

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Кафедра материаловедения и машиностроения

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ

Методические указания

к лабораторной работе по материаловедению

Санкт-Петербург

2012

УДК 669.017(076,5)

Специальные виды литья: методические указания к лабораторной работе по материаловедению / сост. Г.Н. Теплухин, В.Г. Теплухин, Н.Н. Ситов, СПб ГТУРП. - СПб., 2012. - 15с.

Методические указания позволяют студентам самостоятельно подготовиться к лабораторной работе. Предназначаются для студентов всех формы обучения

Рецензент: доцент кафедры инженерной графики СПб ГТУРП, канд. техн. наук Тимофеев А.А.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой материаловедения и технологии машиностроения СПб ГТУРП (протокол №1 от 10 сентября 2012г.).

Утверждены к изданию методической комиссией факультета механики автоматизированных производств СПб ГТУРП (протокол №1 от 12 сентября 2012 г.).

© Санкт-Петербургский государственный
технологический университет
растительных полимеров, 2012

Гелий Николаевич Теплухин
Василий Гельевич Теплухин
Николай Николаевич Ситов
Мария Николаевна Жукова

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ

**Методические указания к лабораторной работе по
материаловедению**

Редактор и корректор В.А.Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Компьютерный набор и верстка Д.В.Ерошина.

Темплан 2012г., поз.60

Подп. к печати 25.12.12 Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать офсетная. Объем 1,0 печ. л., 1,0 уч. – изд. л.

Тираж 200 экз. Изд. № 60 Цена "С". Заказ №

Ризограф Санкт-Петербургского государственного
технологического университета растительных полимеров.
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- ознакомление со специальными видами литья;
- ознакомление с основными преимуществами и недостатками специальных способов литья.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБАХ ЛИТЬЯ

Точность размеров и шероховатость поверхности отливок, полученных в песчано-глиняных формах, не всегда достаточны. Кроме того, некоторые отливки особо сложной формы практически невозможно получить путем литья в землю. Поэтому приходится использовать более точные, но более дорогие способы литья (специальные виды литья). К специальным видам литья относятся: литье в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, центробежное, под давлением и литье в кокиль. Основные **преимущества** специальных видов литья:

- минимальные припуски на механическую обработку (~7 % по сравнению с ~ 25% при литье в землю), а значит, и снижение её объема;
- малая шероховатость поверхности;
- уменьшение массы (а в ряде случаев и отсутствие) литниковой системы и количества материала на формовку;
 - высокая производительность.

К **недостаткам** следует отнести:

- меньшую универсальность;
- высокую стоимость литья из-за сложности и точности оснастки.

ЛИТЬЕ В ОБОЛОЧКОВЫЕ ФОРМЫ

Литье в оболочковые формы обеспечивает высокую геометрическую точность отливок, так как получается четкий отпечаток, точность которого не нарушается вследствие отсутствия расталкивания при съеме оболочки с модели.

Форма изготавливается по горячим металлическим моделям (рис. 1). Каждая форма состоит из двух полуформ.

Формовочная смесь состоит из кварцевого песка и связующего - терморезистивной смолы (фенолоформальдегидная смола ~ 6-9 % от общей массы). Применяя мелкозернистый кварцевый песок, можно снизить шероховатость поверхности отливок.

Технологический процесс производства точных отливок в разовые оболочковые формы включает следующие операции:

- металлическая модельная плита и закрепленная на ней металлическая модель отливки, нагретая до температуры 200 - 250 °С, закрепляются на металлическом бункере (рис. 1 а);

