящую из 30 % гидролизованного раствора этилсиликата (обладает большой клейкостью) и 70 % кварцевой муки. Затем блок моделей посыпают сухим песком (рис. г) и сушат на воздухе (рис. д) . Повторяя эти операции несколько раз, получают форму толщиной 5-8 мм.

Модель выплавляется из формы с помощью горячего воздуха, пара при 120-150 °С или горячей воды (рис. е) . Для крупных отливок облицованную и просушенную форму с литниковой системой помещают в металлический жакет, засыпают песком и уплотняют или засыпают металлической дробью (рис. ж) .

Готовую форму прокаливают до температуры $850-900^{\circ}\text{C}$, при которой остатки легкоплавкого состава выгорают (рис. 3). Форма при этом превращается в прочную керамическую оболочку.

Форму заливают расплавом. При необходимости расплав подают в форму под действием центробежных сил (рис. и). После затвердевания металла блоки отливок выбивают из опок. Керамическую корку отбивают. Для удаления керамической корки из отверстий и внутренних каналов отливки выщелачивают при 120°C в ванне с щелочным раствором, затем промывают их в горячей воде. После контроля отливок отрезают литники и зачищают их остатки. На многих заводах при литье по выплавляемым моделям все процессы изготовления отливок механизированы и автоматизированы.

Литье ювелирных изделий

СХЕМА ЛИТЬЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ В КРИСТОБАЛИТО-ГИПСОВЫЕ ФОРМЫ ("ЭНТИОХ" - ПРОЦЕСС)

Мастер-модель



Вулканизационная обойма



Резиновая крошка

Вулканизационный пресс



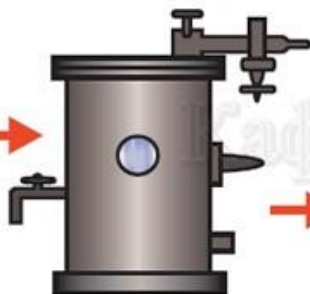
Вулканизованная резина



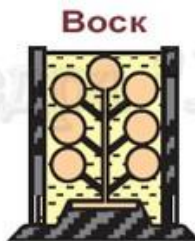
Эластичная пресс-форма



Восковый инжектор



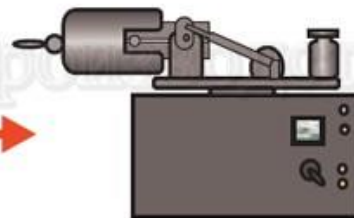
Формовочная масса



Прокалочная печь



Центробежная плавно-заливочная установка



Блок отливок



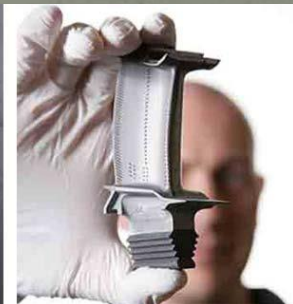


Преимущества. Отсутствие у формы разъема обеспечивает повышенную точность. Важным преимуществом способа является возможность получения отливок самой сложной конфигурации практически из любых сплавов.

Высокая точность и чистота отливки позволяет исключить механическую обработку.

Недостатком способа является длительный технологический процесс и высокая стоимость отливки.

Применяется способ в массовом и серийном производстве. Способ незаменим при изготовлении отливок из труднообрабатываемых сплавов (жаропрочных, магнитных, инструментальных), лопаток реактивных двигателей, челноков швейных машин и т. п.



Разновидности способа литья по выплавляемым моделям

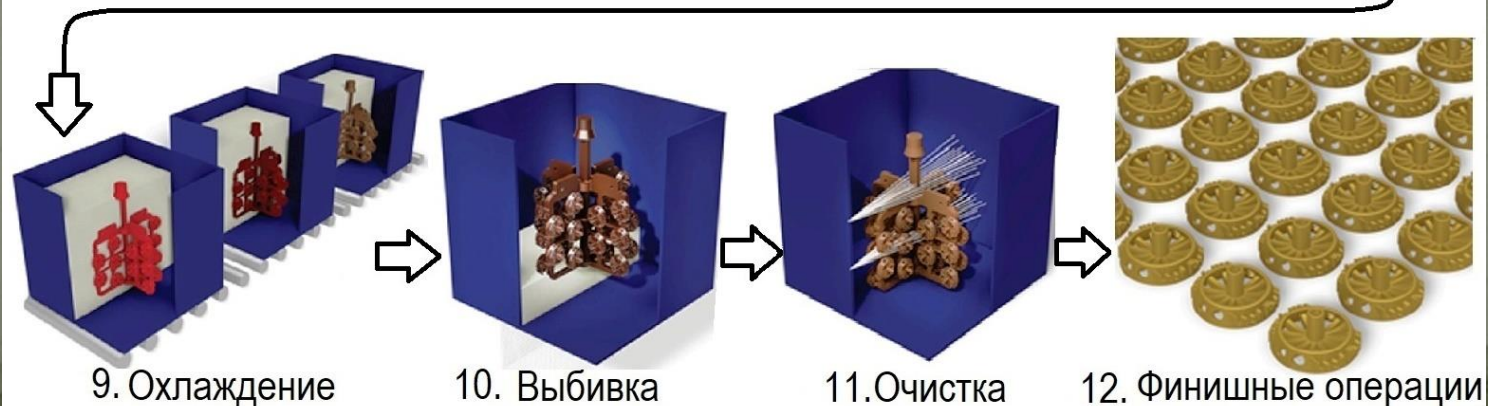
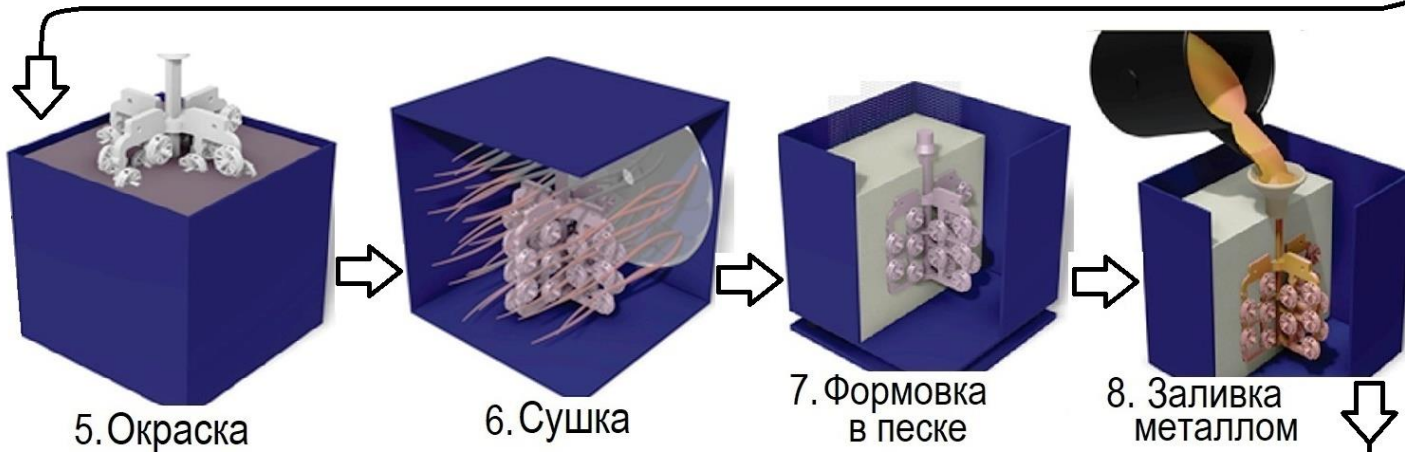
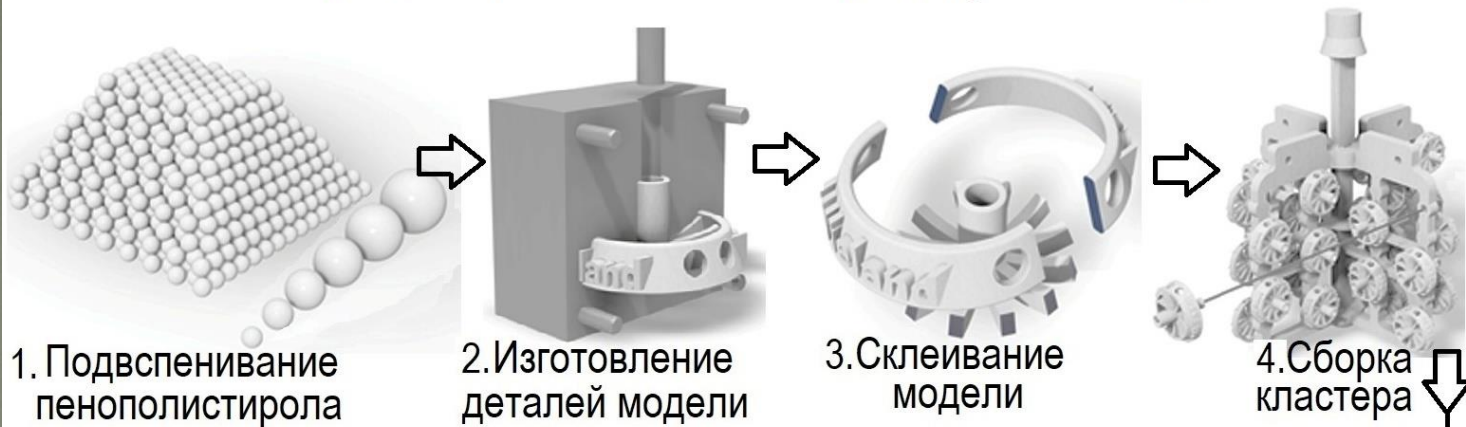
- В промышленности применяют следующие способы получения точных отливок: литьем по *выжигаемым, растворяемым, размораживаемым* и по *газифицируемым* моделям. Все это - разновидности способа литья по выплавляемым моделям. Наиболее перспективным из них является способ с применением моделей из пенопласта (пенополистирола) или, как его называют, литье по газифицируемым моделям.

Литье по газифицируемым моделям

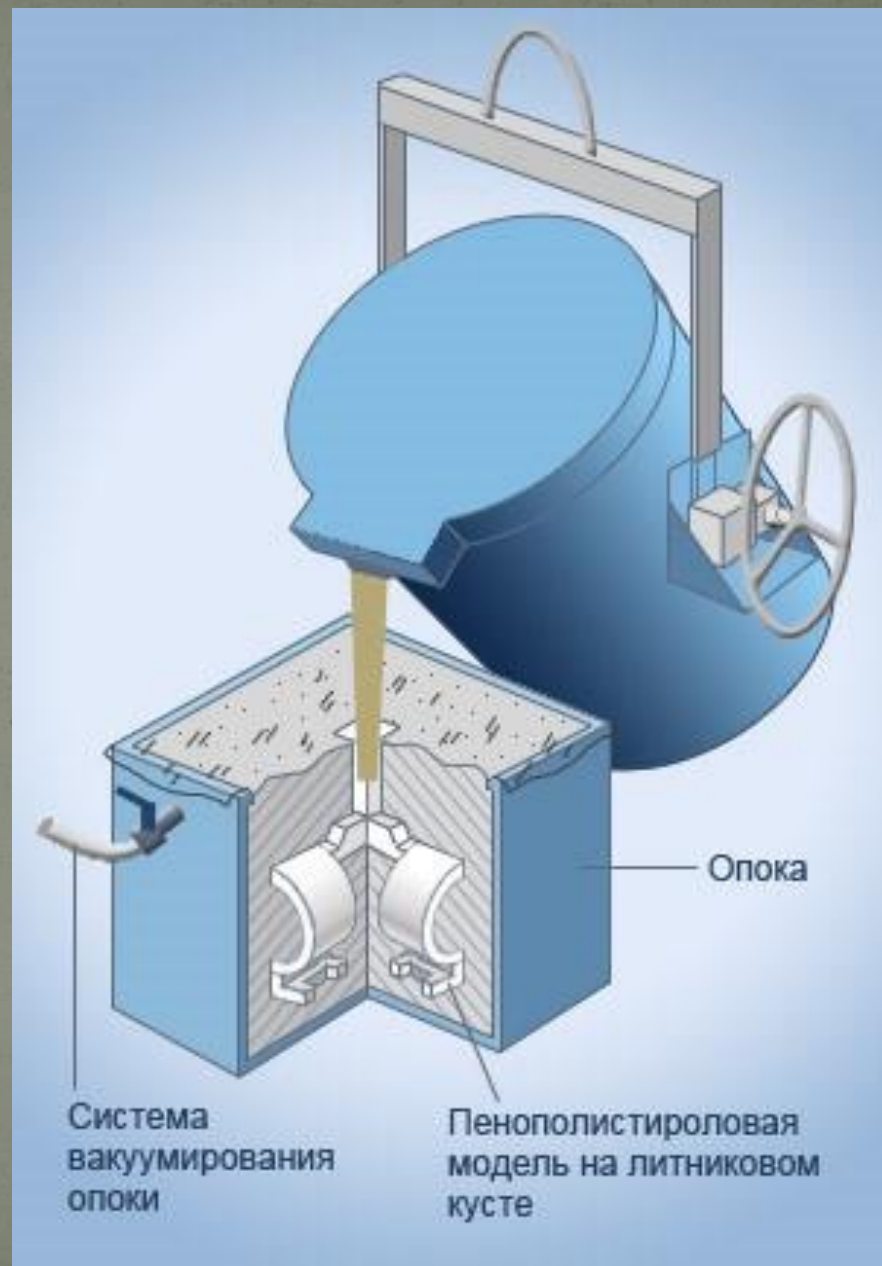


Эту технологию можно отнести к группе способов получения отливок в неразъемных формах по разовой модели как литье по выплавляемым моделям. Но в отличие от ранее рассмотренных сходных способов модель удаляется (газифицируется) не до заливки, а в процессе заливки формы металлом, который, замещая испаряющуюся модель, занимает освободившееся пространство в полости формы.

