



**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

Направление подготовки

22.03.02 Metallurgy

Профиль подготовки

Metallurgy of non-ferrous metals

Уровень высшего образования

Applied Bachelor

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy

Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Литейное производство».

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик	Сулицин Андрей Владимирович, к.т.н., доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность дисциплины:	72 часа (2 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель дисциплины:	По окончании дисциплины студенты будут способны: - осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды	

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены в объеме 14 часов (очная форма обучения) и в объеме 4 часа (заочная форма обучения). Они имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепить обучающимися, полученных на лекциях теоретических знаний.

Лабораторные работы для очной формы обучения

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P5	1	Изготовление разовой литейной формы по разъемной модели в опоках	4
P5	2	Изготовление разовой литейной формы по неразъемной модели с подрезкой	4
P5	3	Формовка в опоках с перекидным болваном	4
P5	4	Формовка в опоках по модельным плитам	2

Всего: 14

Лабораторные работы для заочной формы обучения

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P5	1	Изготовление разовой литейной формы по разъемной модели в опоках	4

Всего: 4

Введение

Большинство машин (прокатные станы, станки, насосы, турбины и т.д.) сложны и состоят из многочисленных деталей, отличающихся формой, размерами и массой. Литейное производство является наиболее простым и эффективным способом изготовления заготовок для таких деталей из различных металлов и сплавов.

Для того, чтобы получить какую-либо деталь методом литья необходимо изготовить для нее форму, в точности воспроизводящую контуры будущей детали. Расплавленный металл, залитый в такую форму, затвердевает в ней, образуя отливку.

Большой спрос на разнообразные литые детали способствовал развитию различных методов изготовления литейных форм с использованием всевозможных технологических приемов и разнообразных материалов. Формовка по постоянным моделям является наиболее распространенным вариантом изготовления разовых литейных форм.

Лабораторная работа №1. Тема: Изготовление разовой литейной формы по разъемной модели в опоках

Цель работы: Ознакомиться с технологическим процессом изготовления разовых литейных форм по разъемной модели, а также приобрести практические навыки формовки и заливки форм.

Теоретическая часть

Формовка по разъемной модели является наиболее распространенным способом изготовления разовых литейных форм. Разъемные модели широко применяют при ручной, машинной и автоматической формовке. Рассмотрим процесс изготовления разовой литейной формы по разъемной модели на примере получения литой заготовки для детали «Втулка» (рис.1.)

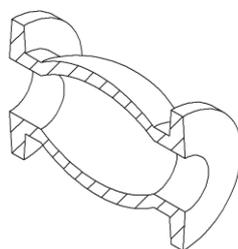


Рис. 1. Деталь «Втулка»

Отливка «Втулка» (рис. 2, а) изготавливается путем заливки расплава в разовую литейную форму (рис. 2, б).

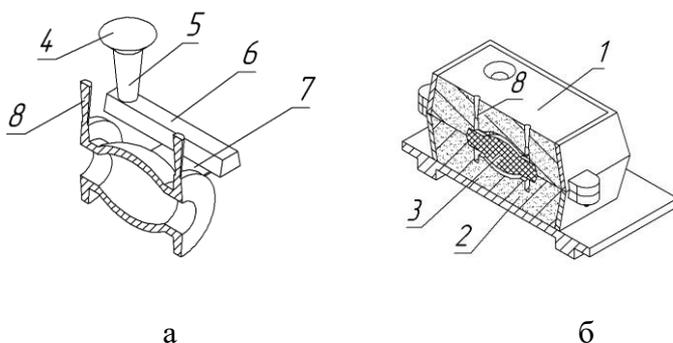


Рис. 2. Отливка «Втулка» и литейная форма для ее изготовления

Наружная поверхность отливки оформляется верхней 1 и нижней 2 полуформами, в то время как внутренняя поверхность отливки оформляется с помощью стержня 3. Жидкий расплав поступает в полость формы с помощью литниковой системы, состоящей из воронки 4 или литниковой чаши, стояка 5, шлакоуловителя 6 и питателя 7. Газы, образующиеся при заливке формы расплавом, удаляются из рабочей полости формы с помощью выпоров 8. Правильность положения стержня в форме обеспечивается стержневыми знаками.

Рабочая полость формы в верхней и нижней полуформах выполняется с помощью разъемной модели (рис. 3).

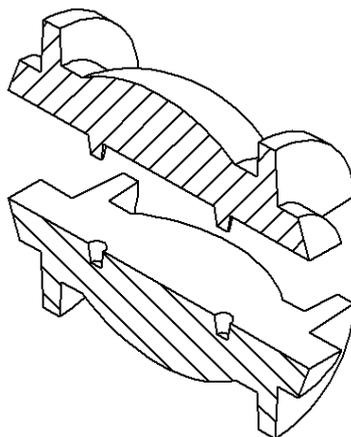


Рис. 3. Разъемная модель.

Материалы для модели выбирают в зависимости от типа формы. Модели выполняют из дерева, гипса, цемента и из металлических сплавов. Выбор материала для моделей определяется серийностью производства. Для ручной формовки чаще применяют деревянные модели вследствие доступности, хорошей обрабатываемости и низкой стоимости дерева, а для машинной формовки – металлические модели.

Основной и наиболее трудоемкой операцией в литейном цехе является изготовление формы. Для изготовления литейных форм применяют опоки (рис. 4). Опока – это приспособление для удержания формовочной смеси при изготовлении литейной формы, ее транспортировке и заливке жидким металлом.

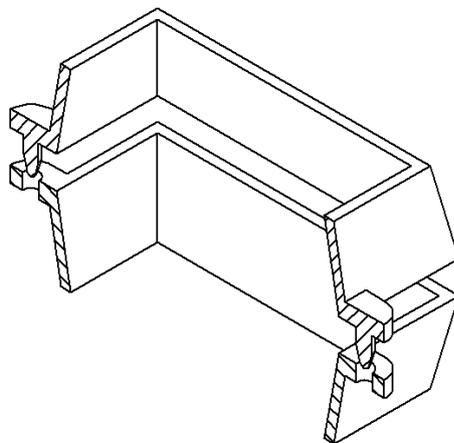


Рис. 4. Парные опоки для ручной формовки

Другими словами – это жесткий деревянный или металлический каркас, который обеспечивает прочность литейной формы при всех необходимых операциях ее изготовления и использования. Опоки для изготовления форм по своему устройству делятся на цельнолитые, сварные и сборные. По способу обслуживания опоки делятся на ручные – мелкие и средние, и крановые – мелкие, средние и тяжелые. Цельнолитые чугунные опоки применяют в мелкосерийном и крупносерийном производстве; они отличаются большой жесткостью, не коробятся при повторных заливках, но при ручной выбивке легко лопаются. Для центрирования парных опок у нижней опоки для ручной формовки делают ушки, а у верхней – штыри.

Последовательность технологических операций изготовления литейной формы по разъемной модели показана на рис. 5.