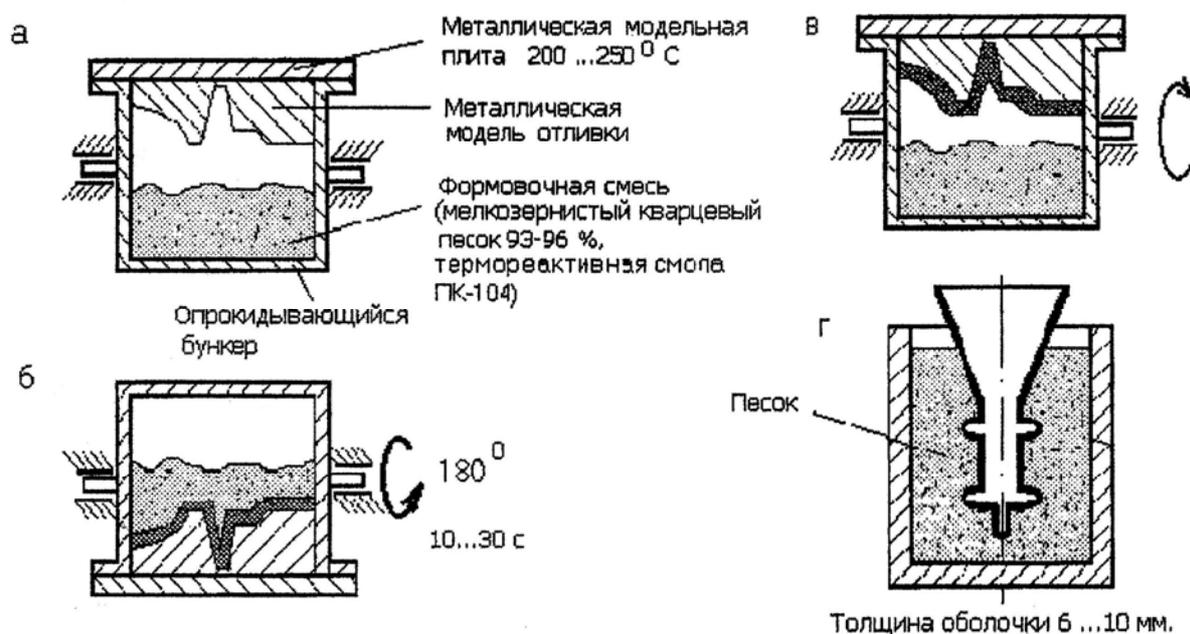


Рис.1 Литьё в оболочковые формы:

а- исходное положение бункера; б- образование оболочки; в- возврат бункера; г- готовая форма

- бункер опрокидывается на 180° (рис. 1 б); формовочная смесь, оказавшаяся на поверхности горячей модели, переходит в жидкое состояние и образует песчано-смоляную оболочку;
 - после выдержки 10-30 с бункер поворачивают в исходное состояние (рис. 1 в); плиту с моделью вынимают и переносят в печь для полной полимеризации оболочки (продолжительность процесса - около 3 мин. при температуре около 350°С); в результате полимеризации оболочка принимает необходимую прочность и твердость;
 - сьем оболочки специальными толкателями;
 - склейка полуформ;
 - установка в контейнер, заполнение его песком (рис. 1 г) и заливка литейным сплавом;
 - разборка (разрушение) полуформ и выем отливки.
- По сравнению с литьем в песчано-глинистые формы рассматриваемый способ литья имеет следующие **преимущества**:
- экономия металла;

- в 10-20 раз меньший расход формовочной смеси;
- высокая точность отливок и низкая шероховатость их поверхности;
- высокая производительность, процесс легко механизуется и может быть автоматизирован.

К недостаткам можно отнести:

- работу с горячей металлической плитой и моделью;
- высокую стоимость связующего материала (термореактивной смолы);
- небольшую массу деталей - 5-15 кг (максимум 100 кг);
- способ экономически целесообразен при изготовлении более 200 отливок.

ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Этот способ позволяет изготавливать отливки высокой точности с малой шероховатостью поверхности. Механическая обработка поверхности не требуется. Толщина стенок 1-3 мм и более. Масса отливок - от нескольких граммов до десятков килограммов.

Модель не имеет разъемов и стержневых знаков, служащих для изготовления одной формы. Металл заливается в горячую форму, что позволяет повысить жидкотекучесть и получить сложную форму отливок. Керамическая оболочка формы также не имеет разъема, очень гладкая с высокой точностью геометрических размеров.

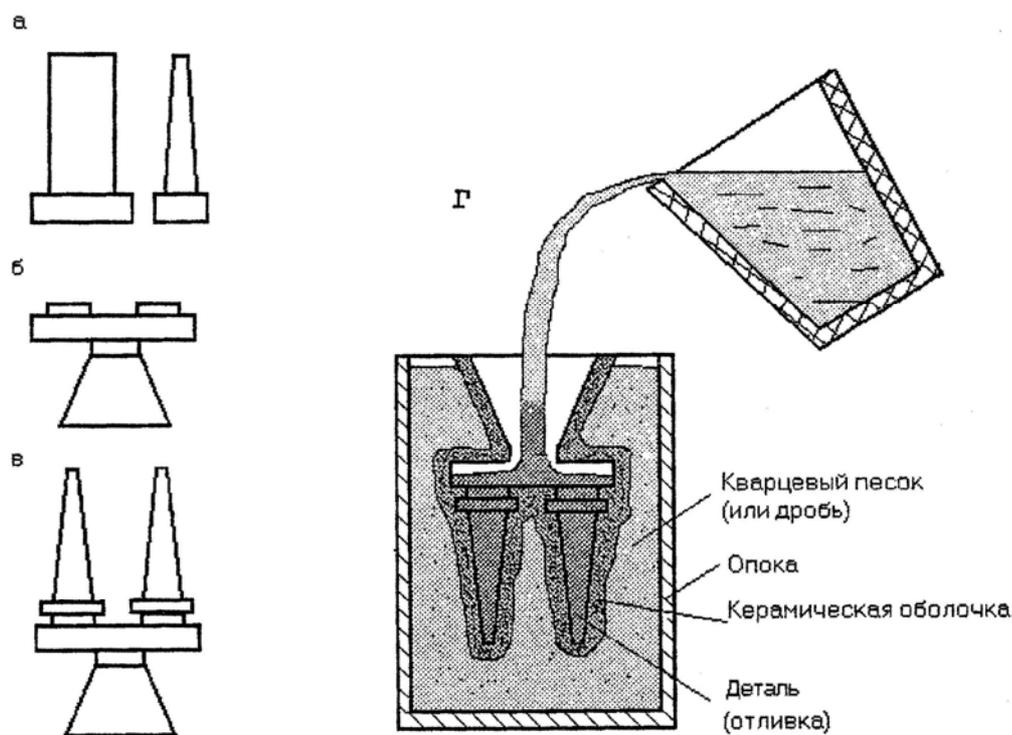


Рис. 2. Литьё по выплавляемым моделям :
а- модель; б- литниковая система; в- блок в сборе; г- заливка формы