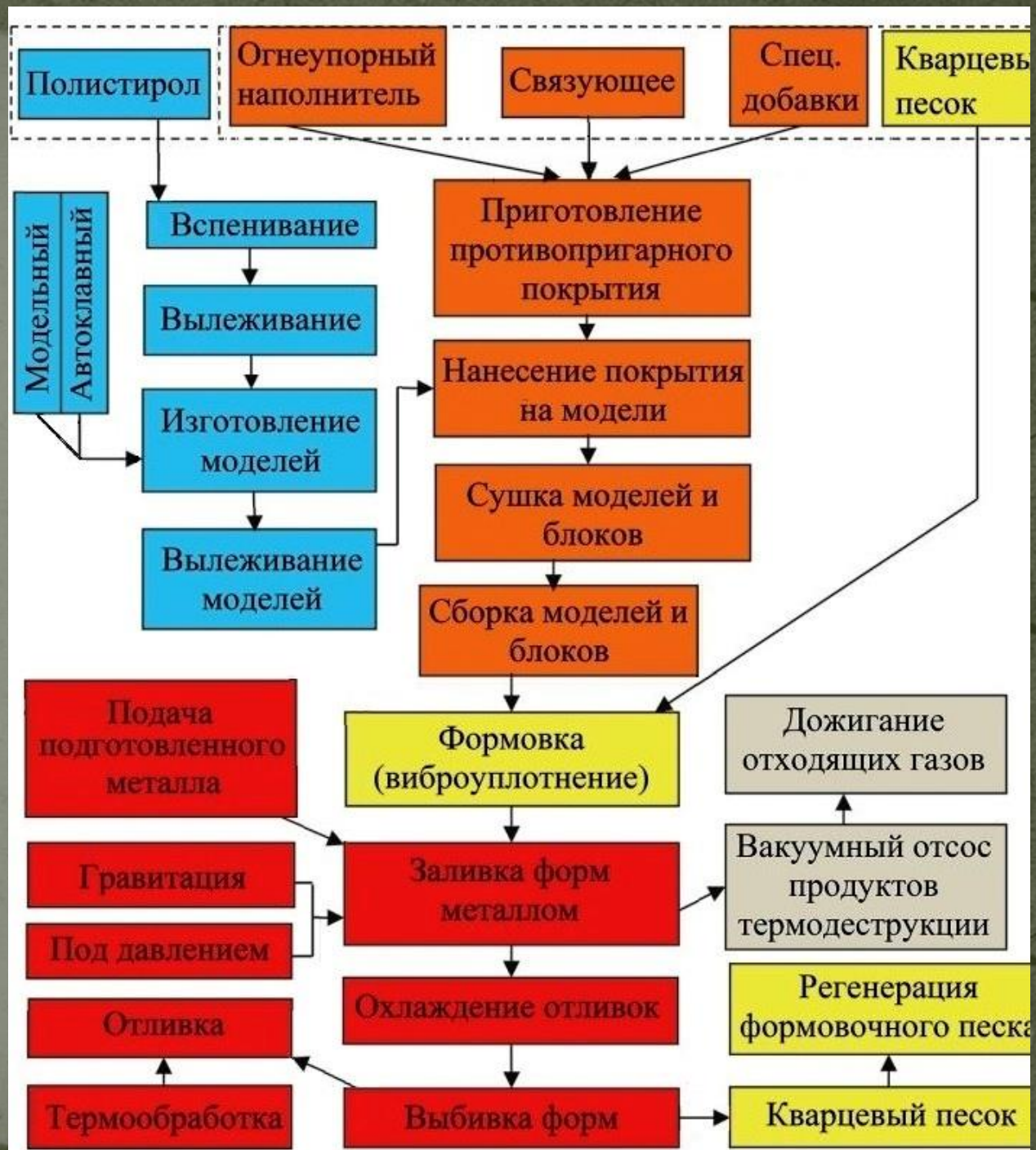
Схема операций при литье по газифицируемым моделям



Заливка по
газифицируемы
м моделям с
вакуумным
всасыванием



Блок схема получения отливок по газифицируемым моделям



Преимущество

1. Главные достоинства — возможность производства отливок высокой точности и качества при значительном снижении трудозатрат и себестоимости изготовления.
2. Практически безотходное производство — примерно 97% песка повторно используется в системе пескооборота. Потери песка составляет всего 3%, которые складываются на отсев мелкой фракции, обеспыливание и потери в виде просыпи.
3. Простая технология формовки без связующих компонентов и формовочных смесей. В технологии ЛГМ для формовки используется только песок.
4. Высокая точность литья позволяет минимизировать затраты на финишную мехобработку или даже отказаться от нее.
4. Используется для изготовления сложных и точных отливок, которые другими способами получить затруднительно. Очень выгодно эта технологии нашла применение для изготовления шнеков, корпусов, звездочек, головок и блоков цилиндров двигателей, художественных и другие отливок.
5. Отсутствие разъёма у модели любой сложности;
6. Исключение операции извлечения модели из формы;
7. Отсутствие стержней;

Недостатки литья по газифицируемым моделям

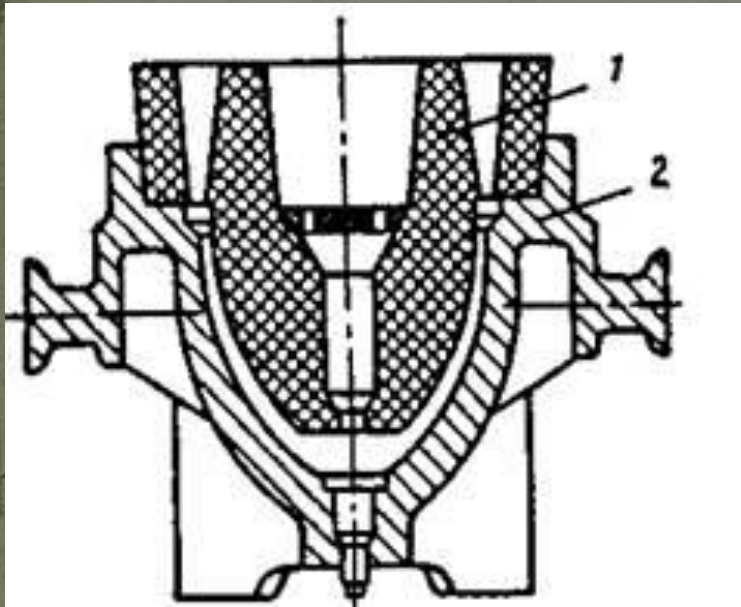
- Безвозвратные потери материала разовой модели и выделение токсичных продуктов ее термодеструкции, что требует проведения соответствующих защитных мероприятий. В варианте процесса с вакуумированием формы во время ее заливки продукты термодеструкции модели могут поступать непосредственно из формы в установку для каталитического их дожигания до диоксида углерода и паров воды.

Литье в кокиль



Кокильное литье, или литье в постоянные формы, – это литье металла, осуществляемое свободной заливкой кокилей. Кокиль (от фр. Coquille – раковина, скорлупа) – металлическая форма с естественным или принудительным охлаждением, заполняемая расплавленным металлом под действием гравитационных сил

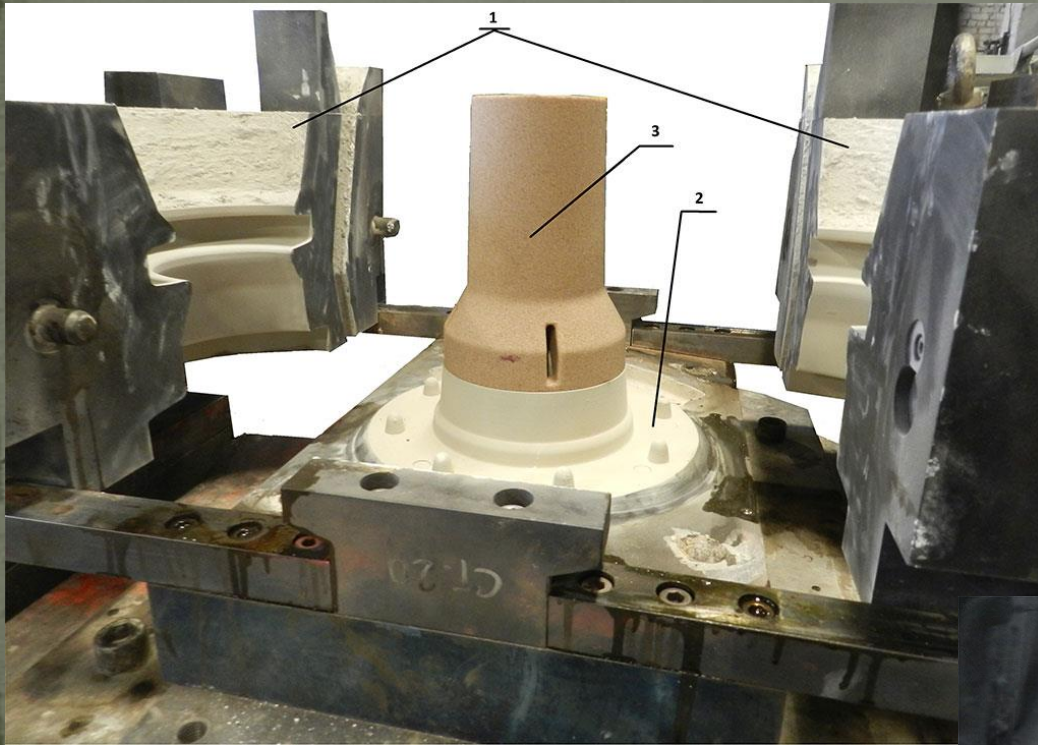
- В кокилях получают 45 % всех алюминиевых и магниевых отливок, 6 % стальных отливок, 11 % чугуновых отливок. Этот способ литья экономически целесообразен в серийном и массовом производстве.
- В зависимости от конфигурации и размеров отливки металлические формы делятся на неразъёмные и разъёмные.
- В неразъёмных формах вся отливка целиком получается в одной форме (типа чашки). На рис. изображена неразъёмная вытряхиваемая форма. Ее применяют для получения простых отливок, имеющих достаточные уклоны на боковых стенках (плиты, коробки и т. п.).



Неразъемная металлическая форма (кокиль): 1 —песчаный стержень; 2 — корпус

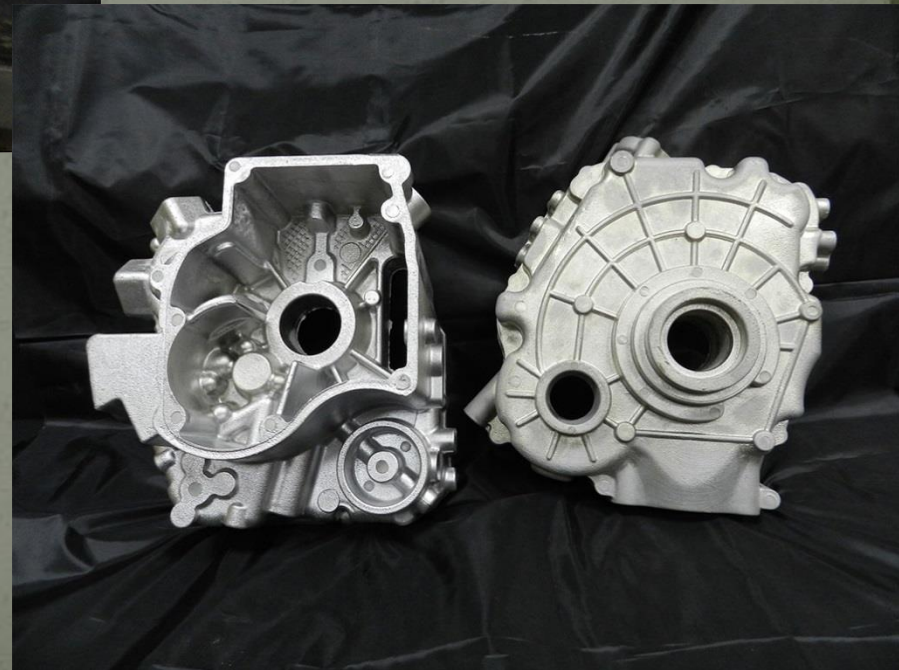


Разъемная форма: 1 - заливочная чаша, 2 – литниковая система, 3 – формообразующая, 4,5 – направляющие колонки и втулки, 6 – прибыль, 7 – правая и левая полуформы.