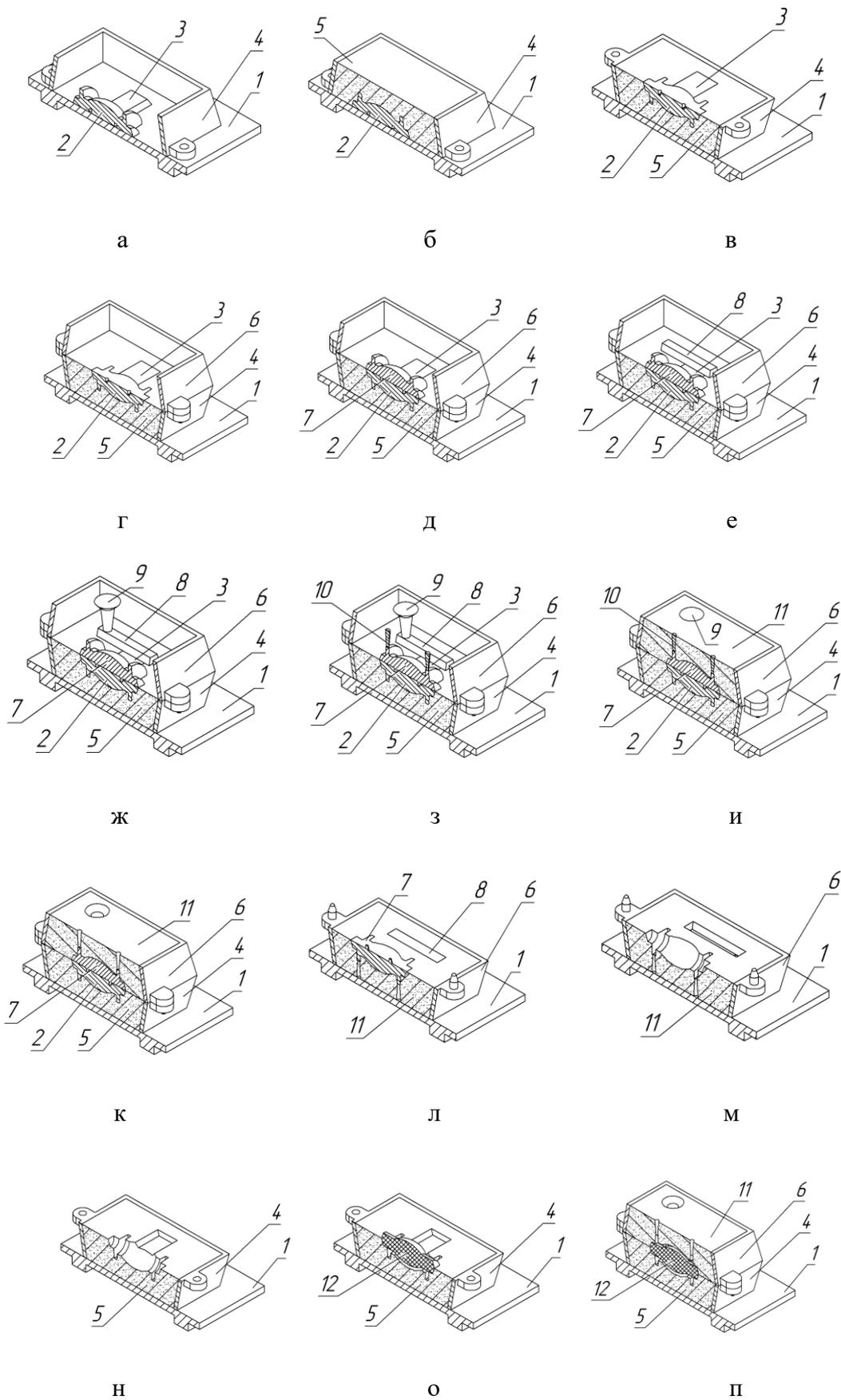


Рис. 5. Изготовление разовой литейной формы формовкой по постоянной разъемной модели

Для получения литейной формы сначала по одной части разъемной модели изготавливают нижнюю полуформу (рис. 5, а, б). Для этого на подмодельную плиту 1 устанавливают опоку 4, нижнюю часть модели 2 и модель питателя 3. На поверхность модели наносят разделительное покрытие для предотвращения прилипания к ней формовочной смеси. Затем опоку заполняют формовочной смесью 5, разрыхленной и просеянной через сито с размером ячеек 3 – 4 мм, и уплотняют до получения твердости 60 – 80 единиц по твердомеру.

При изготовлении отливок, склонных к образованию пригара, на модель сначала наносят слой облицовочной формовочной смеси толщиной 20 – 30 мм. После ее легкого уплотнения руками вокруг модели опоку заполняют наполнительной смесью. При ручной формовке смесь в опоку засыпают слоями по 50 – 75 мм. После уплотнения предыдущего слоя засыпают следующий слой такой же толщины. Это обеспечивает равномерное уплотнение смеси по высоте опоки.

Формовочную смесь набивают ручными или пневматическими трамбовками. Для небольших форм пользуются ручной трамбовкой, у которой один конец для набивки смеси по краям опоки и в узких местах формы сделан острым. Плоским концом набивают верхние слои формы. Пневматические трамбовки, работающие на сжатом воздухе, значительно ускоряют формовку. Для засыпания смеси в опоку во время формовки пользуются лопатой или совком.

Излишек смеси над верхним срезом опоки удаляют линейкой. Вентиляционные каналы в полуформе выполняют накалыванием уплотненной смеси вентиляционной иглой. Нижнюю полуформу переворачивают на 180° и устанавливают на подопочную плиту разъемом вверх (рис. 5, в). Формовочную смесь по разъему заглаживают гладилкой. Затем на нижнюю опоку 4 по штырям устанавливают верхнюю опоку 6 (рис. 5, г). На нижнюю часть модели 2 по центрирующим штырям устанавливают верхнюю часть модели 7 (рис. 5, д).

На свободной площади поверхности разъема размещают в соответствии с разработанной технологией модели шлакоуловителя 8 (Рис. 5, е), стояка с воронкой 9 (Рис. 5, ж) и выпоров 10 (Рис. 5, з). Поверхность разъема посыпают тонким слоем сухого кварцевого песка или графита для предотвращения слипания формовочной смеси в верхней и нижней опоках. Верхнюю полуформу изготавливают так же, как и нижнюю (рис. 5, и). После срезания излишка смеси и устройства вентиляционных каналов из верхней полуформы извлекают модели литниковой чаши (воронки), стояка 9 и выпоров 10, предварительно слегка раскачав их (рис. 5, к). При отсутствии модели чаши или воронки перед извлечением модели стояка вокруг нее гладилкой прорезают приемную полость литниковой системы.

Верхнюю полуформу снимают с нижней, переворачивают на 180° и устанавливают на подопочную плиту разъемом вверх (рис. 5, л). Из полуформ извлекают части модели отливки и модели элементов литниковой системы – шлакоуловителя 8 (коллектора) (рис. 5, м) и питателя 3 (рис. 5, н).

Для облегчения извлечения модели из формы и стержня из стержневого ящика вертикальные стенки их делают с так называемым формовочным уклоном (рис. 6). Величина уклона зависит от высоты стенки, материала модели и способа формовки.

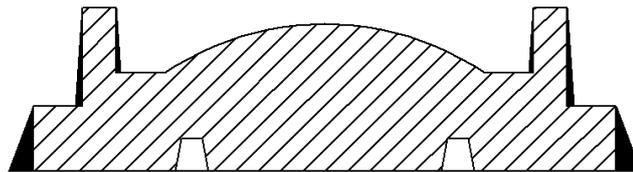


Рис. 6. Формовочные уклоны на разъемной модели

При машинной формовке обе полуформы изготавливают отдельно по модельным плитам с отцентрированными и закрепленными на них частями модели отливки и моделей элементов литниковой системы.

Обе полуформы после формовки отделяют. В процессе отделки формы пользуются набором отделочного инструмента. Для заглаживания плоскостей и прорезки углублений применяют гладилки. Для подрезки формы и удаления остатков смеси используют крючки и ланцет. Для прокола вентиляционных каналов пользуются иглами. Кистью, щетками и помазком пользуются для очистки модели от присохшей смеси, для смачивания краев модели во время ее извлечения из формы, а также для смачивания смеси при исправлениях повреждений формы. Для выдувания сора из формы применяют ручные мехи или шланг, по которому проходит сжатый воздух. Для припыливания форм применяют кистеты из плотной материи, а для нанесения на поверхность формы краски – пульверизатор.

Затем форму собирают. Для этого в нижнюю полуформу устанавливают стержень 12 (рис. 5, о). При этом знаковые части стержня входят в соответствующие знаковые части (гнезда) полуформ. Затем нижнюю полуформу накрывают верхней (рис. 5, п). Для предотвращения смещения относительно друг друга полуформы центрируют с помощью штырей. При заполнении полости формы жидким металлом возникают силы, стремящиеся приподнять верхнюю полуформу. Это обусловлено гидравлическим ударом и силой Архимеда, поэтому перед заливкой полуформы скрепляют скобами, болтовыми и клиновыми соединениями или накладывают на верхнюю полуформу специальный груз. При производстве мелких отливок, когда подъемная сила жидкого металла, действующая на верхнюю полуформу, существенно меньше ее веса, формы не нагружают и не скрепляют.

Оборудование, инструмент и материалы

Набор разъемных моделей, опоки, подмодельные и подопочные плиты, модели элементов литниковой системы, комплект формовочных инструментов (рис. 7): лопата 1 или совок 21, набойки 2, вентиляционные иглы 3, трамбовки 4, кисть 5, крючок для отделки и ремонта полуформ 6, сито 7, деревянный молоток – киянка 8, ланцет 9, крюк-подъемник для

извлечения моделей и отъемных частей 10, гладилка 11, ложечка 12, сметка 13, нож-скребок 14, нож трехгранный 15, рифель 16, оправка 17, нож для прорезания литниковых каналов 18, полозок 19, щетка 20, скребок 22, угольники 23.