Технологический процесс изготовления отливок по выплавляемым моделям включает следующие операции:

- изготовление разовых выплавляемых моделей в металлических или пластмассовых пресс-формах (модельный состав включает два или более легкоплавких компонента - парафин (~50 %), стеарин (~50 %), церезин, жирные кислоты);
- после затвердевания модельного сплава пресс-форма раскрывается и модель (рис. 2 а) выталкивается в холодную воду;
- из нескольких моделей деталей и литниковой системы (один или несколько элементов (рис. 2 б)) собирают блок (рис. 2 в) с общей литниковой системой (до 200 моделей);
- литейная форма изготавливается погружением блока в керамическую суспензию (пылевидный кварц и электрокорунд со связующим - этил-силикатом), обсыпают кварцевым песком, сушат 2-2,5 часа на воздухе или 20-40 мин в среде аммиака; операцию повторяют 4-6 раз до получения слоя 5-8 мм;
- модели из полученных оболочковых форм удаляют выплавлением в горячей воде (80-90°C), горячим воздухом или паром с температурой 120-150°C;
- оболочки промывают водой и сушат в сушильном шкафу 1,5-2 часа при температуре 200°C;
- оболочки ставят вертикально в опоке, засыпают сухим кварцевым песком или дробью, прокаливают при температуре 900-950°C и, не охлаждая, заливают расплавленным металлом (рис. 2 г);
- форму разрушают, отливку отделяют от литниковой системы;
- окончательная очистка производится в 45-% водном растворе NaOH при температуре 150°C.

Готовые отливки промывают проточной водой, сушат, затем подвергают термической обработке.

Достоинства способа литья по выплавляемым моделям:

- возможность использования для любых сплавов, включая трудно обрабатываемые
- наибольшая точность способа получения заготовок сложной формы с очень чистой поверхностью, т.е. практически готовых деталей;

К **недостаткам** способа литья по выплавляемым моделям относятся:

- крупнозернистая структура из-за медленного остывания металла;
- сложность технологии и относительно высокая стоимость литья;
- оптимальная масса отливок составляет 0,2-12 кг.

Способом литья по выплавляемым моделям изготавливают турбинные лопатки, колеса для насосов, фасонный режущий инструмент и другие детали сложной формы в условиях массового производства.

ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЁ

Сущность способа заключается в том, что металл заливается в форму, вращающуюся вокруг горизонтальной (рис. 3 а) или вертикальной (рис. 3 б) оси. Под действием центробежных сил металл оттесняется к стенкам формы.

Структура металла получается уплотненной. Газы и легкие неметаллические включения оттесняются к внутренней поверхности отливки.

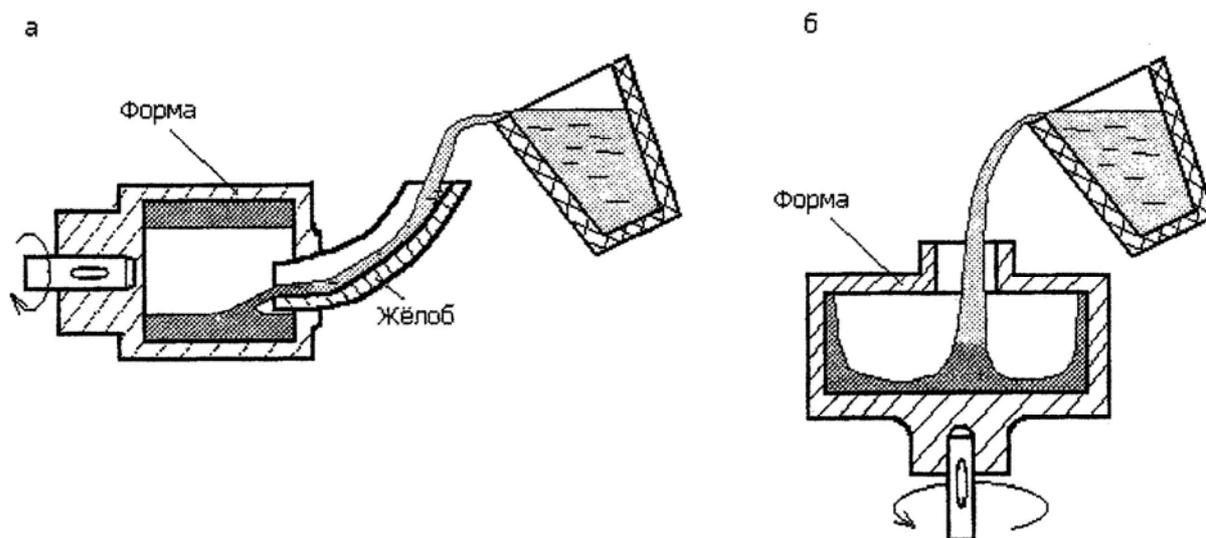


Рис.3. Центробежное литьё;