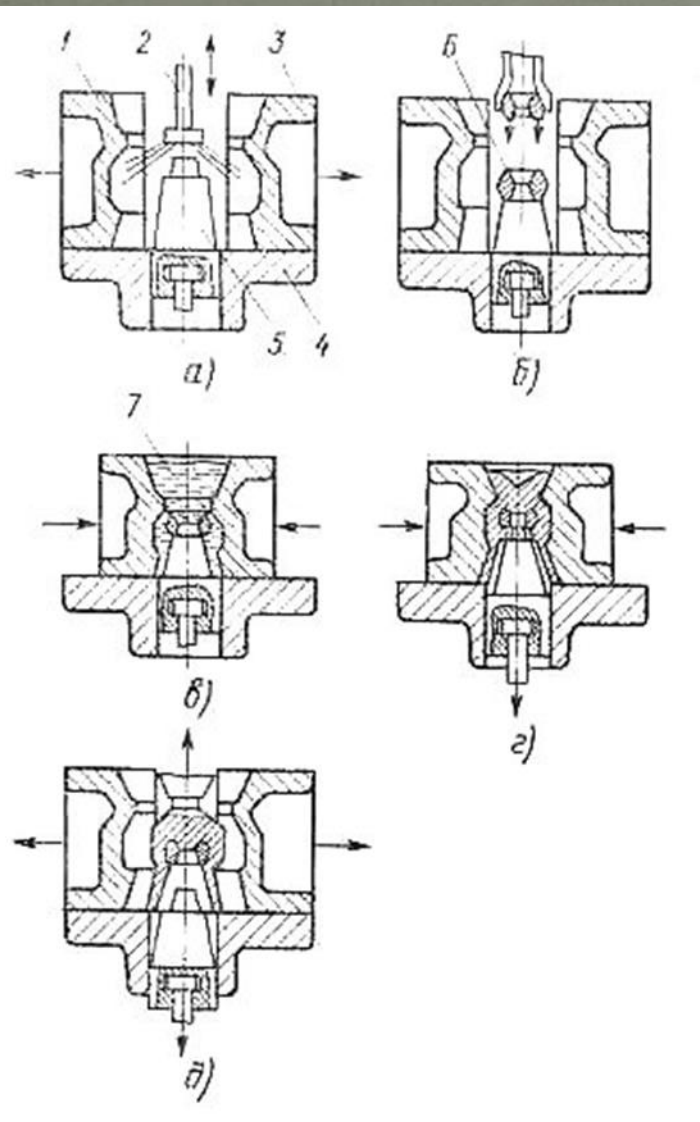


1 – правая и левая
полуформы, 2 - поддон
(основание), 3 –
песчаный стержень.

Пример отливок - корпус картера
дизельного двигателя



Этапы заливки в кокиль



а - очистка полуформ;

б - установка стержней;

в - заливка расплава;

г - частичное удаление
металлического стержня;

д - извлечение отливки

Преимущества литья в кокиль:

1. Повышение производительности труда в результате исключения трудоемких операций смесеприготовления, формовки, очистки отливок от пригара. Поэтому использование литья в кокиль, позволяет в 2 - 3 раза повысить производительность труда в литейном цехе, снизить капитальные затраты при строительстве новых цехов и реконструкции существующих за счет сокращения требуемых производственных площадей, расходов на оборудование, очистные сооружения и т.д.

2. Повышение качества отливки, обусловленное использованием металлической формы, повышение стабильности показателей качества: механических свойств, структуры, плотности, шероховатости, точности размеров отливок.

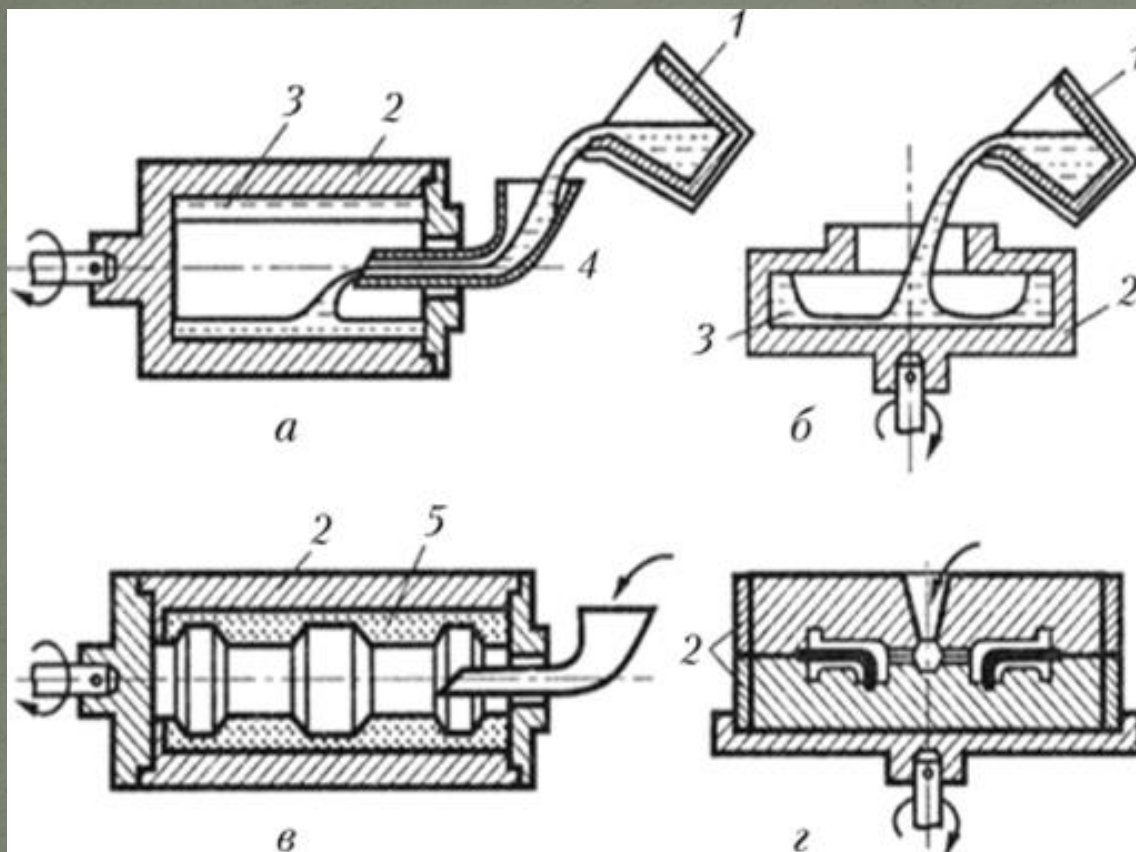
3. Устранение или уменьшение объема вредных для здоровья операций выбивки форм, очистки отливок от пригара, их обрубки, общее оздоровление и улучшение условий труда, меньшее загрязнение окружающей среды.

4. Механизация и автоматизация процесса изготовления отливки, обусловленная многократностью использования кокиля. Для получения отливок заданного качества легче осуществить автоматическое регулирование технологических параметров процесса. Автоматизация процесса позволяет улучшить качество отливок, повысить эффективность производства, изменить характер труда литейщика, управляющего работой таких комплексов.

Недостатки литья в кокиль

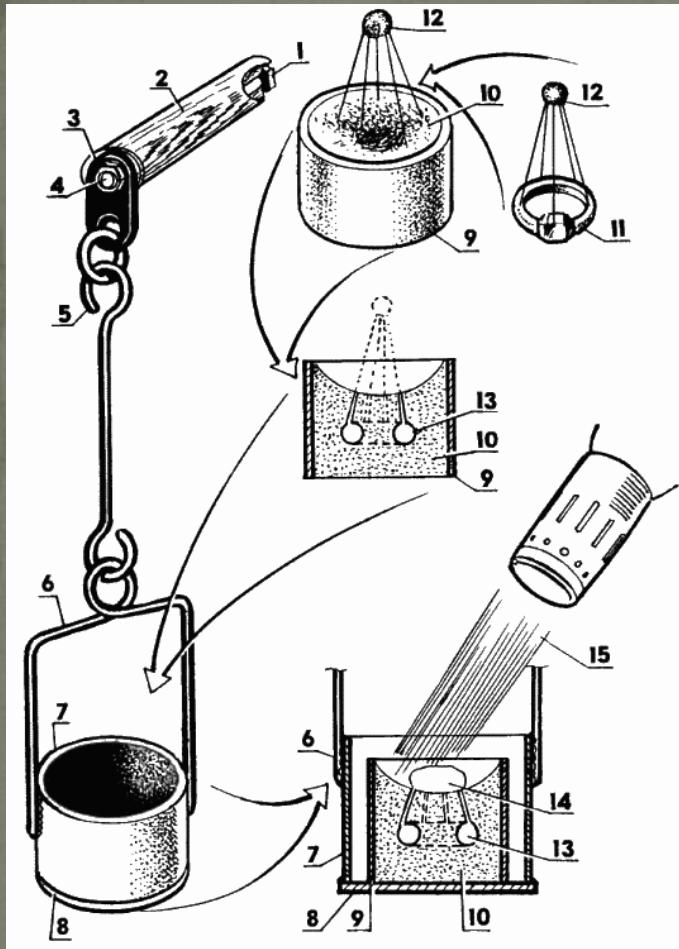
1. Высокая стоимость, сложность и трудоемкость его изготовления.
2. Ограниченная стойкость, измеряемая числом годных отливок, которые можно получить в данном кокиле. От стойкости кокиля зависит экономическая эффективность процесса.
3. Сложность получения отливок с поднутрениями, для выполнения которых необходимо усложнять конструкцию формы - делать дополнительные разъемы, использовать вставки, разъемные металлические или песчаные стержни.
4. Невысокая податливость кокиля приводит к появлению в отливках напряжений, а иногда и наличие трещин.
5. Образование трудно обрабатываемого отбеленного слоя на поверхности отливок из чугуна

Центробежное литье



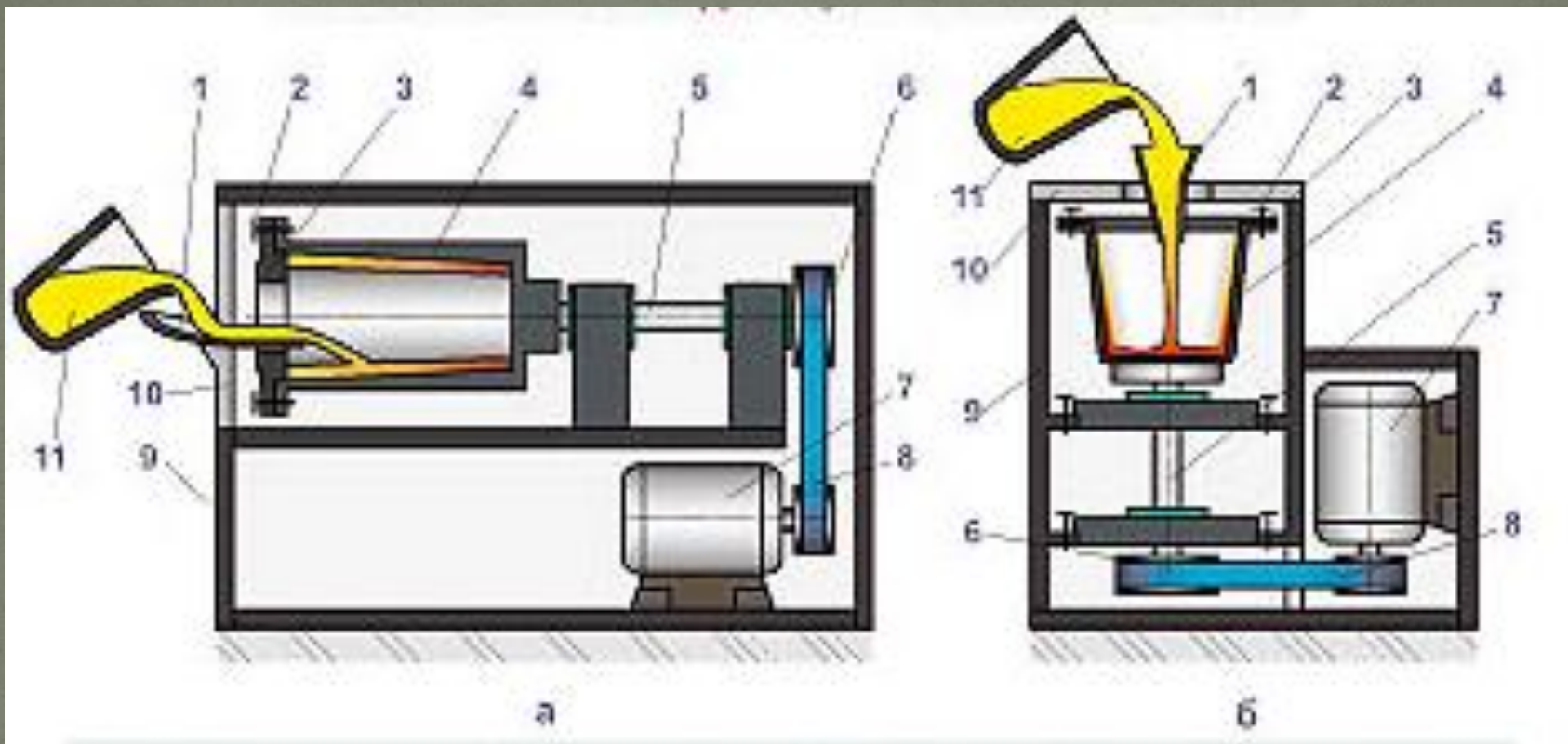
а — с горизонтальной осью вращения формы; б — с вертикальной осью вращения формы; в — в облицованные формы; г — в песчаные формы; 1 — ковш; 2 — форма; 3 — металл; 4 — желоб; 5 — облицовка кокиля, можно применять сыпучие покрытия, которые вводят в форму перед заливкой. Под действием центробежных сил порошок покрытия равномерно распределяется по всей цилиндрической поверхности формы

При центробежном литье возможно применение облицованных форм — песчаных, керамических или собранных из стержней. В таких формах можно получать отливки тел вращения со сложной наружной конфигурацией (рис. в). Для изготовления мелких фасонных отливок металл заливают в многоместную форму, установленную на вращающейся платформе (рис. г).