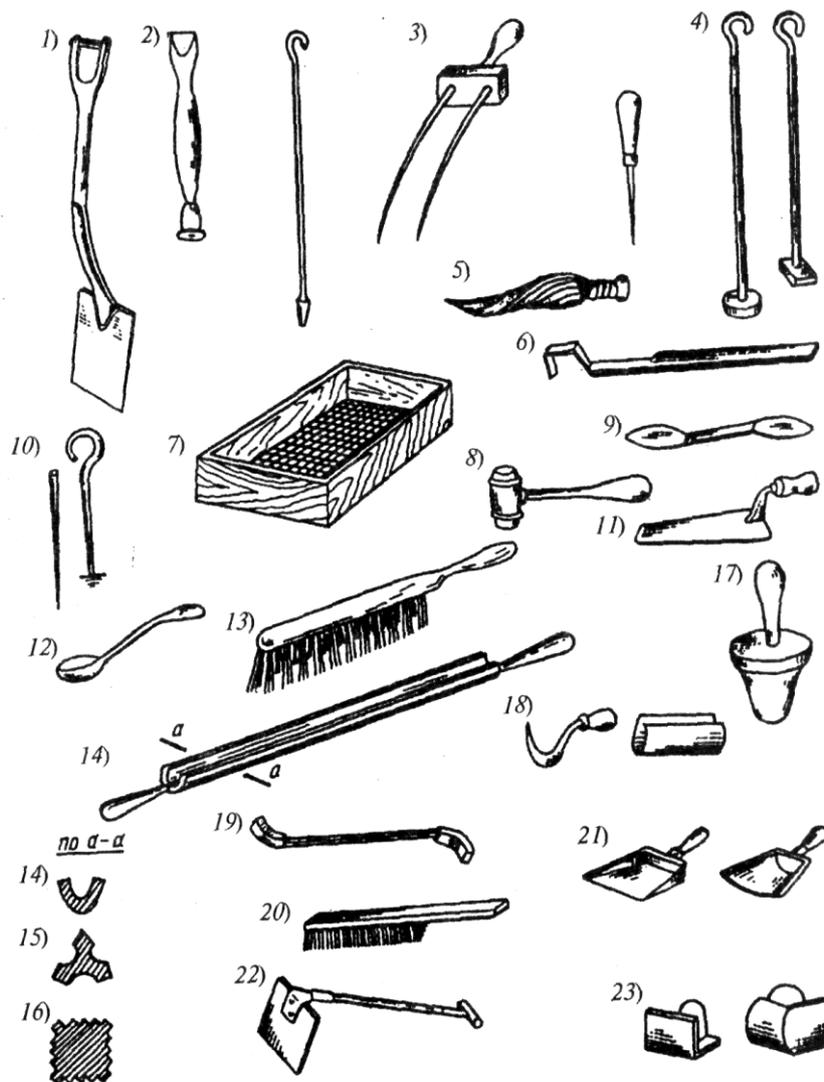


Рис. 7. Формовочный инструмент.

Также в ходе лабораторной работы используются: твердомер, плавильная печь, литейные ковши, набор плавильных инструментов, шихтовые материалы для выплавки чугуна или алюминиевых сплавов, единая формовочная смесь или облицовочная и наполнительная смеси, противопригарное покрытие, керосин или смесь 50% керосина и 50% мазута для протирки моделей, сухой кварцевый песок или серебристый графит для присыпки поверхности разъема полуформ.

Порядок проведения работы

Работа рассчитана на 4 ч,

- 1.Подготовить модели отливок и элементов литниковой системы, опоки, подмодельные и подопочные плиты, формовочный инструмент и рабочее место.
- 2.Подготовить формовочную смесь, разделительный состав и противопопригарное покрытие.
- 3.Из формовочной смеси изготовить полуформы по постоянным разъемным моделям.
- 4.Замерить твердость рабочих поверхностей полуформ.
- 5.Собрать формы.
- 6.Приготовить расплав и залить его в формы,
- 7.Выдержать отливки в форме.
- 8.Выбить отливки из форм. Выбить стержни и очистить поверхность отливок.
- 9.Оценить качество поверхности отливок, выявить поверхностные дефекты.

Содержание отчета

1. Общие сведения о формовке по постоянным разъемным моделям.
2. Эскизы постоянных разъемных моделей.
3. Технология изготовления форм.
4. Результаты определения твердости полуформ.
5. Оценка качества поверхности отливок с описанием дефектов и вероятных причин их образования (описание дефектов отливок представлены в прил.).
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы и оснастка используются при изготовлении форм по разъемной модели?
2. Какие технологические операции необходимо выполнить при изготовлении разовой литейной формы по разъемной модели?
3. В какой последовательности выполняют технологические операции при формовке по разъемной модели в опоках?
4. Какие дефекты образуются в отливках вследствие некачественной формовки?

Лабораторная работа №2. Тема: Изготовление разовой литейной формы по неразъемной модели с подрезкой

Цель работы: Ознакомиться с технологическим процессом изготовления разовых литейных форм по неразъемной модели с подрезкой, а также приобрести практические навыки формовки и заливки форм.

Теоретическая часть

Формовку по неразъемной постоянной модели обычно осуществляют вручную, применяя специальные приемы (с подрезкой, с фальшивой опокой и др.). При наличии у неразъемной модели плоской поверхности и возможности ее размещения в одной полуформе формовку ведут как по разъемной модели. В этом случае неразъемную модель можно рассматривать как одну половину разъемной модели. При изготовлении форм по неразъемной модели или натурному образцу, используемому в качестве модели, не имеющей горизонтальной плоскости разъема, применяют формовку с подрезкой.

Рассмотрим процесс изготовления разовой литейной формы формовкой по неразъемной модели с подрезкой на примере получения литой заготовки для детали «Колесо» (рис. 8).

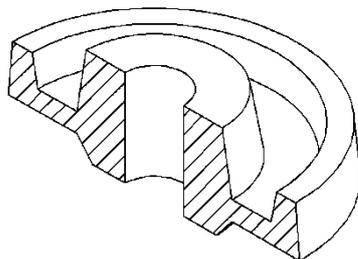


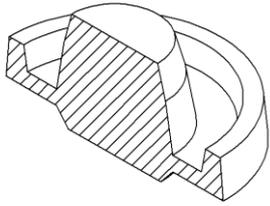
Рис. 8. Деталь «Колесо»

Последовательность технологических операций изготовления литейной формы по неразъемной модели с подрезкой показана на рис. 9.

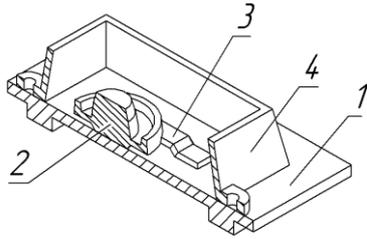
Для изготовления разовой литейной формы используется неразъемная модель (рис. 9, а). Сначала на подмодельную плиту 1 устанавливают наиболее устойчивой частью модель будущей детали 2, питателя 3, а так же нижнюю опоку 4 (рис. 9, б). Затем по технологии, описанной в лабораторной работе №1, уплотняют трамбовкой смесь 5 в опоке 4, получают нижнюю полуформу (рис. 9, в). Готовую нижнюю полуформу переворачивают на 180° и устанавливают на подопочную плиту разъемом вверх (рис. 9, г). Гладилкой подрезают и удаляют часть смеси для обеспечения свободного извлечения модели (рис. 9, д). При этом края подрезанной части полуформы выполняют с уклоном не менее 30° и получают фасонную поверхность разъема.

На нижнюю полуформу устанавливают верхнюю опоку 6 и модели шлакоуловителя 7 (рис. 9, е), стойка с воронкой 8 (рис. 9, ж) и выпоров 9 (рис. 9, з). Полость опоки

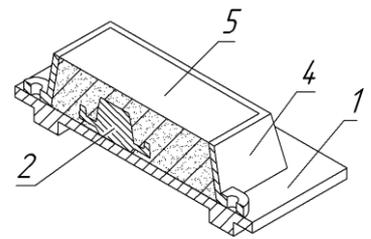
засыпают формовочной смесью (рис. 9, и). После уплотнения и срезания излишка смеси из верхней полуформы извлекают модели стояка с воронкой 8 и выпоров 9 (Рис. 9, к).