а- машина с горизонтальной осью; б- машина с вертикальной осью

Форма (изложница) обычно изготавливается из чугуна или стали. Толщина вращающейся изложницы в 1,5-2 раза превышает толщину отливки. В процессе литья изложница снаружи охлаждается водой или воздухом. На рабочую поверхность наносят теплозащитные покрытия для увеличения срока службы. Перед работой для повышения жидкотекучести металла изложницы нагревают примерно до 200°C.

Центробежным литьем изготавливают чугунные и стальные трубы, кольца и тому подобные изделия.

Достоинства центробежного литья:

- отсутствие литниковой системы;
- высокая плотность отливок;
- не используются формовочные смеси, а внутренняя полость получается без стержня;
- возможность получения тонкостенных отливок из сплавов с низкой жидкотекучестью;
- возможность изготовления биметаллических, многослойных или армированных отливок.

К недостаткам центробежного литья относятся:

- трудность получения качественных отливок из ликвирующих сплавов;
- невозможность получения отверстий в отливках точных размеров;
- при вертикальной оси вращения формы отливки имеют параболическую внутреннюю поверхность.

ЛИТЬЁ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Способ получения отливок в металлических формах, при котором их заполнение сплавом и формирование отливок осуществляется под давлением (рис. 4), применяют в массовом производстве тонкостенных отливок из легкоплавких сплавов (*Zn*, *Al*, *Mg*), реже - медных сплавов, чугуна и стали. Производительность достигает 200-400 циклов в час, масса отливок - не более 45 кг. Формы выполняют из стали.

Принцип заполнения пресс-формы при литье под давлением на машинах с горизонтальной камерой сжатия приведен на схеме (рис. 4 а). Порцию расплавленного металла заливают в камеру прессования, которая поршнем под давлением до 200 МПа подается в полость пресс-формы, состоящей из подвижной и неподвижной полуформ. Внутреннюю полость в отливке получают с использованием металлического стержня.

После затвердевания отливки пресс-форма разделяется, извлекается стержень, отливка удаляется толкателем. После удаления отливки поверхность пресс-формы чистят сжатым воздухом и обрабатывают противогарным составом.

Перед заливкой пресс-форму нагревают до 120-320°C.

Используются различные схемы литья при более низком давлении. На (рис. 4 б) показана схема машины с горячей камерой прессования, обеспечивающей давление 10-30 МПа. Этим способом получают отливки только легкоплавких сплавов массой до 25 кг.

Достоинства литья под давлением:

- высокая точность и очень низкая шероховатость поверхности отливок;
- многократное использование форм;
- полное исключение формовочных смесей;
- возможность получения отливок с малой толщиной стенок (0,8 мм);
- высокая производительность при условии полной автоматизации.

Недостатки:

- сложность изготовления пресс-форм, невысокая их стойкость при литье чугуна и стали;
- плохое удаление газов и опасность газовой пористости;

-невозможность использования песчаных стержней, так как они разрушаются под давлением металла.