1 - ось; 2 - ручка; 3 - вращающаяся серьга; 4- гайка; 5 - стальное коромысло; 6 - дужка; 7 - борт бадейки; 8 - днище бадейки; 9 - опока; 10 - формовочная масса; 11 - восковая модель; 12 - восковой шарик с технологическими проволочными штифтами; 13 - литевая форма с литниковыми каналами; 14 - расплавляемый металл; 15 - пламя бензиновой горелки;

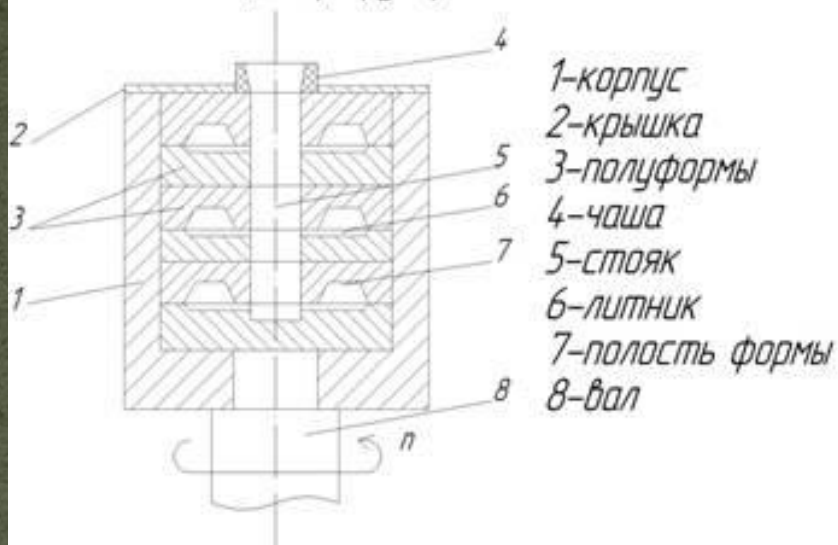
Установка центробежного литья



а - с горизонтальной осью вращения; б – с вертикальной осью вращения

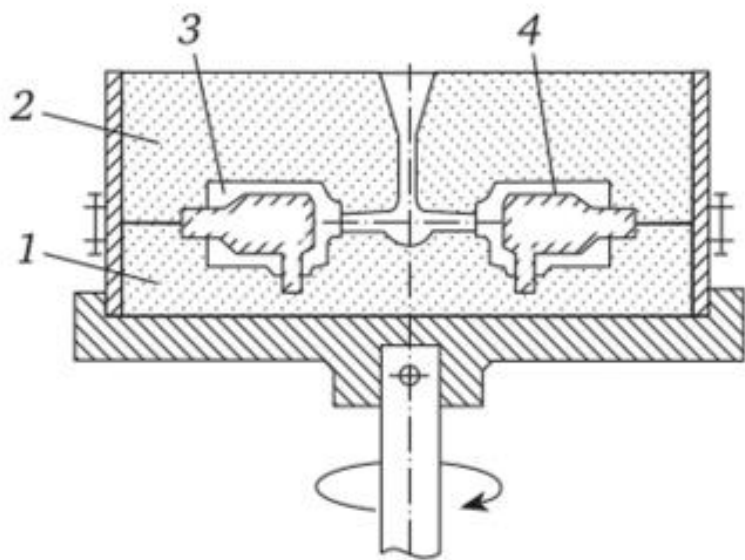
1 – желоб; 2 – зажимы; 3 – крышка; 4 – кокиль; 5 – вал; 6 – шкив;
7 – двигатель; 8 – клиноременная подача; 9 – корпус установки; 10 – дверца; 11 – тигель с расплавом

Литье центрифугированием



Литье центрифугированием – это литейная технология, заключающаяся в кристаллизации металла во вращающихся формах, питаемых единой литниковой системой.

Литейные формы собирают вместе, помещают в корпус центрифуги, накрывают крышкой и приводят во вращение. Внутри заливают металл. Под действием центробежных сил металл из стояка через питатели попадает в полости форм. После кристаллизации формы извлекают из центрифуги и достают из них отливки.



Получение мелких фасонных отливок:

1 — нижняя полуформа; 2 — верхняя полуформа; 3 — рабочая полость формы; 4 — стержень



Центробежным литьем в силиконовые формы называют процесс, при котором жидкое вещество попадает в полости, расположенные на периферии круглой формы (пиццы) при давлении, которое возникает из-за воздействия центробежных сил.

После затвердевания материала, форма раскрывается на 2 половины в горизонтальном сечении и отливки извлекаются. Отливки могут быть конечной продукцией, либо полуфабрикатом, требующим дальнейшей обработки (шлифовки, полировки, галтования, нанесения декоративных и гальванических покрытий). Центробежное литьё особенно хорошо подходит для изготовления цельковых литых изделий из сплавов с температурой плавления до 450°C , полиуретанов и полиэфирных смол.

Литье под давлением

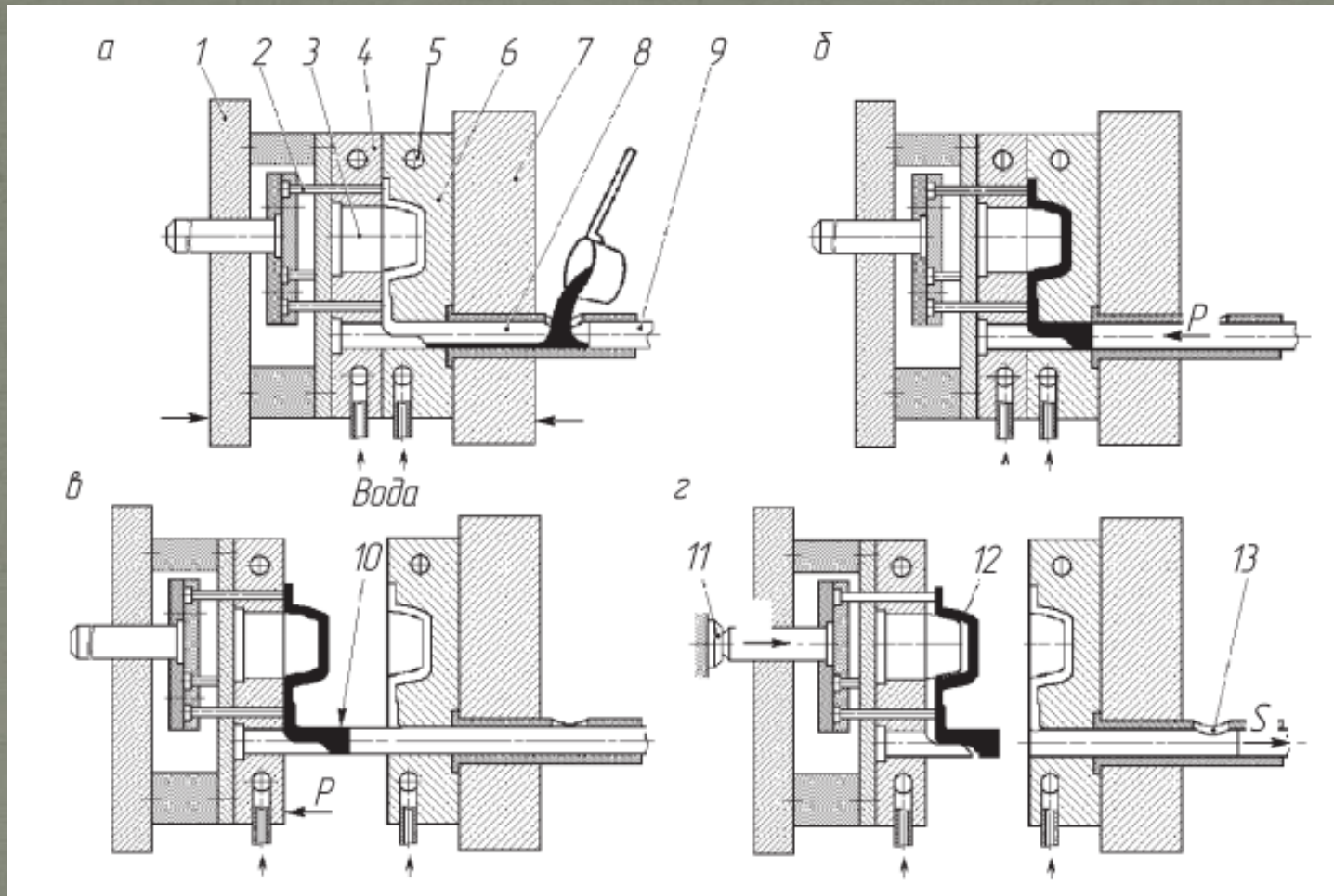
Литье под давлением - наиболее производительный способ изготовления отливок из цветных металлов с высокой точностью и чистотой поверхности.

Расплавленный металл заполняет стальную пресс-форму под давлением поршня до 3000 атм., быстро затвердевает и образует отливку.

Получили распространение три схемы и, соответственно, три типа машин литья под давлением:

- с холодной горизонтальной камерой прессования;*
- с холодной вертикальной камерой прессования;*
- с горячей вертикальной камерой прессования.*

Схема литья под давлением на машинах с холодной горизонтальной камерой



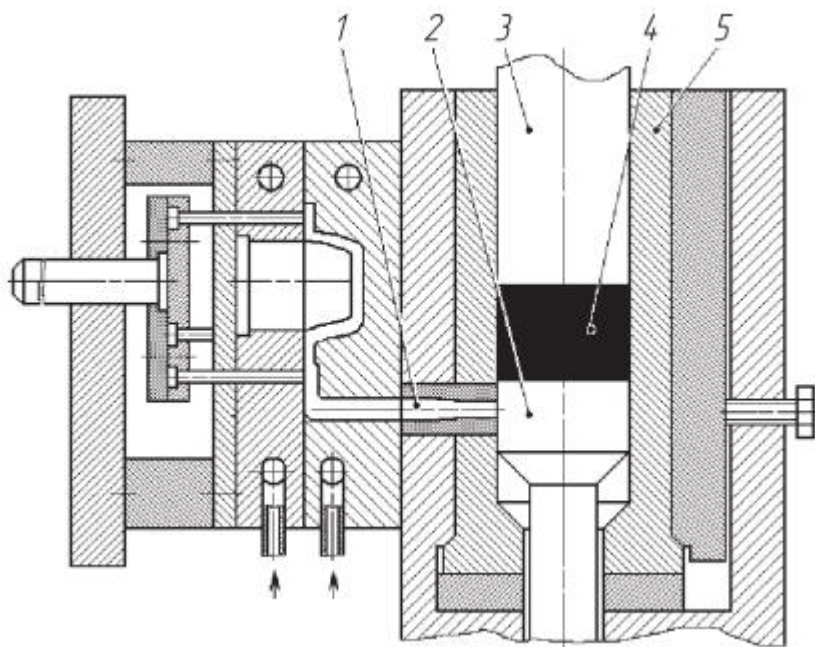
а — заливка металла в камеру прессования; б — заполнение металлом пресс-формы; в — разъединение половин пресс-формы; г — выталкивание отливки

В машинах с холодной горизонтальной камерой (рис. 1) пресс-форма состоит из неподвижной 6 и подвижной 4 полуформ. Первая прикреплена к неподвижной плите 7 машины, а вторая — к подвижной плите 1. Пресс-формы могут иметь каналы 5 для водяного охлаждения. Стержни 3 (металлические) для образования полостей и отверстий в отливках находятся, как правило, в подвижной полуформе. Для извлечения отливки из формы предусмотрены выталкиватели 2, которые жестко закреплены в плите выталкивателей.