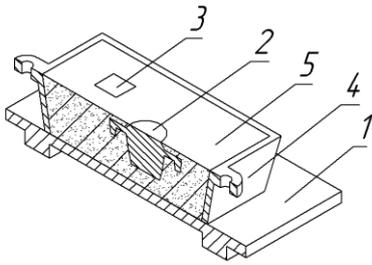
а



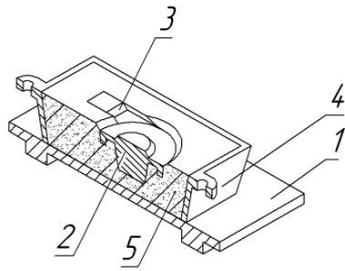
б



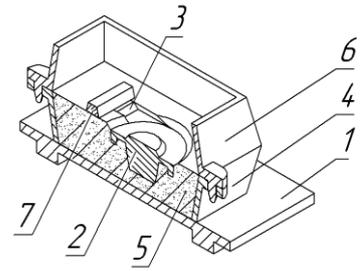
в



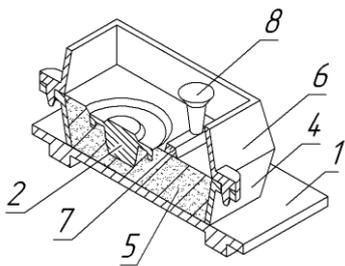
г



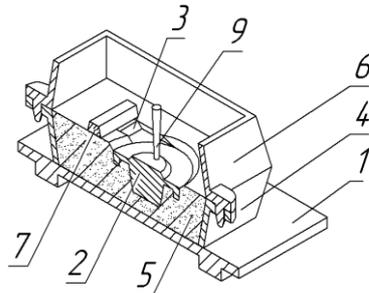
д



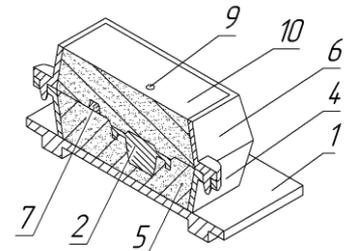
е



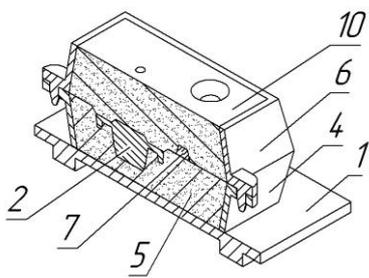
ж



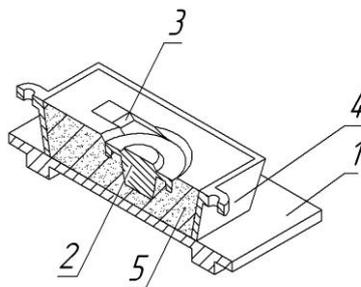
з



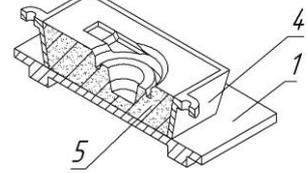
и



к



л



м

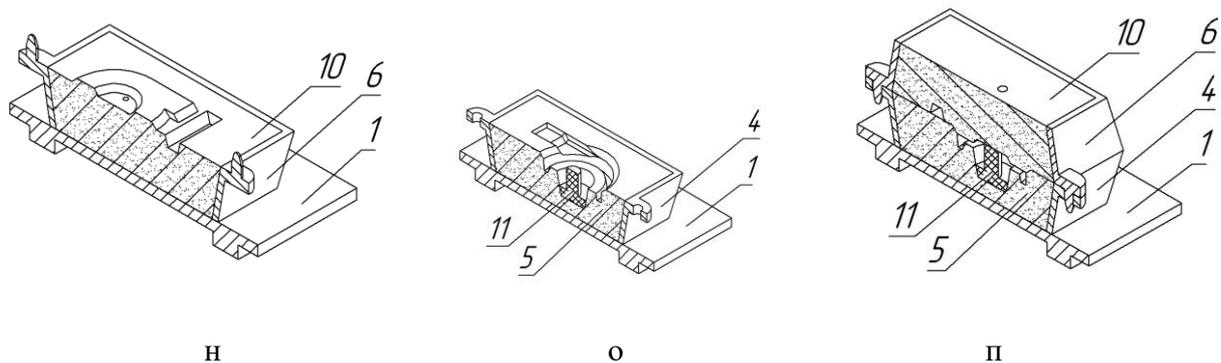


Рис. 9. Изготовление разовой литейной формы по неразъемной постоянной модели с подрезкой

Полученную верхнюю полуформу снимают, переворачивают на 180° и устанавливают на подмодельную плиту. Из полуформ удаляют модели отливки 2, питателя 3 и шлакоуловителя 7 (рис. 9, л, м, н). Затем форму собирают. Для этого в нижнюю полуформу устанавливают стержень 11 (рис. 9, о). При этом знаковые части стержня входят в соответствующие знаковые части (гнезда) полуформ. Затем нижнюю полуформу накрывают верхней (рис. 9, п). После заполнения формы расплавом получается отливка «Колесо» (рис. 10).

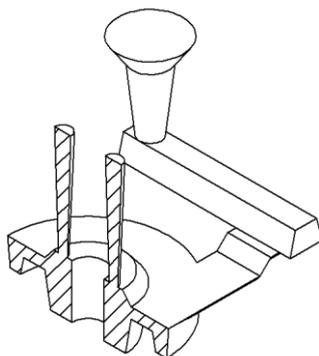


Рис. 10. Отливка «Колесо»

Оборудование, инструмент и материалы

Набор неразъемных моделей, опоки, подмодельные и подопочные плиты, модели элементов литниковой системы; комплекты формовочных инструментов (рис. 7), лопата 1 или совок 21, набойки 2, вентиляционные иглы 3, трамбовки 4, кисть 5, крючок для отделки и ремонта полуформ 6, сито 7, деревянный молоток – киянка 8, ланцет 9, крюк-подъемник для извлечения моделей и отъемных частей 10, гладилка 11, ложечка 12, сметка 13, нож-скребок 14, нож трехгранный 15, рифель 16, оправка 17, нож для прорезания литниковых каналов 18, ползок 19, щетка 20, скребок 22, угольники 23.

Также в ходе лабораторной работы используются: твердомер, плавильная печь, литейные ковши, набор плавильных инструментов, шихтовые материалы для выплавки чугуна или алюминиевых сплавов, единая формовочная смесь или облицовочная и наполнительная смеси, противопригарное покрытие, керосин или смесь 50% керосина и 50% мазута для протирки моделей, сухой кварцевый песок или серебристый графит для присыпки поверхности разъема полуформ.

Порядок проведения работы

Работа рассчитана на 4 ч,

1. Подготовить модели отливок и элементов литниковой системы, опоки, подмодельные и подопочные плиты, формовочный инструмент и рабочее место.
2. Подготовить формовочную смесь, разделительный состав и противопригарное покрытие.
3. Из формовочной смеси изготовить полуформы по постоянным неразъемным моделям с подрезкой.
4. Замерить твердость рабочих поверхностей полуформ.
5. Собрать формы.
6. Приготовить расплав и залить его в формы,
7. Выдержать отливки в форме.
8. Выбить отливки из форм. Выбить стержни и очистить поверхность отливок.
9. Оценить качество поверхности отливок, выявить поверхностные дефекты.

Содержание отчета

1. Общие сведения о формовке по постоянным неразъемным моделям с подрезкой.
2. Эскизы постоянных неразъемных моделей.
3. Технология изготовления форм по постоянным неразъемным моделям с подрезкой.
4. Результаты определения твердости полуформ.
5. Оценка качества поверхности отливок с описанием дефектов и вероятных причин их образования (описание дефектов отливок представлены в прил.).
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы и оснастка используются при изготовлении форм по неразъемной модели с подрезкой?
2. Как классифицируют литейные модели?
3. Какие технологические операции необходимо выполнить при формовке по неразъемной модели с подрезкой?
4. В какой последовательности выполняют технологические операции при формовке по неразъемной модели с подрезкой?
5. Зачем подрезают часть смеси в полуформах при формовке по неразъемной модели?
6. Какие дефекты образуются в отливках вследствие некачественной формовки?

Лабораторная работа №3. Тема: Формовка в опоках с перекидным болваном

Цель работы: Ознакомиться с технологическим процессом изготовления разовых литейных форм по разъемной модели с перекидным болваном, а также приобрести практические навыки формовки и заливки форм.

Теоретическая часть

Для художественных отливок при определенной конструкции разъемной модели можно сократить количество модельной оснастки. В частности, отказаться от стержневых ящичков за счет использования перекидного болвана. Болваном в литейной терминологии называют часть формы, выступающую за плоскость разъема и изготовленную из формовочной смеси.