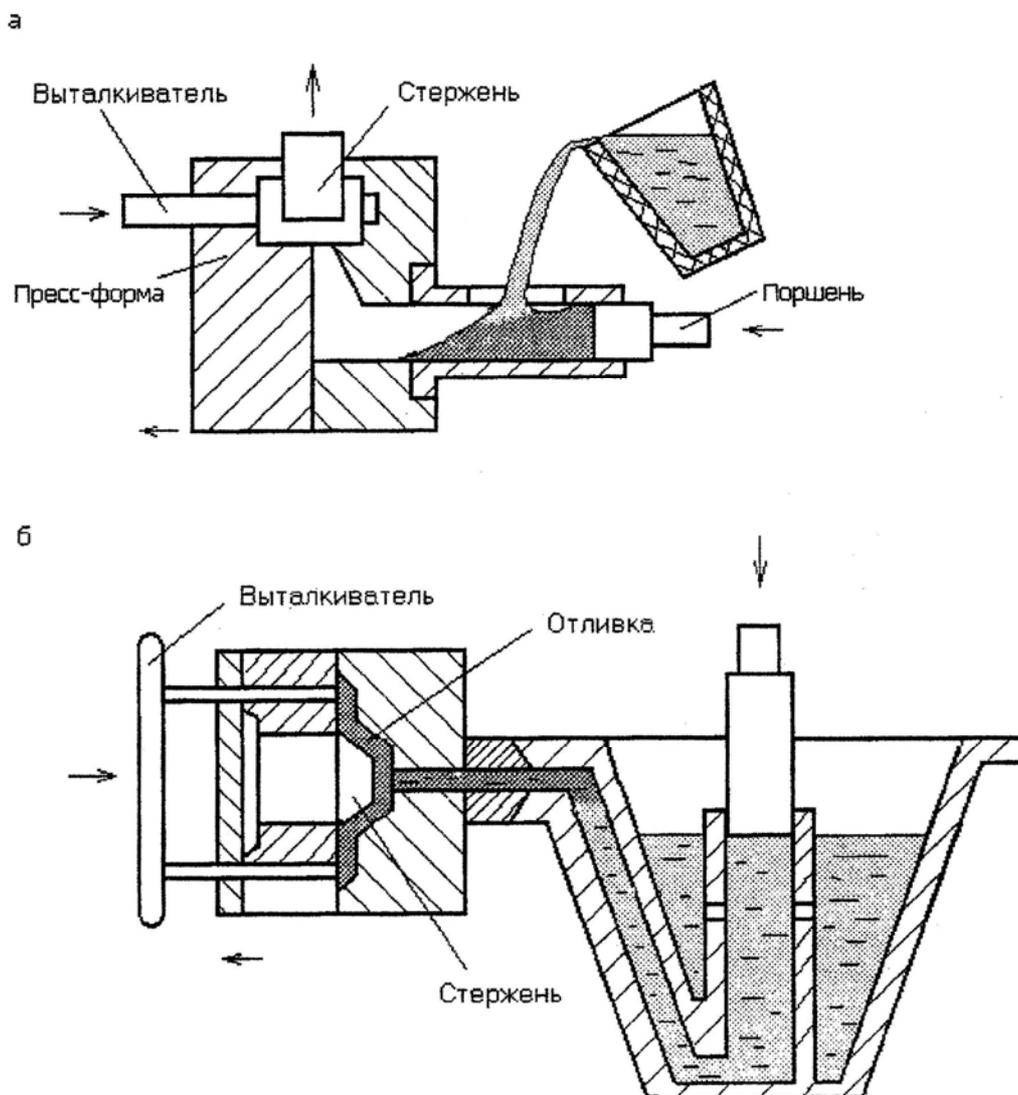


Рис. 4. Литьё под давлением:
а- машина с горизонтальной холодной камерой прессования; б- машина с вертикальной горячей камерой прессования

ЛИТЬЁ В КОКИЛЬ

Кокиль - металлическая форма, выполненная из чугуна или стали. В зависимости от сложности конфигурации отливки кокили могут быть неразъемными (рис. 5 а) или разъемными. Разъемы могут быть вертикальными (рис. 5 б), горизонтальными (рис. 5 в) или комбинированными.

При литье легкоплавких цветных металлов кокиль выдерживает десятки тысяч заливок. При литье стали - от 100 до 5000.

Отверстия и полости в отливках получают с помощью стержней - песчаных для литья из чугуна и стали или металлических - для литья легкоплавких сплавов.

Перед заливкой на внутреннюю поверхность кокиля наносят тонким слоем термостойкие термоизоляционные покрытия, благодаря чему регулируется скорость охлаждения металла, предотвращается отбеливание чугуна, предохраняются стенки кокиля, облегчается выем отливки.

В состав покрытий входит огнеупор (пылевидный кварц, графит, мех) и связующее (жидкое стекло). Покрытия наносят пульверизатором. Толщина слоя в зависимости от габаритов отливки составляет 0,5-5 мм.