Запорный механизм машины надежно прижимает подвижную полуформу к неподвижной, после чего в цилиндр 8, называемый камерой прессования, через отверстие 13 заливают порцию сплава и включают механизм прессования. Плунжер 9 перекрывает заливочное отверстие и создает давление в камере. Сплав через литниковую щель заполняет полость пресс-формы и затвердевает.

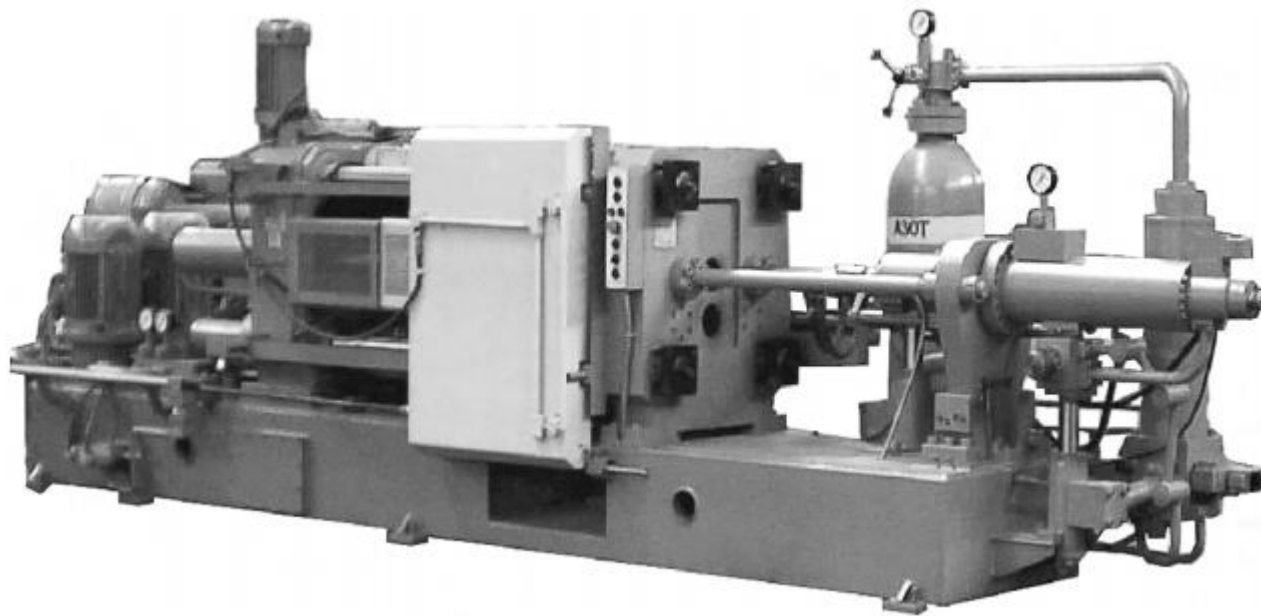
Как только отливка затвердеет, подвижную часть пресс-формы вместе с отливкой отводят. Вместе с подвижной частью формы движется плунжер 9, который из камеры прессования выталкивает пресс-остаток 10. Плита толкателей перемещается вместе с пресс-формой до упора 11. Упор останавливает плиту толкателей, а пресс-форма продолжает перемещаться. Выталкиватели «снимают» отливку 12 со стержня 3, и она падает на транспортер или в контейнер. Пресс-форму обдувают сжатым воздухом, смазывают рабочую поверхность, закрывают, и процесс повторяется.

Схема литья под давлением на машинах с холодной вертикальной камерой:



В смазанную вертикальную камеру прессования 5 заливают дозу сплава 4. При движении вниз плунжер 3 давит на сплав и вместе с ним перемещает вниз пята 2, в результате чего открывается отверстие 1, соединяющее камеру прессования с полостью пресс-формы.

Расплавленный металл под давлением заполняет полость. После заполнения пресс-формы плунжер поднимается вверх, а специальный механизм поднимает пята 2. Пята отрезает литник и поднимает пресс-остаток.



Машина литья под давлением с горизонтальной холодной камерой модели 711A08

Литьевая машина с вертикальной холодной камерой

1 — электрошкаф; 2 — пульт управления; 3 — подвижная плита; 4 — неподвижная плита; 5 — силовой цилиндр пресс-плунжера

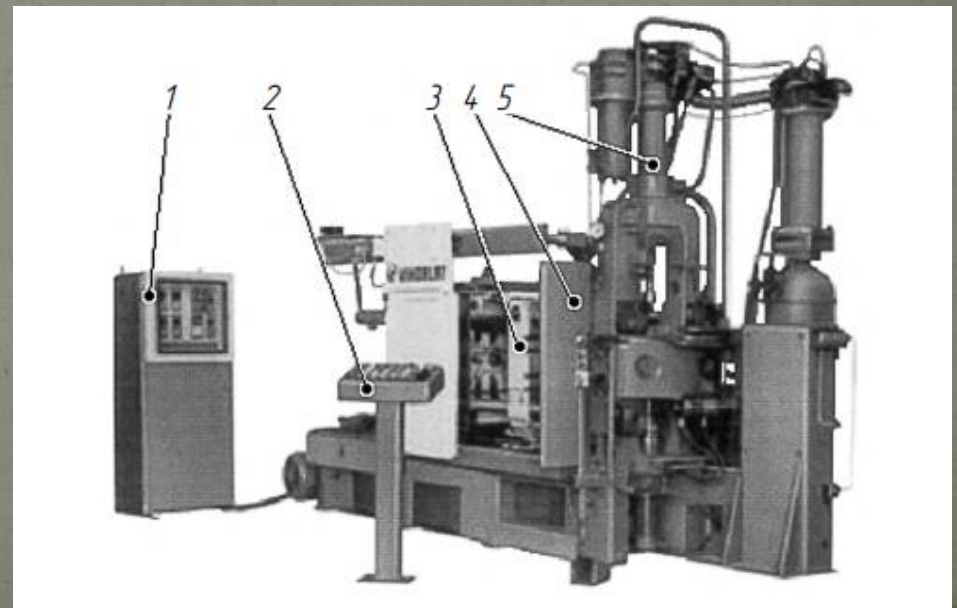
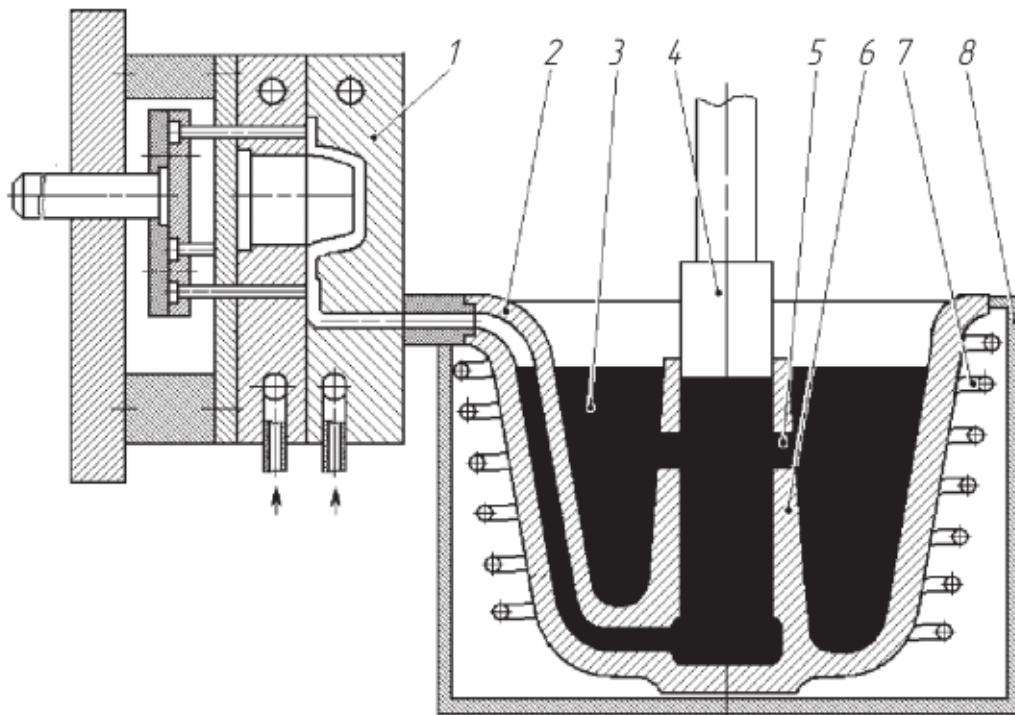


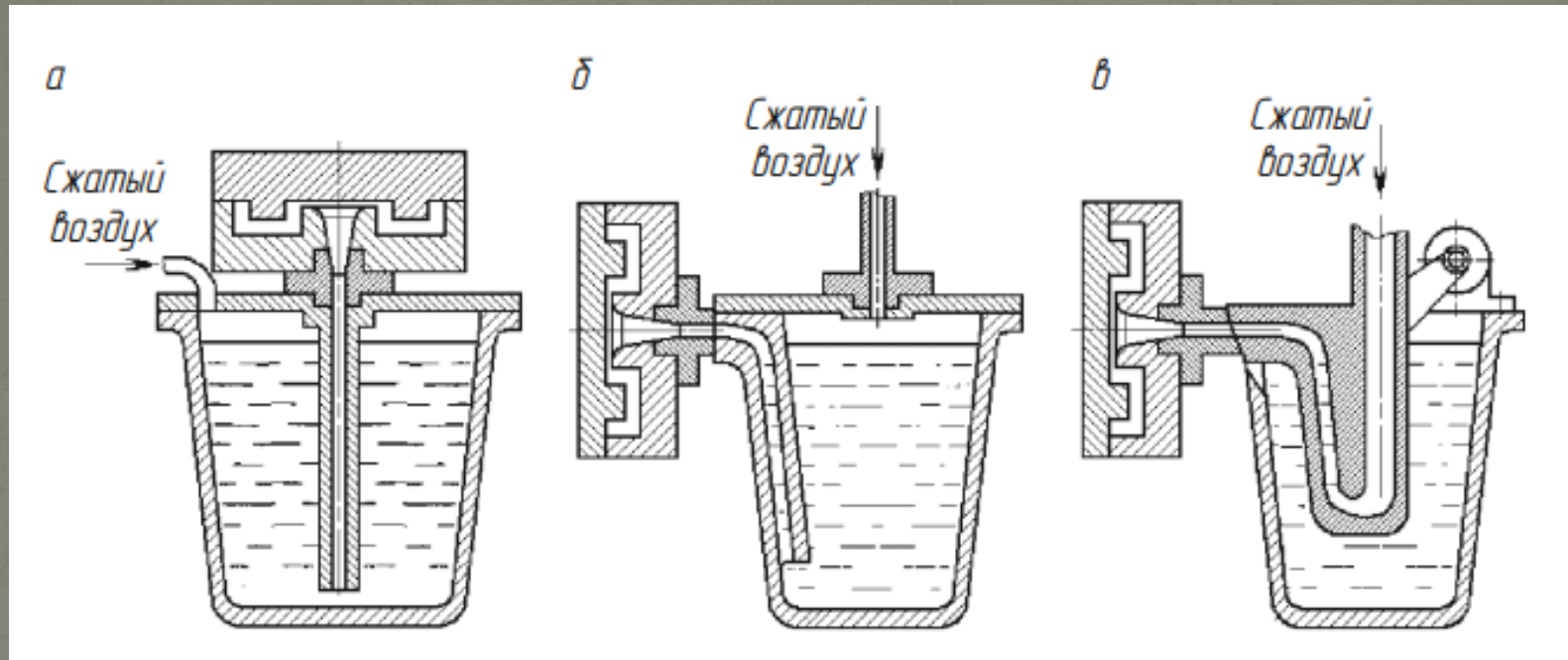
Схема литья под давлением в машинах с горячей вертикальной камерой



Печь 8 с чугунным тиглем 2, в котором сплав 3 поддерживают в жидком состоянии электрическим нагревателем 7. Камера прессования 6 составляет одно целое с тиглем.

Когда **пресс-плунжер 4** поднят, через отверстие 5 камера заполняется сплавом. При движении вниз пресс-плунжер перекрывает отверстие 5 в камере прессования и сплав под давлением заполняет пресс-форму 1.