Рассмотрим процесс формовки с перекидным болваном на примере изготовления литейной формы для изделия «Горшок» (рис. 11.).

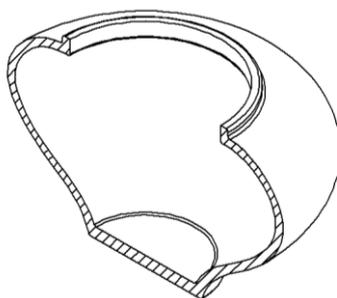
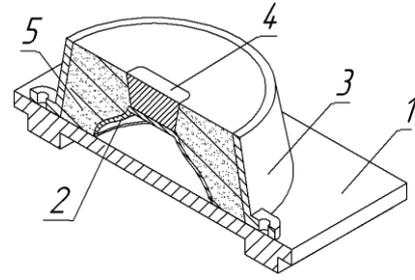
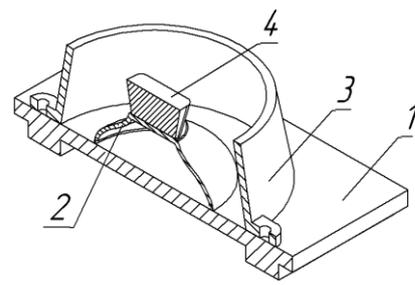
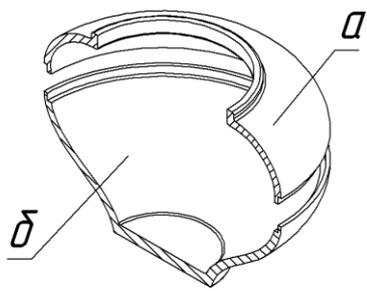


Рис. 11. Горшок

Модель горшка состоит из двух частей – венца *a* и латочки *б*, которые соединены замком для предотвращения сдвига половинок модели при формовке (рис. 12, а).

Порядок операций при формовке следующий. Модель латочки *2* помещают на подмодельную плиту *1* (рис. 12, б). Затем устанавливают модель стояка *4* и формируют в опоке *3* верхнюю полуформу (рис. 12, в). Готовую полуформу переворачивают, очищают выточку замка модели латочки от попавшей в нее смеси и устанавливают на нее вторую половину модели *б*, формирующую венец (рис. 12, г). Внутри модели насыпают формовочную смесь и, слегка уплотнив ее, вставляют каркас, увеличивающий массу и прочность болвана, предотвращающий его сдвиг в форме, подъем металлом при заливке. После этого, придерживая венец модели от подъема, уплотняют формовочную смесь внутри модели, изготавливая, таким образом, болван *7* (рис. 12, д).

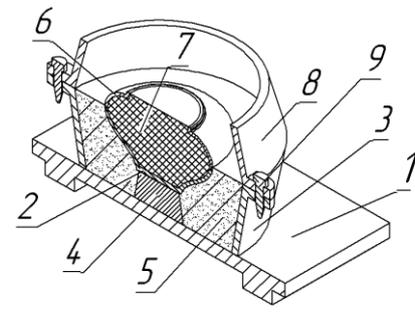
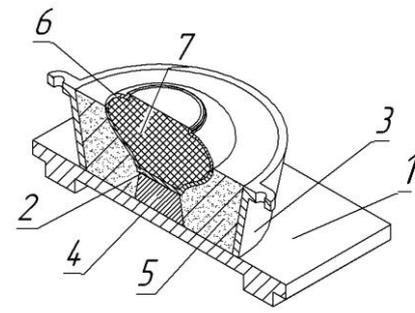
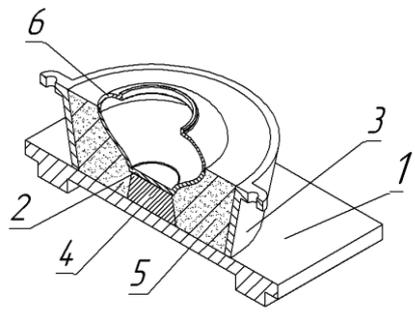
Затем снимают модель венца. Обнаженную часть болвана припыливают порошком древесного угля, после чего модель венчика устанавливают на прежнее место. Такая операция необходима для увеличения огнеупорности болвана. После этого поверхность разъема припыливают, устанавливают нижнюю опоку *8* (рис. 12, е) и, скрепив ее с верхней, изготавливают нижнюю полуформу (рис. 12, ж). С нижней опоки срезают излишек смеси, накалывают в ней вентиляционные каналы.



a

б

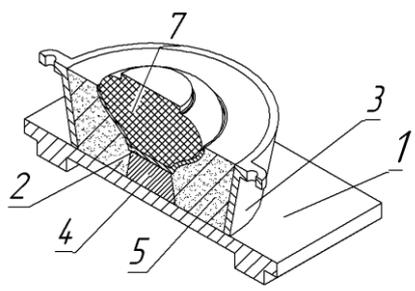
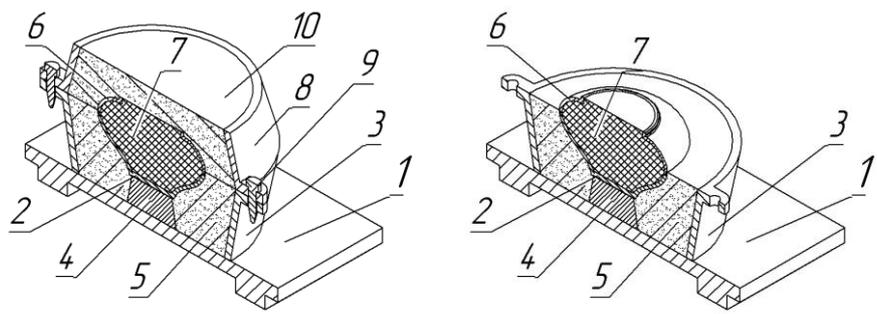
в



г

д

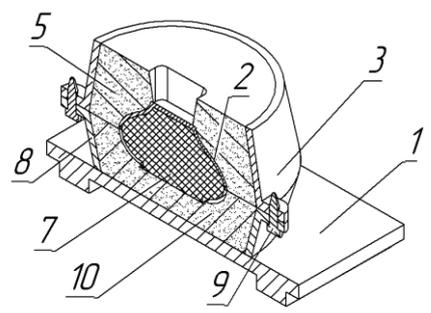
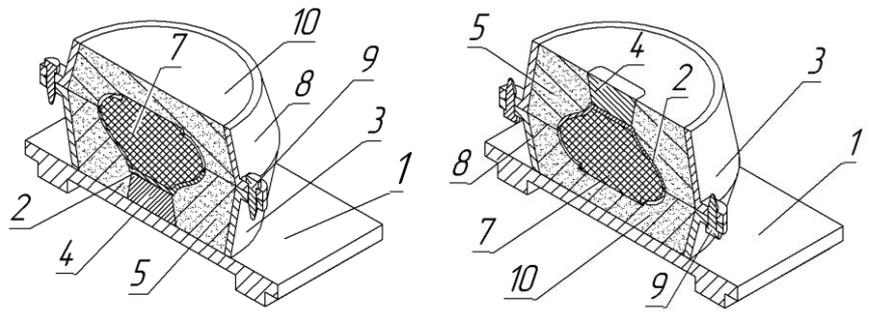
е



Ж

З

И



К

Л

М

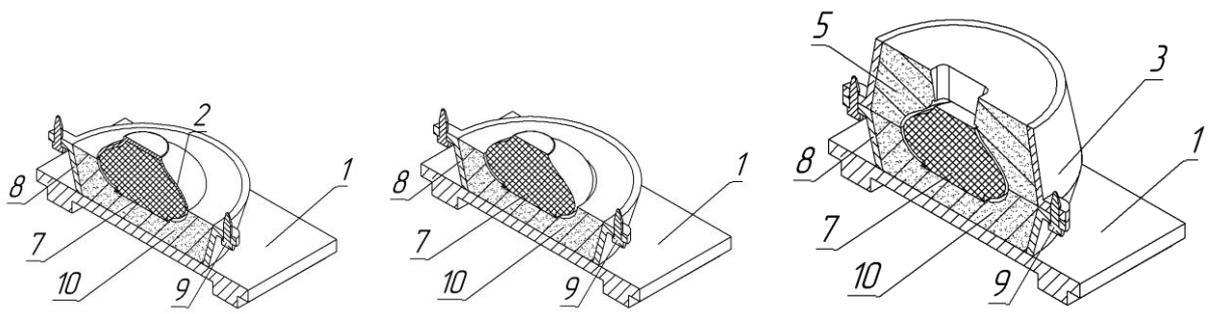


Рис. 12. Изготовление разовой литейной формы по постоянной разъемной модели с перекидным болваном

Затем, раскрепив опоки, с верхней полуформы 5 снимают нижнюю 10 (рис. 12, з), смачивают края болвана 7 и стенки модели венца, слегка поворачивая, снимают модель венца 6 с болвана 7 (рис. 12, и). После чего опоки скрепляют (рис. 12, к), а форму осторожно переворачивают (рис. 12, л). Из верхней полуформы 5 удаляют модель стояка 4 (рис. 12, м). Затем верхнюю полуформу 5 снимают с нижней 10 (рис. 12, н).