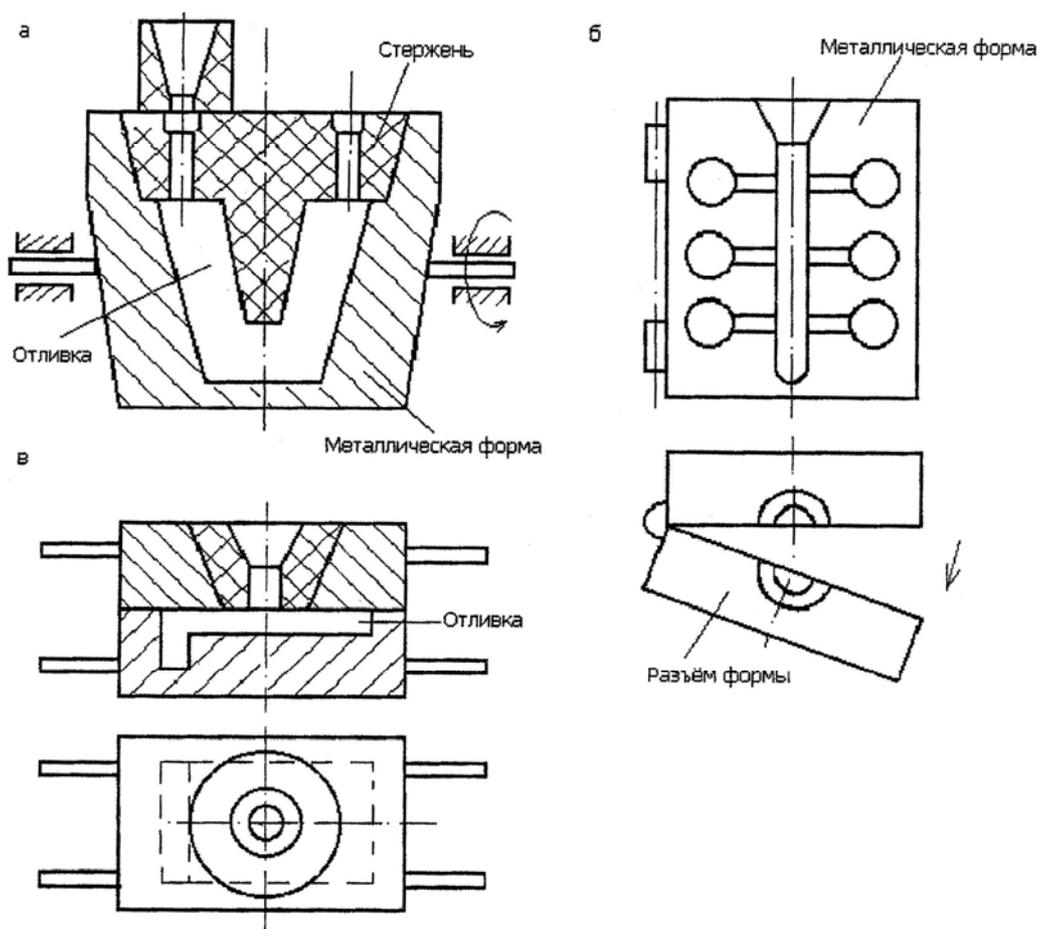


Рис. 5. Литьё в кокиль:

а- неразъёмный (вытряхной) кокиль; б- створчатый кокиль с вертикальной плоскостью разъёма; в- кокиль с горизонтальной плоскостью разъёма

Литьё в кокиль экономически целесообразно в условиях массового производства отливок не слишком сложной формы массой до нескольких сотен килограммов. Наиболее широко применяется для литья цветных металлов (45 % всех алюминиевых и магнитных отливок) и чугуна (11 % чугунных отливок). На долю стальных отливок, изготавливаемых литьем в ко-

киль, приходится лишь 6 %. Производство крупных стальных отливок выгодно лишь при условии простых форм.