Схемы компрессорных машин литья под низким давлением



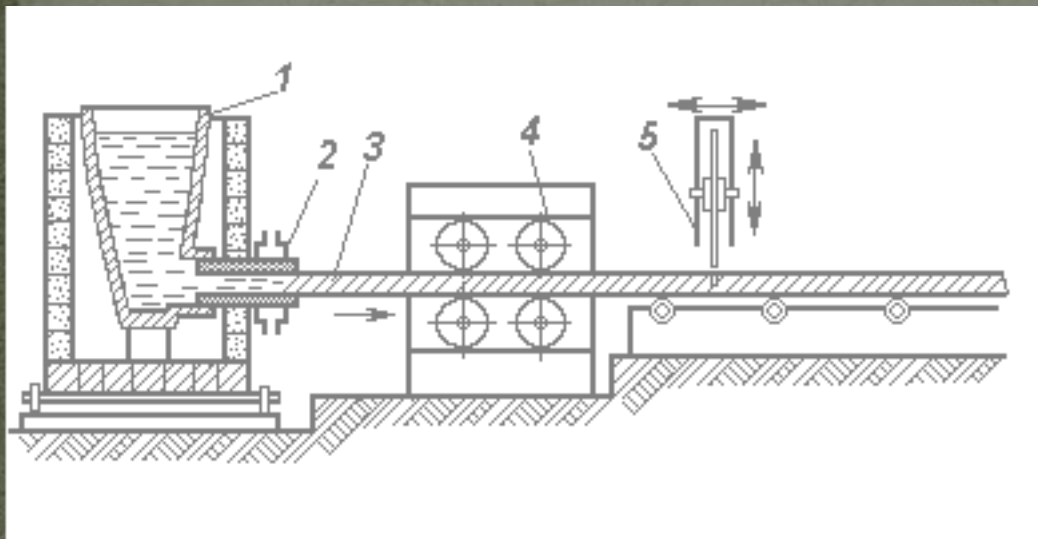
Машины, в которых металл движется под действием сжатого воздуха, называют компрессорными, или машинами литья под низким давлением. Принцип их работы заключается в том, что сжатый воздух давит на поверхность металла в тигле, из которого он поступает по металлопроводу в пресс-форму.

Компрессорные машины для литья под давлением с неподвижным металлопроводом имеют большую поверхность расплавленного металла, на которую давит сжатый воздух. Это приводит к окислению расплава и не позволяет поднять давление выше 60 Па (рис. а, б). В отличие от них, в машинах с подвижным металлопроводом воздух давит на небольшую поверхность металла, что дает возможность повысить давление до 400 Па и резко уменьшить поверхность окисления жидкого металла (в)

Такие машины предназначены для изготовления алюминиевых заготовок с повышенными прочностными характеристиками в автоматическом режиме.

- **Преимущества.** Это самый высокопроизводительный способ литья (до 3000 и более отливок в час). Дает высокую точность и чистоту поверхности отливки. Высокая степень автоматизации процесса позволяет встраивать участок для литья под давлением в автоматические линии.
- **Недостатками** способа являются высокая стоимость оборудования и пресс-форм, ограниченная масса отливок, газоусадочная пористость отливок.
- **Применяется** способ в массовом производстве для отливки корпусов электродвигателей из силумина, блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания, а также для литья из других цветных сплавов.

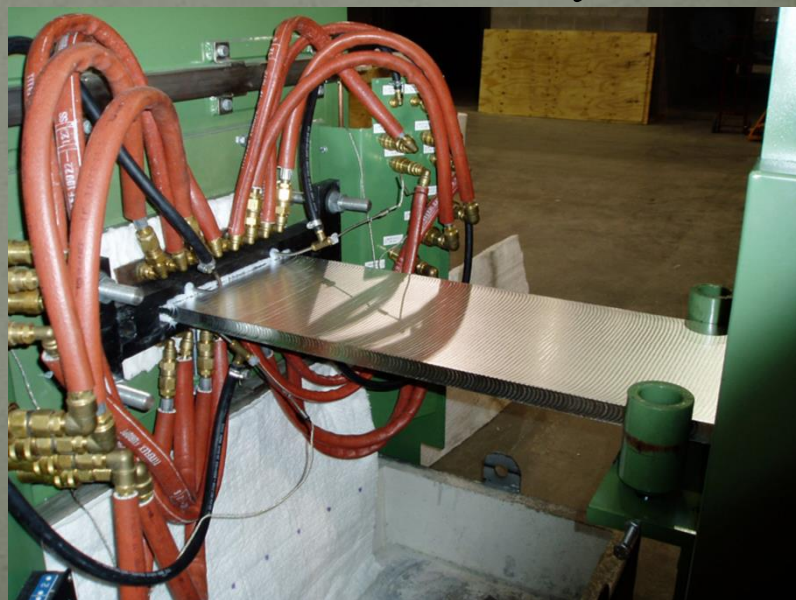
Непрерывное литье



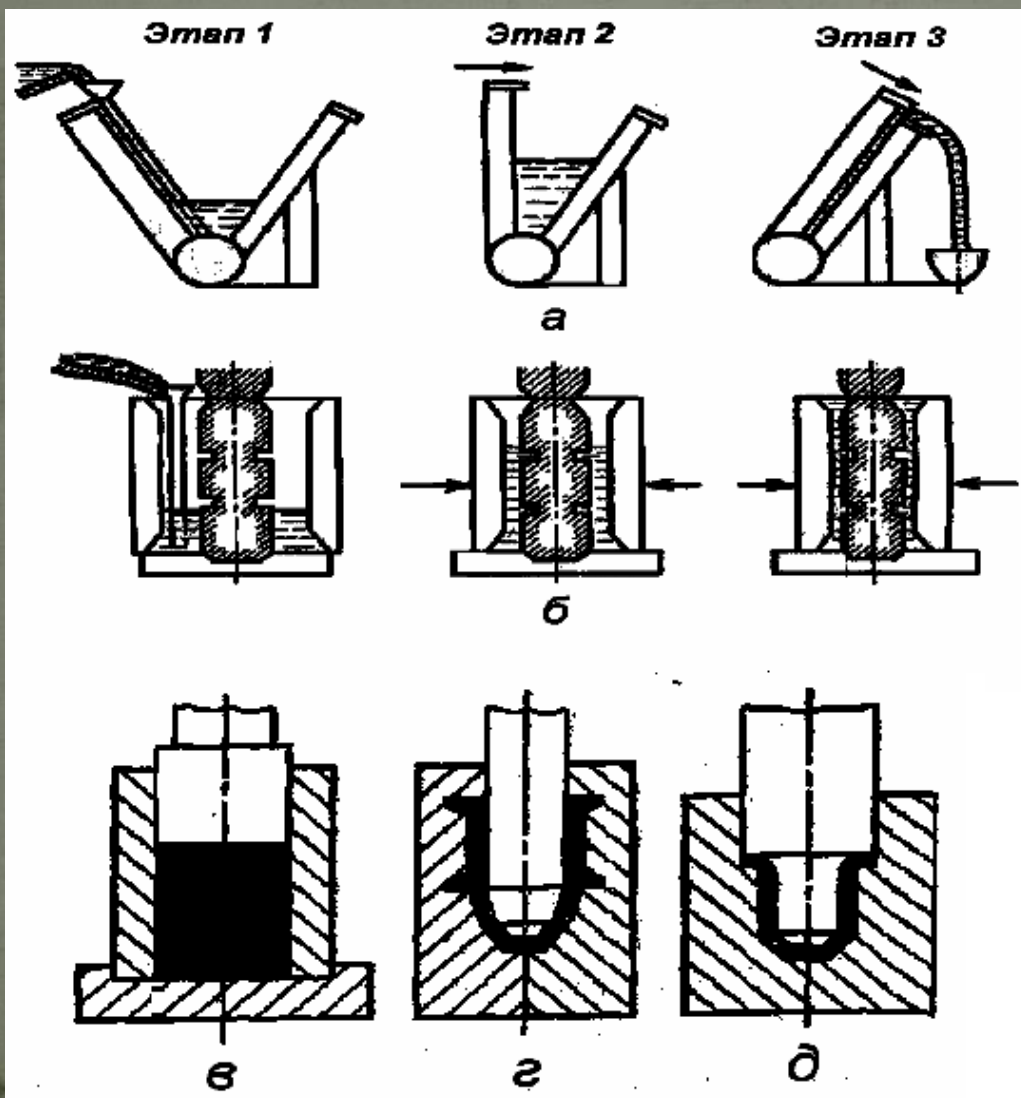
Жидкий металл, поступающий из тигля 1, быстро затвердевает в водоохлаждаемом кристаллизаторе 2 и образует непрерывную заготовку 3, которую вытягивают с определенной скоростью тянущими роликами 4 и разрезают дисковой пилой 5 на куски.

Машина непрерывного литья RT850 для получения серебряной полосы шириной 300 мм.

Преимущество: благодаря направленному затвердеванию сплава отливки не имеют неметаллических включений, усадочных раковин и пористости



Литьё выжиманием



Схемы литья выжиманием:

а - поворот подвижной полуформы,

б - плоскопараллельное перемещение полуформ,

в - кристаллизация под давлением, г, д - штамповка

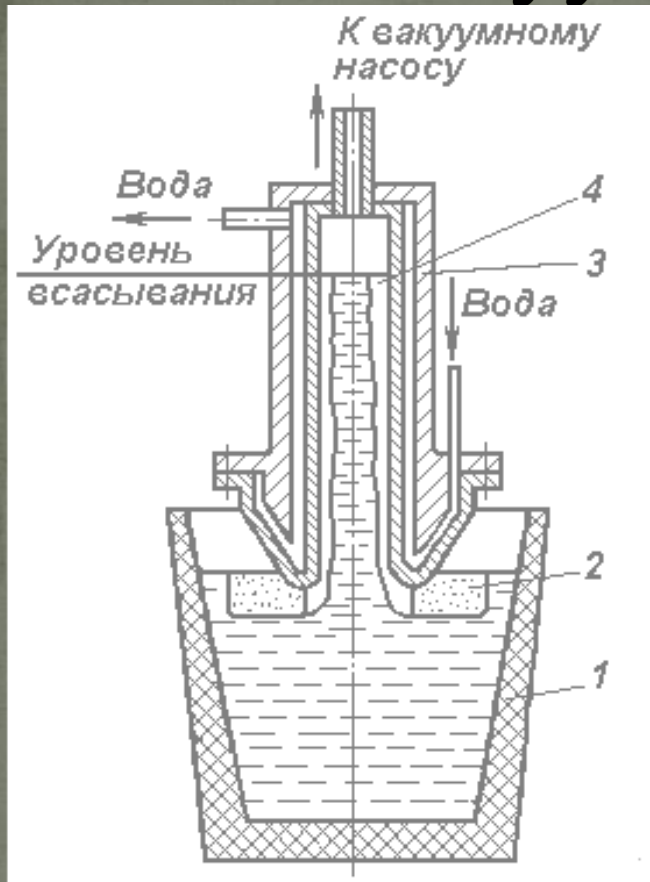
из расплава в закрытой форме (г) и открытой форме

(д)

При этом способе геометрические размеры полости формы изменяются по мере заполнения расплавом и затвердевания отливки. Это позволяет уменьшить потери теплоты расплавом, улучшить заполнение формы расплавом, осуществить компенсацию усадки отливки путем уменьшения ее объема при кристаллизации, практически устранить расход металла на литниковую систему. Процесс осуществляется по следующим основным схемам: 1) поворотом подвижной полуформы или полуформ вокруг неподвижной оси (рис. а); 2) плоскопараллельным перемещением одной или двух подвижных полуформ (рис. б); 3) давлением плоского поршня на свободную поверхность расплава без внедрения поршня в расплав (рис. в); 4) внедрением поршня в расплав, находящийся в форме (рис. г, д).

Применяют для получения тонкостенных крупногабаритных отливок типа панелей размерами до 1000-2500 мм с толщиной стенки 2-5 мм из алюминиевых и магниевых сплавов.