В нижней полуформе 10 с болвана 7 снимают модель латочки 2 (рис. 12, о). Просвет между стенками нижней полуформы 10 и болваном 7 (полость венца) следует осторожно очистить мягкой кисточкой и продуть сжатым воздухом, удаляя возможные засоры; после этого обе полуформы припыливают и собирают форму для заливки (рис. 12, п). После заполнения формы расплавом получается отливка «Горшок» (рис. 13).

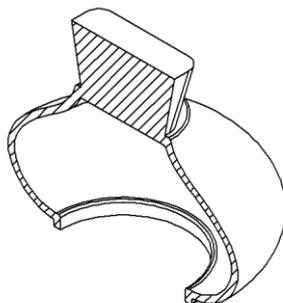


Рис. 13. Отливка «Горшок»

Оборудование, инструмент и материалы

Набор разъемных моделей, опоки, подмодельные и подопочные плиты, модели элементов литниковой системы; комплекты формовочных инструментов (рис. 7), лопата 1 или совок 21, набойки 2, вентиляционные иглы 3, трамбовки 4, кисть 5, крючок для отделки и ремонта полуформ 6, сито 7, деревянный молоток – киянка 8, ланцет 9, крюк-подъемник для извлечения моделей и отъемных частей 10, гладилка 11, ложечка 12, сметка 13, нож-скребок 14, нож трехгранный 15, рифель 16, оправка 17, нож для прорезания литниковых каналов 18, полозок 19, щетка 20, скребок 22, угольники 23.

Также в ходе лабораторной работы используются: твердомер, плавильная печь, литейные ковши, набор плавильных инструментов, шихтовые материалы для выплавки чугуна или алюминиевых сплавов, единая формовочная смесь или облицовочная и наполнительная смеси, противопопригарное покрытие, керосин или смесь 50% керосина и 50%

мазута для протирки моделей, сухой кварцевый песок или серебристый графит для присыпки поверхности разъема полуформ.

Порядок проведения работы

Работа рассчитана на 4 ч,

1. Подготовить модели отливок и элементов литниковой системы, опоки, подмодельные и подопочные плиты, формовочный инструмент и рабочее место.
2. Подготовить формовочную смесь, разделительный состав и противопопригарное покрытие.
3. Из формовочной смеси изготовить полуформы по постоянным разъемным моделям с перекидным болваном.
4. Замерить твердость рабочих поверхностей полуформ.
5. Собрать формы.
6. Приготовить расплав и залить его в формы,
7. Выдержать отливки в форме.
8. Выбить отливки из форм. Выбить стержни и очистить поверхность отливок.
9. Оценить качество поверхности отливок, выявить поверхностные дефекты.

Содержание отчета

1. Общие сведения о формовке по постоянным моделям с перекидным болваном.
2. Эскизы постоянных моделей, используемых при формовке с перекидным болваном.
3. Технология изготовления форм по постоянным моделям с перекидным болваном.
4. Результаты определения твердости полуформ.
5. Оценка качества поверхности отливок с описанием дефектов и вероятных причин их образования (описание дефектов отливок представлены в прил.).
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы и оснастка используются при изготовлении форм формовкой с перекидным болваном?
2. Какие технологические операции необходимо выполнить при формовке с перекидным болваном?
3. В какой последовательности выполняют технологические операции при формовке с перекидным болваном?
4. В чем заключаются различия формовки по разъемной модели и формовки с перекидным болваном?
5. Какие дефекты образуются в отливках вследствие некачественной формовки?

Лабораторная работа №4. Тема: Формовка в опоках по модельным плитам

Цель работы: Ознакомиться с технологическим процессом изготовления разовой литейной формы формовкой по модельным плитам, а также приобрести практические навыки формовки и заливки форм.

Теоретическая часть

В некоторых случаях возможно существенно упростить процесс изготовления разовой литейной формы. Для этого необходимо заменить разъемную модель двухсторонней модельной плитой. Рассмотрим процесс изготовления разовой литейной формы формовкой по модельным плитам на примере получения литой заготовки для детали «Кронштейн» (рис.14).

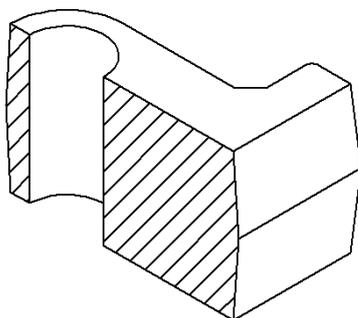
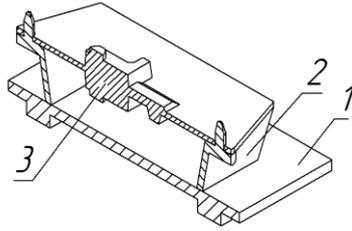
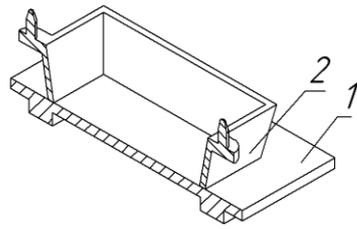
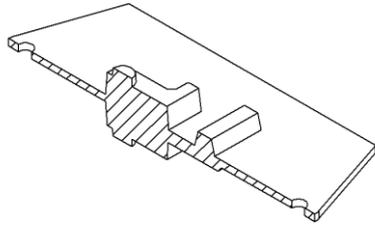


Рис. 14. Деталь «Кронштейн»

Для изготовления разовой литейной формы используется двухсторонняя модельная плита (рис. 15, а), которая включает в себя верхнюю и нижнюю половины модели, а также модели питателя и шлакоуловителя. Сначала на подопочную плиту 1 устанавливают верхнюю опоку 2 (рис. 15, б). Затем на верхнюю опоку 2 по центрирующим штырям устанавливается модельная плита 3 так, чтобы модель шлакоуловителя оказалась снизу, а модель питателя сверху (рис. 15, в). На модельную плиту 3 устанавливается нижняя опока 4 (рис. 15, г).

Затем по технологии, описанной в лабораторной работе №1, уплотняя трамбовкой смесь 5 в нижней опоке 4, получают нижнюю полуформу (рис. 15, д). После переворота полуформы на 180° и установки ее на подопочную плиту (рис. 15, е) на модельную плиту устанавливают модели стояка с воронкой 6 (рис. 15, ж) и выпоров 7 (рис. 15, з). Верхнюю опоку заполняют формовочной смесью 8 (рис. 15, и). После уплотнения и срезания излишка смеси из верхней полуформы извлекают модели выпоров 7 (рис. 15, к) и стояка с воронкой 6 (рис. 15, л). Верхнюю полуформу снимают с нижней (рис. 15, м) и устанавливают на подопочную плиту. С нижней полуформы снимают модельную плиту 3 (рис. 15, н).

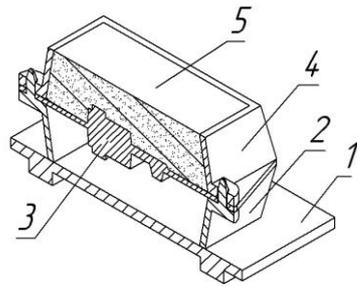
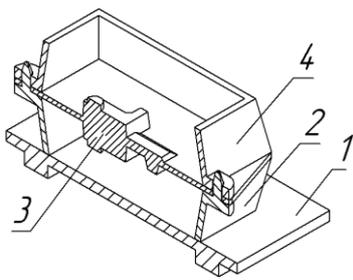
Затем форму собирают. Для этого в нижнюю полуформу устанавливают стержень 9 (рис. 15, о). При этом знаковые части стержня входят в соответствующие знаковые части (гнезда) полуформ. Затем нижнюю полуформу накрывают верхней (рис. 15, п).