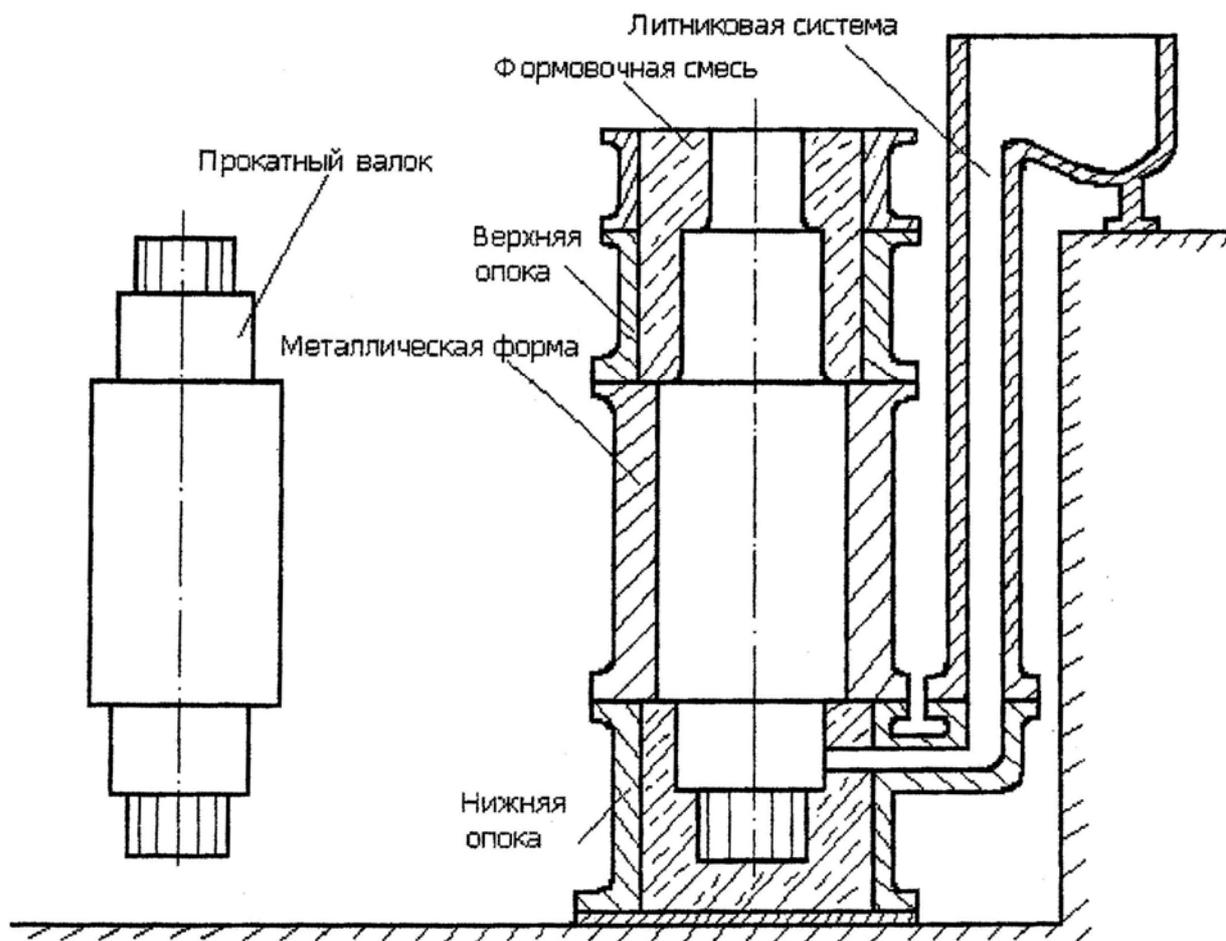


Рис.6. Кокиль для чугунного прокатного валака

Достоинства литья в кокиль:

- многократное использование формы;
- высокая точность размеров и малая шероховатость поверхности (по сравнению с литьем в песчано-глинистые формы припуск меньше в 2-3 раза);
- улучшение структуры металла за счет мелкого зерна и малой ликвации и повышение механических свойств (на 20-30 %);
- процесс легко автоматизируется или механизуется.

Недостатки литья в кокиль следующие:

- высокая трудоемкость изготовления кокиля, особенно при сложной конфигурации отливок;
- металлическая форма обладает низкой податливостью, что может привести к образованию трещин;
- возможен отбел чугуна.

Последний недостаток используется как достоинство при получении отбеленной поверхности чугунных прокатных валков и валов бумагоделательного оборудования (рис. 6). Это достигается применением комбинированной формы с металлической частью в том месте, где в отливке необходимо получить поверхностный отбеленный слой; остальная часть формы - песчаная.

НЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ И НЕПРЕРЫВНАЯ РАЗЛИВКА

Сущность способа (рис. 7) состоит в том, что жидкий металл (сталь, медные сплавы) из ковша через промежуточное разливочное устройство (промежуточный ковш) непрерывно подают в медную водоохлаждаемую изложницу без дна - кристаллизатор, из нижней части которого вытягивается затвердевшая заготовка (стержень, трубная заготовка). Перед заливкой металла в кристаллизатор вводят затравку, образующую его дно. Затравка имеет головку в форме ласточкина хвоста. Жидкий металл, попадая в кристаллизатор и на затравку, охлаждается и затвердевает, образуя корку. Затравка тянущими роликами вытягивается из кристаллизатора вместе с затвердевающим слитком (заготовкой), сердцевина которого находится в жидком состоянии.

Скорость вытягивания заготовки (слитка) из кристаллизатора зависит от сечения. Например, скорость вытягивания прямоугольных заготовок сечением 150 x 150 мм и 300 x 2000 мм примерно 1 м/мин. На выходе из кристаллизатора слиток (заготовка) охлаждается водой, подаваемой через форсунки в зоне вторичного охлаждения. Из зоны вторичного охлаждения слиток выходит полностью затвердевшим и попадает в зону резки, где его разрезают газовым резаком на части заданной длины.

Для предотвращения приваривания заготовки (слитка) к стенкам кристаллизатора последняя совершает возвратно-поступательное движение с шагом 10-50 мм и частотой 10-100 циклов в минуту, а рабочая поверхность смазывается специальными смазками.