Литье вакуумным всасыванием

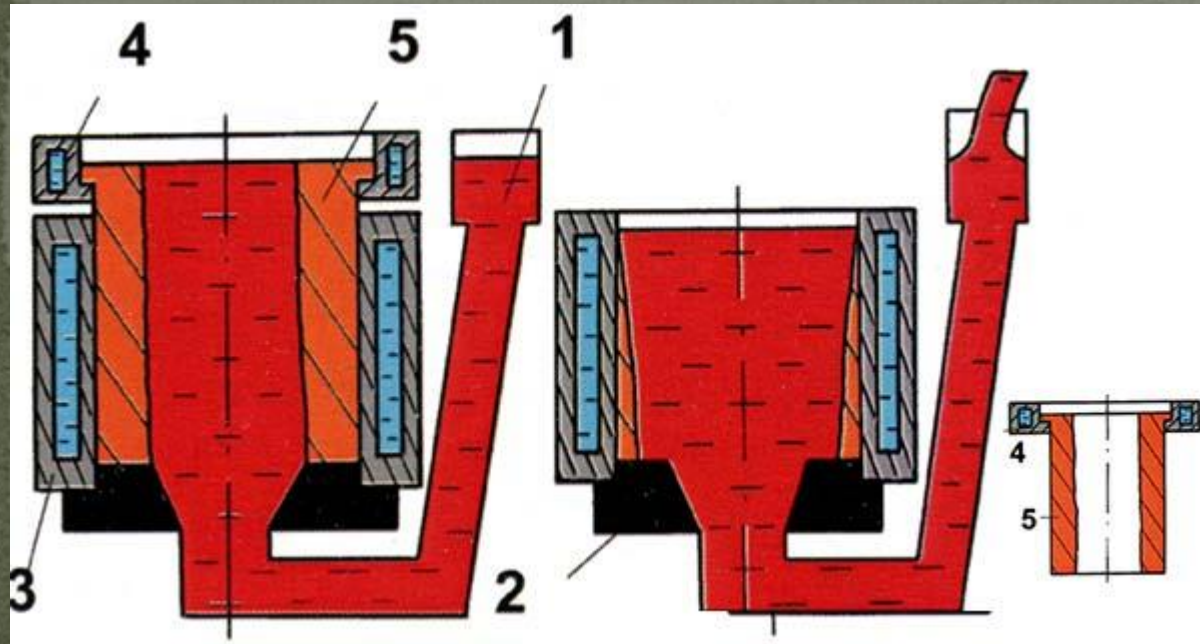


Водоохлаждаемая литейная форма 3, опирающаяся на керамический поплавок 2, заполняется расплавленным металлом из раздаточной печи 1 за счет разрежения, создаваемого в форме вакуумным насосом. Во время непродолжительной выдержки формируется отливка 4. Затем полость формы соединяется с атмосферой, и незатвердевший металл сливается обратно в печь.

Способ применяется для получения втулок, вкладышей подшипников скольжения и других отливок простой формы из дорогих и дефицитных бронз и латуней.

Преимущество - получение качественных отливок без расхода металла на литники и прибыли.

Технология непрерывно-циклического литья намораживанием

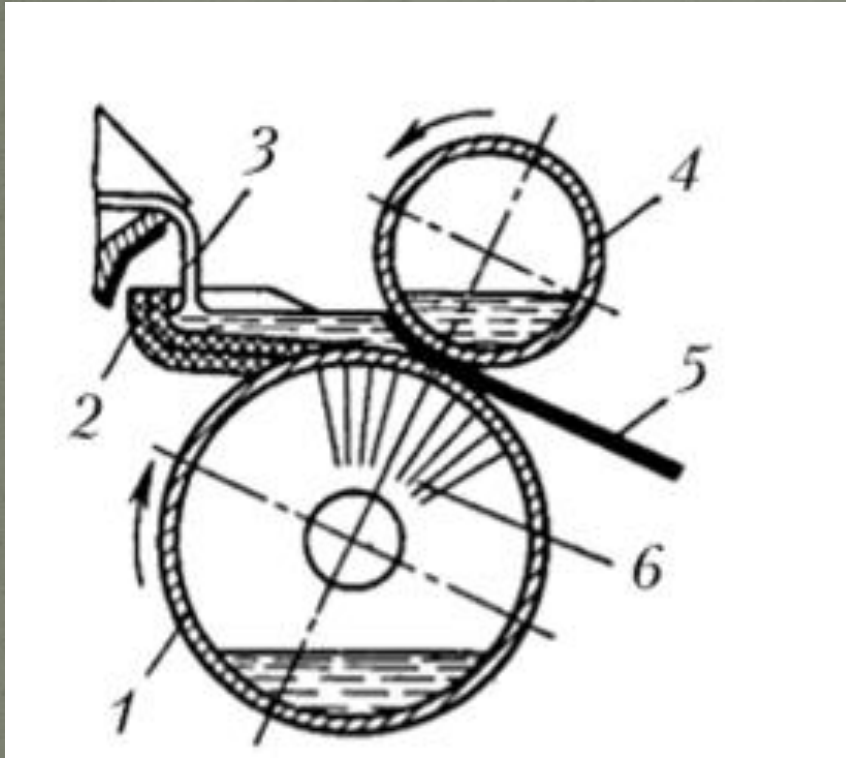


Процесс производства отливок протекает по следующей схеме: жидкий металл из ковша подается сифоном через футерованный металлопровод (1) и соединительный стакан (2) в стальной водоохлаждаемый кристаллизатор (3), где, за счет градиента перепада температур между внутренней стенкой кристаллизатора и жидким металлом, формируется

отливка цилиндрической формы (5), которую периодически извлекают вверх с помощью подвижной части кристаллизатора (4). Процесс протекает в непрерывно-циклическом режиме, темп которого задается скоростью затвердевания в кристаллизаторе отливки требуемой толщины. Технология позволяет производить гильзы цилиндров, седла клапанов, кольца поршневые и уплотнительные для двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, турбокомпрессоров и т.д.

<https://www.youtube.com/watch?v=72KjOZEwY2o>

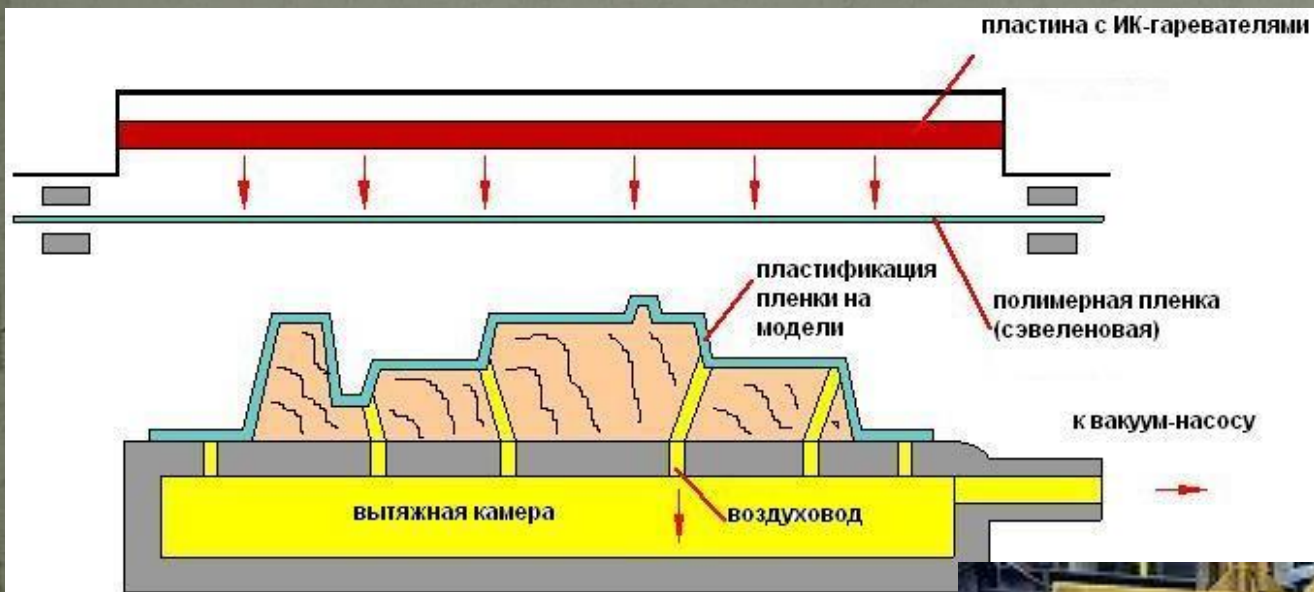
Жидкая прокатка



Жидкий металл наливают из ковша 3 в приемник 2, из которого он поступает на поверхность охлаждаемых валков 1 и 4, вращающихся навстречу друг другу. В зазоре между валками происходит кристаллизация металла. Затвердевший металл 5 в пластичном состоянии выжимается из зазора в виде ленты. 6 – разбрызгиваемая вода.

Так получают ленты и листы шириной до 750 мм и толщиной 0,7-2,5 мм из алюминия, чугуна и других сплавов.

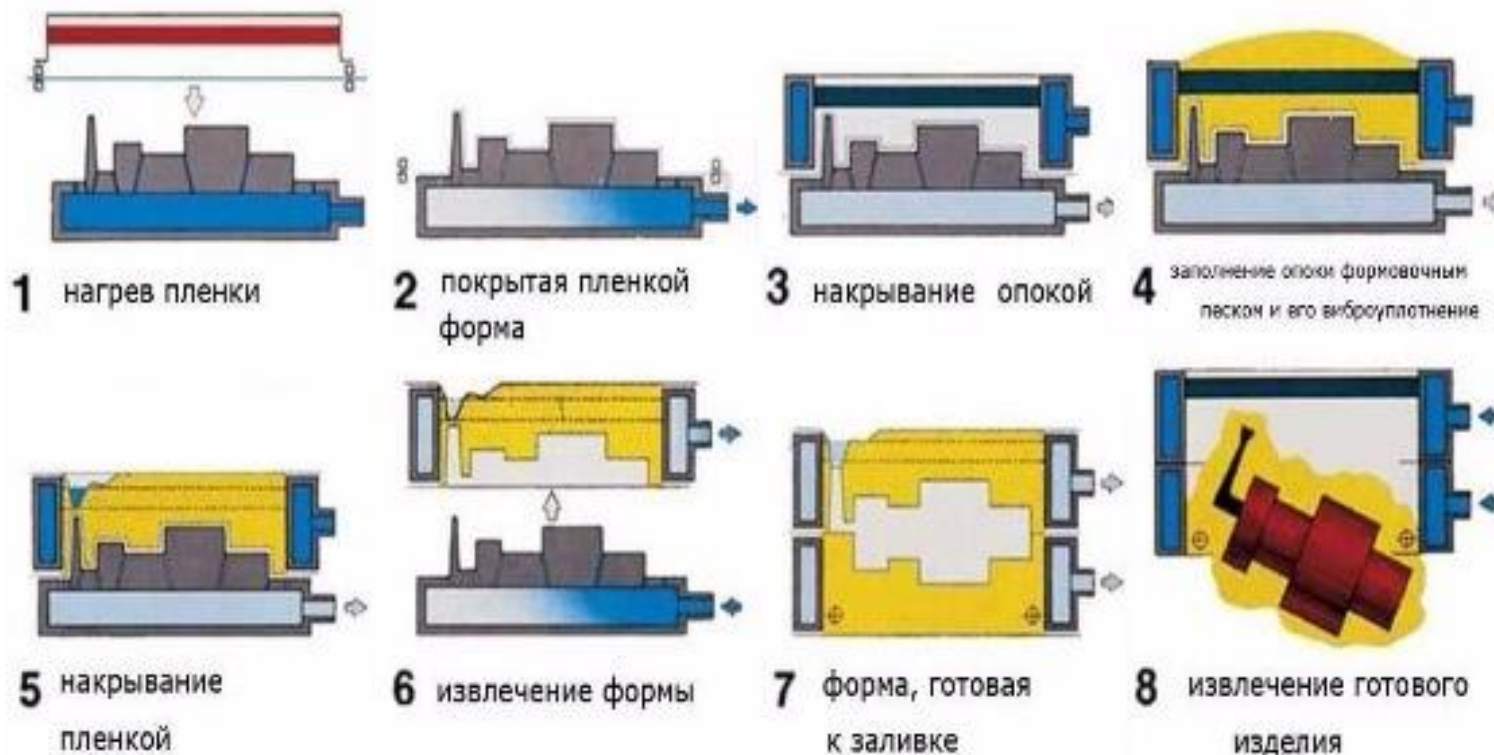
Вакуумно-пленочная формовка



Вакуумно-пленочная формовка модели. Качество изготовления модели (и стержневых ящиков) влияет на качество самой отливки (и стержня).



Этапы вакуумно-пленочной формовки



1. В процессе производства используется специальная вакуумная форма с вытяжной камерой и с отверстиями для откачки воздуха.

2. Нагретую до размягченного пластичного состояния пленку из полимерного материала помещают на заранее подготовленную форму. Затем вакуумный насос выкачивает воздух. Это приводит к тому, что под действием приложенной силы вакуумного насоса полимерная пленка плотно прижимается к форме и оформляется в готовое изделие.

3. Затем на уже прижатую к форме пленку из полимерного материала накладывается опока, оборудованная трубой для откачки воздуха со специальным фильтром.



4. Внутренняя часть опоки заполняется специальным сухим формовочным песком, не имеющим спаивающих (вяжущих) веществ и других дополнительных примесей. Мелкими встряхиваниями вибростола достигается уплотнение заполнителя опоки, удаляются излишки засыпного материала, а сверху опока накрывается полимерной пленкой, необходимой для уплотнения заполнителя. После этого открывается клапан трубы для откачки воздуха, что приводит к возникновению вакуума в формовочном песке. В результате этого возникает разница внешнего и внутреннего давления на форме (приблизительно 300~400 миллиметров ртутного столба). Благодаря указанной разнице давлений получается форма для литья, обладающая достаточно высокой жесткостью.