а

б

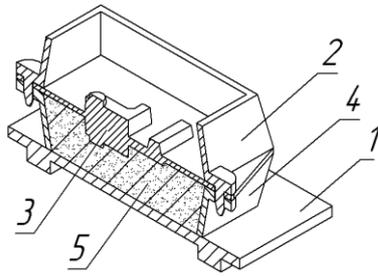
в

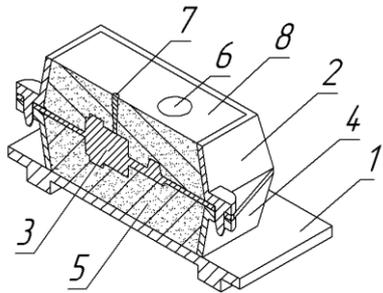
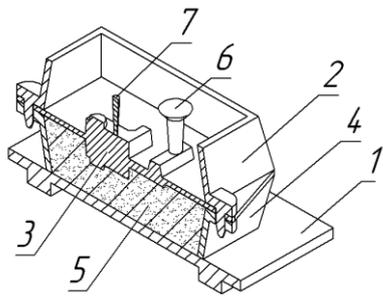
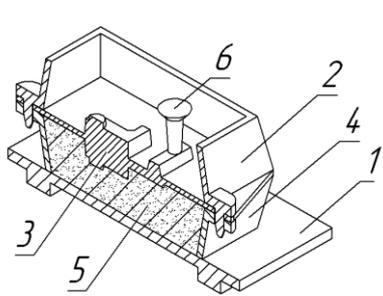


г

д

е

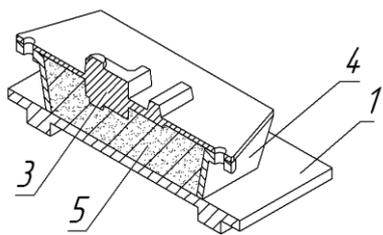
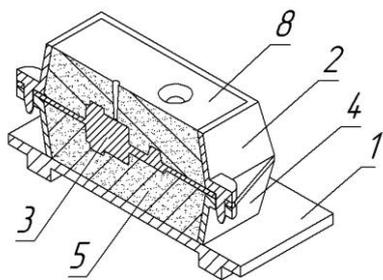
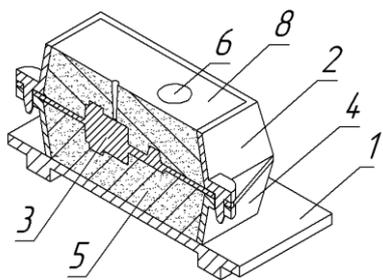




Ж

З

И



К

Л

М

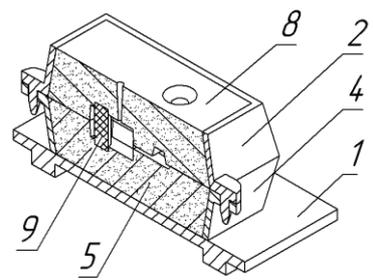
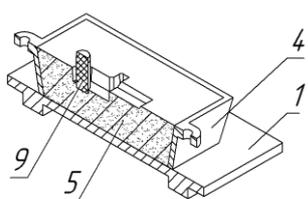
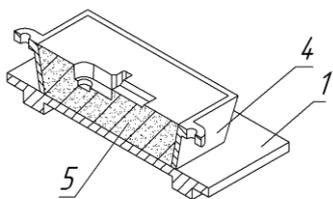


Рис. 15. Изготовление разовой литейной формы по модельной плите. После заполнения формы расплавом получается отливка «Кронштейн» (рис. 16).

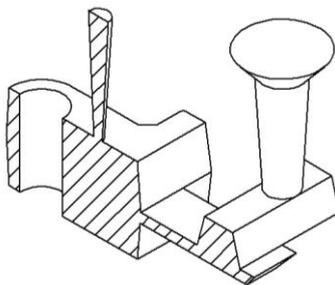


Рис. 16. Отливка «Кронштейн»

Оборудование, инструмент и материалы

Набор разъемных моделей, опоки, подмодельные и подопочные плиты, модели элементов литниковой системы; комплекты формовочных инструментов (рис. 7), лопата 1 или совок 21, набойки 2, вентиляционные иглы 3, трамбовки 4, кисть 5, крючок для отделки и ремонта полуформ 6, сито 7, деревянный молоток – киянка 8, ланцет 9, крюк-подъемник для извлечения моделей и отъемных частей 10, гладилка 11, ложечка 12, сметка 13, нож-скребок 14, нож трехгранный 15, рифель 16, оправка 17, нож для прорезания литниковых каналов 18, полозок 19, щетка 20, скребок 22, угольники 23.

Также в ходе лабораторной работы используются: твердомер, плавильная печь, литейные ковши, набор плавильных инструментов, шихтовые материалы для выплавки чугуна или алюминиевых сплавов, единая формовочная смесь или облицовочная и наполнительная смеси, противопригарное покрытие, керосин или смесь 50% керосина и 50% мазута для протирки моделей, сухой кварцевый песок или серебристый графит для присыпки поверхности разъема полуформ..

Порядок проведения работы

Работа рассчитана на 4 ч,

1. Подготовить модельные плиты и модели элементов литниковой системы, опоки, подмодельные и подопочные плиты, формовочный инструмент и рабочее место.
2. Подготовить формовочную смесь, разделительный состав и противопригарное покрытие.
3. Из формовочной смеси изготовить полуформы по модельным плитам.
4. Замерить твердость рабочих поверхностей полуформ.
5. Собрать формы.
6. Приготовить расплав и залить его в формы,

7. Выдержать отливки в форме.
8. Выбить отливки из форм. Выбить стержни и очистить поверхность отливок.
9. Оценить качество поверхности отливок, выявить поверхностные дефекты.

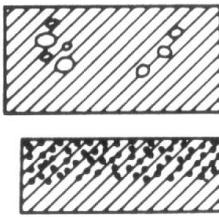
Содержание отчета

1. Общие сведения о формовке по модельным плитам.
2. Эскизы модельным плит.
3. Технология изготовления форм по модельным плитам.
4. Результаты определения твердости полуформ.
5. Оценка качества поверхности отливок с описанием дефектов и вероятных причин их образования (описание дефектов отливок представлены в прил.).
6. Выводы.

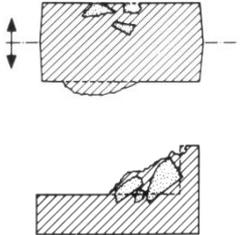
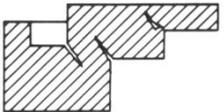
Контрольные вопросы

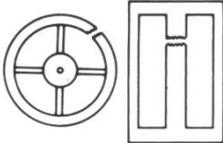
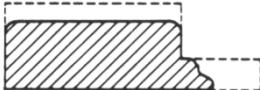
1. Какие материалы и оснастка используются при изготовлении форм по модельным плитам?
2. Какие технологические операции необходимо выполнить при формовке по модельным плитам?
3. В какой последовательности выполняют технологические операции при формовке по модельным плитам?
4. Какие дефекты образуются в отливках вследствие некачественной формовки?

Дефекты отливок и способы его устранения

Название дефекта	Причины образования и способы его устранения	Схема
<p>Коробление</p>	<p>Полная или частичная деформация отливки по сравнению с формой и моделью.</p> <p>Причины образования</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Внутренние напряжения в отливке. 2. Неправильный подвод металла. 3. Повышенная температура заливки, вызывающая увеличение усадки. 4. Недостаточная податливость форм и стержней. 5. Неправильный режим охлаждения отливки. <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создание технологичной отливки с литейной точки зрения. 2. Правильный выбор литниковой системы и места подвода металла. 3. Соблюдение технологии плавки и разливки металла. 4. Добавка в формовочную и в стержневую смесь компонентов, увеличивающих податливость формы. 5. Выбор правильного режима охлаждения и термообработки отливки. 	
<p>Газовые раковины</p>	<p>Полости с гладкими стенками, в основном сферической формы, часто не выходящие на поверхность отливки (газовые раковины). Большие полости часто изолированы друг от друга, маленькие (газовая пористость) объединяются в группы различного размера. Внутренние стенки газовых раковин или пор могут быть блестящими, в большей или меньшей степени окисленными или, как в случае чугуна, покрыты тонким слоем графита. Дефекты могут возникать в любой части отливки.</p> <p>Причины образования</p> <p>Газовые раковины и газовая пористость образуются в результате выделения газов, захваченных во время заливки, в ходе кристаллизации. Газовые раковины и пористость могут быть различного происхождения.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Эндогенные газовые раковины.</i> Образуются при выделении газов, растворенных в расплаве, в процессе кристаллизации. Основная причина образования данного дефекта заключается в повышенном содержании газа в ванне расплавленного металла (из-за шихтовых материалов, метода плавки, атмосферы в печи и т. д.). 	