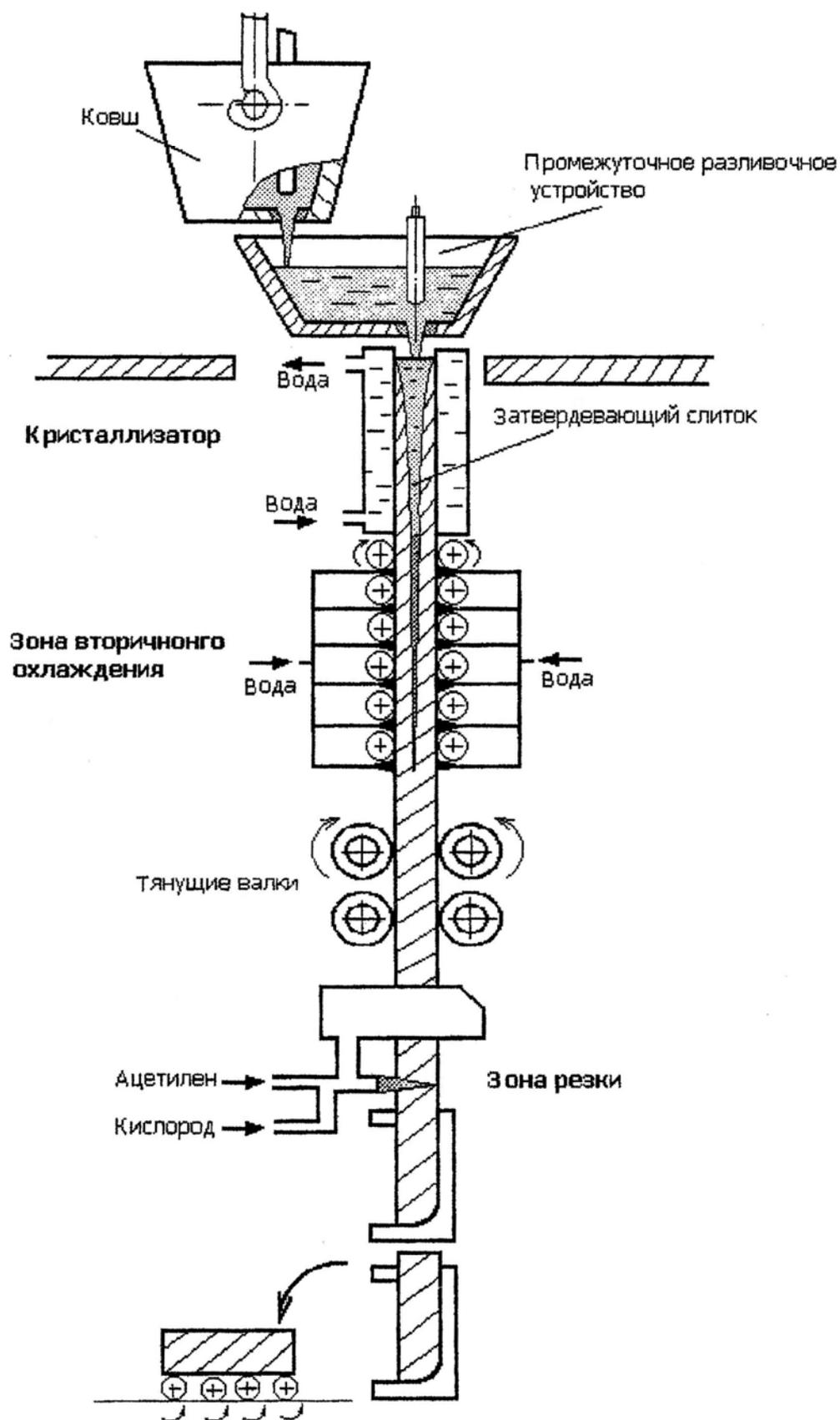


Рис.7. Схема установки для непрерывного литья и непрерывной разливки

Вследствие непрерывного затвердевания и непрерывного питания при усадке в слитках (заготовках) непрерывной разливки отсутствуют усадочные раковины, они имеют плотное строение и мелкозернистую структуру.

Кроме рассмотренных специальных способов литья, используется литьё вакуумным всасыванием, выжиманием, жидкая штамповка.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- Назовите основные преимущества специальных видов литья.
- Перечислите основные способы специальных видов литья.
- Кратко опишите последовательность изготовления оболочковой формы. Как производится сборка формы и ее заливка?
- Расскажите о последовательности изготовления литейной формы для литья по выплавляемым моделям.
- Назовите достоинства и недостатки способа литья по выплавляемым моделям.
- Нарисуйте схемы способа центробежного литья.
- Укажите достоинства и недостатки центробежного литья.
- Нарисуйте схемы литья под давлением.
- Укажите достоинства и недостатки литья под давлением.
- Каковы достоинства и недостатки литья в кокиль?

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с основными сведениями о специальных способах литья, в том числе с литьем в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, центробежным, под давлением, в кокиль, непрерывным литьем и разливкой.

2. Рассмотреть экспонаты оснастки и деталей.

3. Получить у преподавателя микрошлифы со структурой металлов и сплавов, отлитых с применением специальных способов литья.

4. Зарисовать схематически эти структуры, указав марки сталей и сплавов, структурные составляющие и увеличение микроскопа.

5. Посмотреть фильм «Литьё в кокиль» и принять участие в его обсуждении.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет должен содержать:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- краткие сведения о специальных способах литья;

- рисунки, иллюстрирующие рассмотренные способы;
- схематическое изображение структур с указанием марок сталей и сплавов, структурных составляющих и увеличения микроскопа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Технология конструкционных материалов: учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 2009. - 664с.

Магницкий О.Н., Пирайнен В.Ю. Художественное литьё: учебник для технических вузов и художественно-реставрационных училищ. - СПб.: Политехника, 1996. - 231с.

Содержание

Цель работы	3
Основные сведения о специальных способах литья	-
Литьё в оболочковые формы	-
Литьё по выплавляемым моделям.....	5
Центробежное литьё	7
Литьё под давлением	8
Литьё в кокиль.....	9
Непрерывное литьё и непрерывная разливка	12
Вопросы для самопроверки	14
Порядок выполнения работы.....	-
Требования к отчету.....	-
Библиографический список.....	15