5. После полного окончания приложения усилия вакуума внутри формы, указанную форму необходимо извлечь, чтобы получилась полость. Усилие должно прилагаться к форме до тех пор, пока форму можно будет извлечь без особых усилий и без ущерба для полученной полости для заливки. Нижнюю часть опоки изготавливают точно также, как и описано выше для верхней части опоки.

6. В форму устанавливаются различные литейные стержни, затем после формовки изделия они убираются, нижняя и верхняя части опоки совмещаются и происходит заливка формы.

7. Усилие вакуумного насоса должно прилагаться вплоть до полного затвердевания изделия. После полного затвердевания изделия, прекращается откачка воздуха из формы. И когда давление внутри формы начнет приближаться к атмосферному, нижняя и верхняя части формы автоматически распадутся.

Достоинства :

Повышается качество формовки изделий: поверхность формованного изделия гладкая и чистая, изделие обладает четкими краями и очертаниями, кроме того, размеры готового изделия строго соответствуют заданным.

Легкость извлечения модели будущего изделия из литейной формы.

Простота используемого оборудования, низкие капиталовложения, невысокие расходы на техническое обслуживание и профилактический ремонт, связанные с функционированием и эксплуатацией указанного оборудования. Это все указано без учета соответствующего оборудования, используемого в процессе производства и служащего для отбора материалов с низким количеством посторонних примесей, отбора материалов, обладающих низкими вяжущими свойствами, и предназначенного для смешивания материалов.

Коэффициент использования отработанной формовочной смеси составляет приблизительно 95% и выше.

Капиталовложения в оборудование уменьшается на 30%.

Энергетические затраты при использовании данного оборудования составляют 60% от оборудования, применяемого при литье «влажного» типа.

Затраты людских ресурсов уменьшаются на 35%.

Долговечность эксплуатации литейной формы и опоки.

Высокий коэффициент использования металла. Хорошая способность к заполнению формы. Можно производить тонкостенные детали с толщиной стенки всего 3мм

Повышается производительность, уменьшается припуск на обработку изделий.

Недостатки:

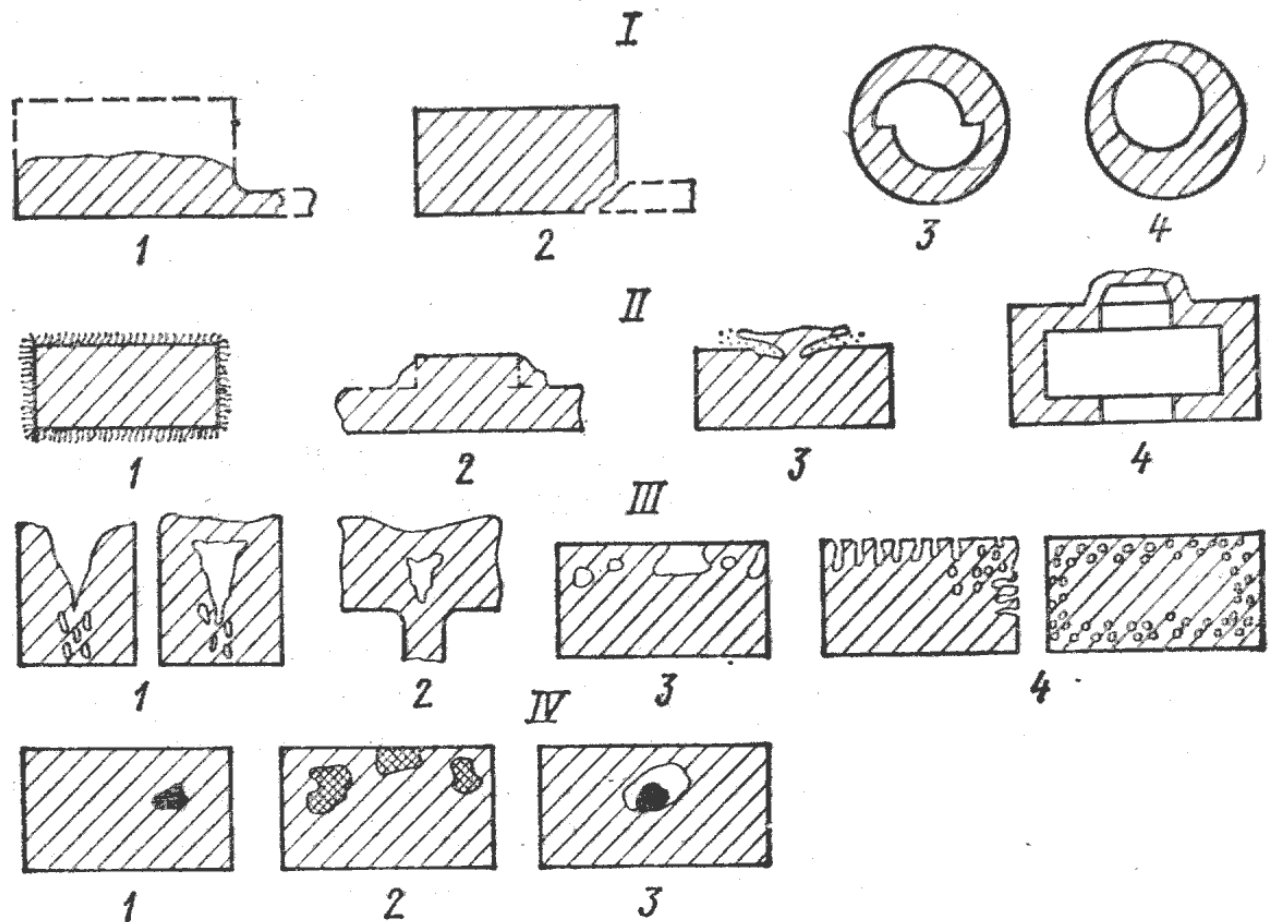
Сложный процесс изготовления литейной формы, трудно увеличить производительность изделий малой формы.

От начала и до конца технологического процесса используется вакуум, тяжело механизировать труд.

Из-за того, что на заготовки из полимерных материалов накладывают ограничения по тягучести и пластичности материала, то это ограничивает сферу применения указанной технологии.

Проблема пыли и охлаждения формовочной смеси.

Дефекты отливок



● *I группа - несоответствия по геометрии:*

- 1 - недолив
- 2 - вылом
- 3 - перекос
- 4 - разностенность

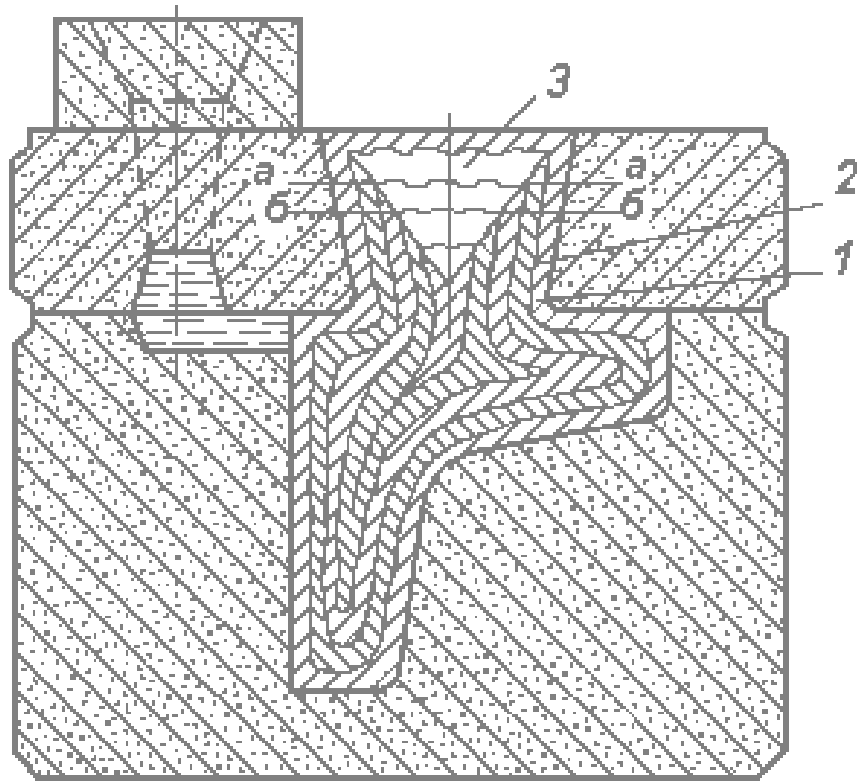
● *II группа - дефекты поверхности:*

- 1 - пригар
- 2 - нарост
- 3 - ужимина
- 4 - залив

III группа - несплошности в теле отливки: 1 - усадочные раковины, 2 - утяжина, 3- газовые раковины 4 - пористость;

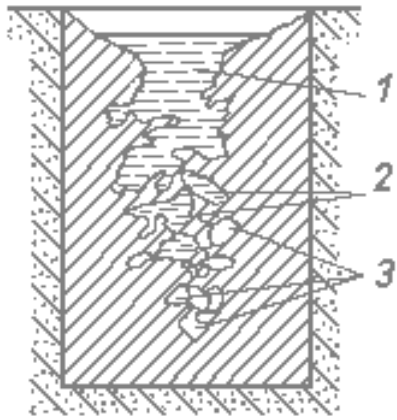
IV группа - включения: 1- металлические, 2 - неметаллические (песчаные раковины), 3 - королек.

Усадочные раковины



Открытые или закрытые полости в теле отливки, которые обычно образуются в утолщенных местах отливки.

Сначала около стенок литейной формы образуется корка 1 твердого металла. Так как усадка расплава при переходе из жидкого состояния в твердое превышает усадку корки, то уровень металла в незатвердевшей части отливки понижается до линии а - а. В следующий момент времени на корке 1 нарастает новый твердый слой 2, а уровень жидкости понижается далее - до линии б - б. Так продолжается до тех пор, пока не закончится процесс затвердевания. Снижение уровня расплава при затвердевании приводит к образованию сосредоточенной усадочной раковины 3.



Усадочная пористость - скопление мелких пустот в обширной зоне отливки, образовавшихся в результате усадки при срастании кристаллов.

Этот дефект характерен для отливок из сплавов с широким интервалом кристаллизации.

В разобщенных ячейках 2 между сросшимися кристаллами остатки жидкой фазы 1 кристаллизуются без доступа к ним питающего расплава, поэтому в каждой такой ячейке образуется маленькая усадочная раковина 3. Множество таких межзеренных раковин образует пористость.

Песчаные раковины (рис. IV, 2) - чаще всего открытые, различной формы пустоты в теле отливки, частично или целиком заполненные формовочной смесью. Причинами образования песчаных раковин являются разрушение отдельных частей формы, смыв формовочной смеси расплавом при неправильном его подводе.

Холодные трещины - сквозные и несквозные разрывы в стенках отливки, небольшой ширины и значительной длины. Они образуются при низких температурах и имеют неокисленную поверхность. Причиной появления холодных трещин является усадка сплава, приводящая к большим внутренним напряжениям. Для предупреждения их образования необходимо обеспечивать равномерное охлаждение отливок во всех сечениях, проводить отжиг отливок.

Горячие трещины - разрывы в стенках отливки, имеющие значительную ширину и небольшую протяженность. Они образуются при высокой температуре и имеют темную окисленную поверхность. Трещины могут возникать в случае недостаточной податливости стержней и отдельных частей формы, ранней выбивки отливки из формы.

Заливы (рис. II, 4) - тонкие, различные по величине и форме, не предусмотренные чертежом выступы на отливке, образующиеся по плоскости разъема формы из-за наличия излишнего зазора между полуформами.

Пригар (рис. II, 1) - трудно отделимый от поверхности отливки слой из металла, его оксидов и частичек формовочной смеси. Это результат взаимодействия прогретого материала формы с расплавом. Для устранения пригара снижают температуру заливки металла, на рабочую поверхность формы наносят противопопригарные покрытия.

Недолив (рис. I, 1) - неполное заполнение формы расплавом, что наблюдается при недостаточной его жидкотекучести, при скоплении газов, препятствующих заполнению формы, при недостаточных размерах питателей литниковой системы.

Переко́с (рис. I, 3) - несоответствие конфигурации отливки чертежу из-за смещения одной части отливки относительно другой. Переко́с, как правило, является следствием неправильного центрирования опок при чрезмерном износе штырей.

Разностенность (рис. I, 4) - разная толщина стенок отливки, причиной которой является неправильная установка или смещение стержней при заливке формы из-за непрочного их крепления в форме.

Коробление - искажение размеров и конфигурации отливки под влиянием внутренних напряжений, возникающих при неравномерном охлаждении отдельных ее частей. Для предупреждения короблений в отливках необходимо увеличивать податливость формы и создавать рациональную конструкцию отливки.