

Лабораторная работа № 4

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить процесс получения песчано-глинистой формы и необходимой оснастки;
2. Научиться разрабатывать эскизы модели, литейной формы, стержневого ящика и стержня;
3. Научиться составлять технологический процесс.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Модель.
2. Опоки парные.
3. Модель литниковой системы.
4. Формовочный инструмент: трамбовка, лопатка, гладилка.
5. Модельная плита.
6. Формовочная смесь.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Сущность литейного производства

Литейным производством называют технологический процесс получения литой заготовки, называемой отливкой, путем заливки расплавленного сплава в литейную форму (рабочую полость), которая имеет конфигурацию заготовки. При охлаждении залитый металл затвердевает и в твердом состоянии сохраняет конфигурацию той полости, в которую он был залит. В процессе кристаллизации расплавленного металла и последующего охлаждения формируются механические и эксплуатационные свойства отливок.

Наибольшее распространение для получения отливок-заготовок получил способ литья в разовые песчано-глинистые (песчаные) формы, как самый простой и дешевый.

Литейное производство — одна из основных заготовительных баз современного машиностроения. Продукцией литейного производства являются,

как правило, сложные фасонные заготовки. Основные недостатки литья в песчано-глинистые формы – высокая шероховатость поверхности, сравнительно низкие точность и стабильность размеров отливок.

2. Элементы литейной формы

Литейная форма – это система элементов, образующих рабочую полость, при заливке которой расплавленным металлом формируется отливка. На рисунке 4.1, б показана литейная форма для получения детали – тройник (рис. 4.1, а).

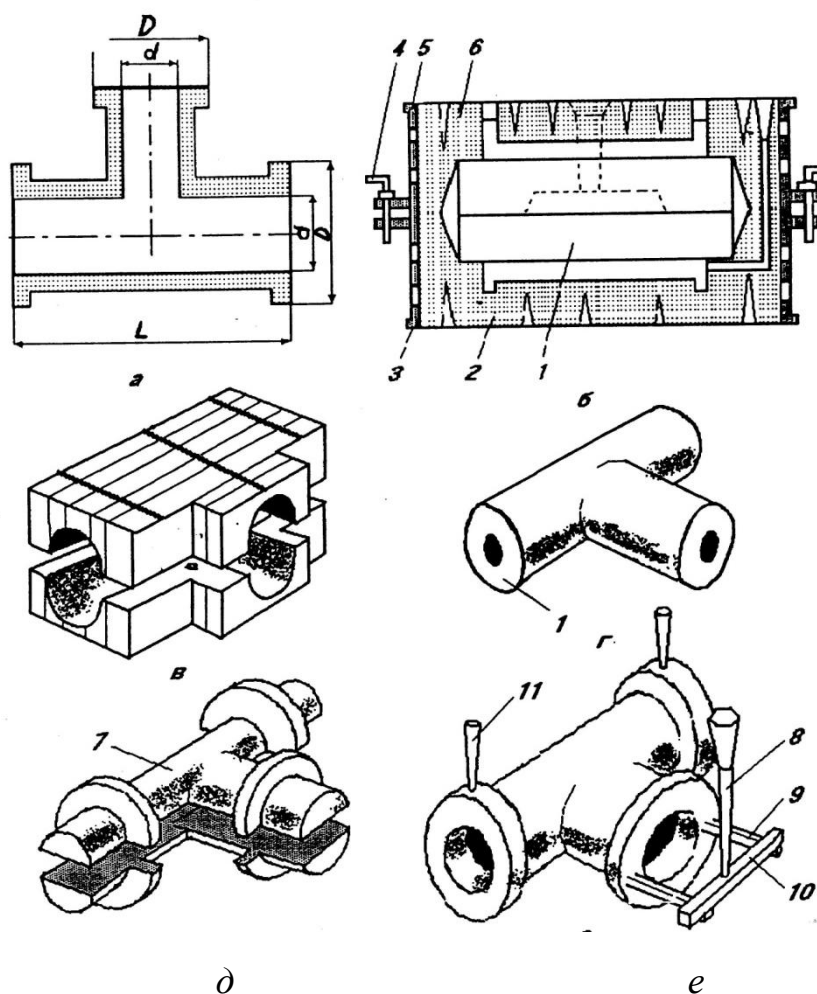


Рис. 4.1. Литейная форма и ее элементы: а – деталь-тройник; б – литейная форма; в – стержневой ящик; г – литейный стержень; д – литейная модель; е – отливка с литниковой системой; 1 – стержень; 2 – нижняя полуформа; 3 – опока; 4 – штырь; 5 – опока; 6 – верхняя полуформа; 7 – модель; 8 – стояк; 9 – питатель; 10 – шлакоуловитель; 11 – выпор

Песчано-глинистая форма изготавливается из формовочных и стержневых смесей с помощью модельного комплекта.