	<p>2. <i>Экзогенные газовые раковины</i>. Данный вид дефекта образуется по вине формовочных и стержневых материалов, а также по вине литейной формы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Повышенная влажность форм и стержней. • Связующие стержневых смесей, которые выделяют большое количество газов. • Повышенное количество добавок, содержащих углеводороды. • Краски и покрытия, которые имеют склонность к выделению большого количества газов. • Недостаточная вентиляция полости формы. • Недостаточная газопроницаемость формы и стержня. • Захватывание воздуха в результате турбулентного движения расплава в каналах литниковой системы. <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение достаточной вентиляции полости формы. 2. Повышение газопроницаемости форм и стержней. 3. Правильное конструирование литниковых систем. 4. Правильная сушка форм и стержней. 5. Уменьшение содержания связующих и добавок, склонных к выделению газов, либо их замена на другие. 6. Использование красок и покрытий, создающих восстановительную атмосферу. 7. Уменьшение высоты заливки. 8. Увеличение металлостатического напора путем увеличения высоты стояка. 9. Предотвращение перегрева металла в процессе плавки и принятие мер по дегазации расплава. 	
Усадочные раковины	<p>Открытые или закрытые полости, в основном с грубыми, часто дендритными стенками (но гладкими для отливок из эвтектических сплавов); изолированные или распределенные, располагающиеся в зонах отливки, кристаллизующихся в последнюю очередь.</p> <p>Причины образования</p> <p>Принципиальной причиной является уменьшение объема металла.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В жидком состоянии при охлаждении металла до температуры начала затвердевания. 2. При его переходе из жидкого состояния в твердое. <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. При конструировании отливки необходимо учитывать очень важный фактор: соотношение площади поверхности отливки и ее объема, т. е. оно должно увеличиваться постепенно от места подвода металла (последовательная кристаллизация). 2. Совершенствование конструкции сечений отливки путем увеличения их толщины, которая при необходимости может быть уменьшена механической обработкой отливки. 	

	<p>3.Использование сплавов, которые имеют незначительную, либо не имеют вообще усадки при затвердевании.</p> <p>4.Насколько это возможно, ограничение температуры заливки с целью минимизации усадки жидкого металла.</p> <p>5.Использование литниковых систем, имеющих необходимый запас жидкого металла для питания зон отливки, расположенных в местах, охлаждаемых медленно и с оптимальным расположением питателей для компенсации усадки.</p> <p>6.Применение экзотермических материалов.</p> <p>7.Применение внутренних или наружных холодильников для уменьшения действия усадочного эффекта.</p>	
Засоры	<p>Включения кусочков формовочной смеси в теле отливки</p> <p>Причины образования</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Небрежная формовка, от которой образуются местные обвалы формовочной смеси. 2.Неправильная конструкция литниковой системы (струя заливаемого металла размывает и разрушает форму). 3.Неправильная конструкция отливки, при которой в форме образуется тонкие выступы и острые углы, легко размываемые металлом. 4.Отсутствие или недостаточная величина литейного уклона в форме. 5.Слишком плотное или, наоборот, слишком слабое уплотнение формовочной смеси. <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Соблюдение технологии формовки. 2.Конструирование модели с требуемыми литейными уклонами. 3.Выбор литниковой системы, обеспечивающей плавное заполнение полости формы. 4.Повышение технологичности отливки. 	
Горячая трещина	<p>Появляется при высокой температуре, поэтому излом ее всегда покрыт слоем окислов. Горячие трещины образуются, когда сопротивление усадке превышает предел прочности затвердевающего металла. Горячие трещины образуются, как правило, в крупных отливках сложной конфигурации с резкими переходами от толстых сечений к тонким.</p> <p>Причины образования</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Повышенное содержание в сплаве элементов, способствующих усадке. 2.Заливка слишком горячим металлом. 	

	<p>3.Неправильный состав формовочной и стержневой смесей и малая их податливость.</p> <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Исключение общих причин описанных выше. 2.Использование внутренних холодильников в местах возможного возникновения напряжений. 	
Холодные трещины	<p>Имеют совершенно чистую или покрытую цветом побежалости поверхность излома. Они образуются в достаточно остывшей и потерявшей способность к пластическим деформациям отливке, в которой возникли внутренние напряжения. Холодные трещины наблюдаются в сложных по конфигурации отливках, если скорость заливки мала, а перепад температуры металла между началом и концом заливки велик.</p> <p>Причины образования</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Неправильная конструкция отливки с резкими переходами от толстых частей к тонким. 2.Неправильный подвод металла к форме. 3.Сопrotивление форм и стержней нормальной усадке. 4.Сильные удары при обрубке литников или при транспортировке отливок, имеющие большие внутренние напряжения. <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Обеспечить равномерный обогрев формы металлом через несколько питателей. 2.Устранить резкие переходы от толстых сечений к тонким и острые углы. 3.Ускорить охлаждение массивных мест отливки при помощи холодильников. 	
Недолив	<p>Отсутствует часть отливки, обычно в верхней части или в части, удаленной от места подвода металла. Кромки места расположения недостающей части отливки скругленные, поверхность в основном гладкая.</p> <p>Причины образования</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Недостаточная температура заливки, недостаточная жидкотекучесть расплава, окисление металла. 2.Недостаточное сечение каналов литниковой системы или неправильный выбор места подвода питателей без учета формы и толщины стенок отливки. 3.Низкая температура формы и недостаточная вентиляция формы. <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Увеличение температуры заливки. 2.Пересмотр литниковой системы и места подвода металла. 3.Организация эффективной вентиляции полости формы. 	

	<p>4. Увеличение температуры формы (для постоянных форм).</p> <p>5. Если возможно, увеличение толщины стенок отливки.</p>	
Спай	<p>Линейная несплошность со скругленными кромками. Дефект может поражать часть сечения отливки либо полностью все сечение. В лучшем случае дефект представляет собой неглубокий паз со скругленными кромками. Дефект образуется на широких поверхностях отливки, в тонких сечениях, которые трудно заполняются металлом, или в месте встречи двух потоков металла в полости формы во время заливки.</p> <p>Причины образования</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная жидкотекучесть, окисление металла. 2. Медленная или прерывистая заливка. 3. Недостаточная вентиляция полости формы. 4. Неполное слияние двух потоков металла (неслившиеся части отливки часто имеют разную структуру из-за разности скоростей охлаждения). 5. Прерывистая заливка, которая приводит к мгновенному разрыву потока металла при заполнении формы. 6. Недостаточная емкость ковша; поверхность части отливки, залитой из первого ковша, начинает кристаллизоваться до того, как начнется заливка металла из следующего ковша. <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Заливка при более высоких температурах. 2. Повышение жидкотекучести сплава. 3. Увеличение скорости заливки формы путем изменения площади сечения литниковых каналов. 4. Повышение эффективности вентиляции полости формы. 5. Приведение в соответствие температуры формы и металла (обычно повышение температуры формы). 6. Избирательный нагрев стенок формы или тщательный контроль за температурой стенок формы в местах возникновения дефекта. 7. Исключение прерывистой заливки. 8. Подбор ковша, емкость которого обеспечивает полную заливку формы. 	
Облой	<p>Плоский выступ металла неравномерной толщины, часто с острыми кромками, перпендикулярный одной из сторон отливки. Он возникает вдоль линии разъема формы, на стержневом знаке или в месте соединения двух частей формы.</p> <p>Возможные причины</p> <p>Зазор между двумя элементами формы или между формой и стержнем, а также плохая подгонка места соединения полуформ.</p> <p>Меры предупреждения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательное изготовление моделей, форм и стержней. 	

	<p>2.Контроль их размеров. 3.Аккуратная установка стержней и сборка форм. 4.По возможности уплотнение мест соединения частей формы.</p>	
Сдвиг	<p>Части отливки сдвинуты по отношению друг к другу параллельно линии разъема формы.</p> <p>Возможные причины</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Плохая подгонка или неплотное соединение частей модели. 2.Плохая подгонка или неплотное соединение в стержневых ящиках. 3.Плохая подгонка или неплотное соединение частей модельной плиты. 4.Смещение полуформ относительно друг друга в процессе сборки из-за люфта в направляющих элементах. <p>Меры предупреждения Исключение общих причин, описанных выше.</p>	