Модельный комплект включает следующие приспособления: модель детали, стержневой ящик, модельную плиту, опоки, модели элементов литниковой системы. Форма состоит из нижней и верхней полуформ, которые изготавливают по литейным моделям в литейных опоках.

Литейная опока – приспособление для удержания формовочной смеси при изготовлении формы. Опока представляет собой жесткую стальную рамку. Верхнюю и нижнюю полуформы взаимно ориентируют (центрируют) с помощью металлических штырей, вставляемых в отверстия приливов у опок.

Модель (рис. 4.1, д) – приспособление, при помощи которого в форме получают полость с формой и размерами, близкими к конфигурации получаемой отливки, соответствующей внешней форме отливки без отверстий.

Стержневой ящик (рис. 4.1, в) – приспособление для изготовления стержней. Для образования отверстий, впадин, углублений или иных сложных контуров в формы устанавливают литейные стержни (рис. 4.1, г), которые фиксируются с помощью выступов (стержневых знаков), входящих в соответствующие впадины в форме. Литейные стержни изготавливают в деревянных стержневых ящиках из стержневых смесей.

Модели для литья в разовые земляные формы изготавливают деревянными: для защиты от влаги, вызывающей разбухание древесины и изменение размеров, модели окрашивают в красный цвет – для чугунного литья, синий – для стального, жёлтый – для цветного.

Стержневые ящики так же, как и модели, изготавливают из отдельных, склеиваемых между собой кусков древесины с различным направлением волокон, что обеспечивает их большую прочность и долговечность. Они бывают цельными, разъемными и с отъемными частями. Чаще применяются разъемные, состоящие из двух частей, соединенных шипами. В стержневом ящике изготавливают полость, очертания которой соответствуют наружному контуру стержня. Размеры полости делают с учетом припуска на усадку и последующую механическую обработку. В полости ящика предусматриваются знаковые части (стержневые знаки), галтели, формовочные уклоны.

Модельная плита (деревянная или металлическая) применяется для установки и закрепления на ней модели отливки литниковой системы и опоки.

Литниковая система (рис. 4.1, е) – система каналов, по которым расплавленный металл заполняет полость формы. Литниковая система должна обеспечивать заполнение литейной формы с необходимой ско-

ростью, задержание шлака, выход паров и газов из полости формы. Литниковая система состоит из следующих элементов: вертикального канала – стояка с воронкой (литниковой чашей), шлакоуловителя, питателей, выпоров.

Литниковый стояк с воронкой служат для принятия струи металла, ее успокоения и непрерывной подачи в полость формы.

Шлакоуловитель – канал трапециидального сечения для улавливания и задержания в нем шлаков и других неметаллических включений, для предотвращения их попадания в рабочую полость формы.

Питатели – каналы, через которые непосредственно расплавленный металл поступает в полость формы.

Выпор – вертикальный канал для выхода газов из полости формы, одновременно позволяющий контролировать заполнение рабочей полости жидким металлом. Для сплавов с малой усадкой выпоры могут выполнять функцию прибылей.

Прибыль – вертикальный канал, который формируется над наиболее массивным сечением отливки и предназначается для подпитывания жидким металлом затвердевающей отливки в местах возможного образования усадочных раковин и усадочных рыхлотов. Эти дефекты, а также неметаллические включения выводятся из тела отливки в процессе ее направленной кристаллизации в прибыль, а отливка при этом получается плотной без усадочных дефектов.

3. Изготовление литейной формы

Литейная форма изготавливается из формовочной смеси, засыпаемой в опоку на модель, закрепленную на модельной плите. Формовочная смесь уплотняется или вручную или специальными машинами. Машинная формовка повышает качество литья, снижает припуски на механическую обработку, облегчает труд рабочего и повышает производительность.

В состав формовочной смеси входят песок, глина и различные добавки, обеспечивающие основные свойства смесей: газопроницаемость, пластичность, прочность, огнеупорность, податливость. Песок обеспечивает газопроницаемость и податливость формы. Глина, смоченная водой (4–6 %), придает пластичность и прочность. Добавки (каменноугольная пыль, мазут, древесная мука, мелкий торф и др.) повышают противопригарность, газопроницаемость, податливость. Для повышения прочности формы в смесь вводят связующие материалы: масла, битумы, декстрин, жидкое стекло, смолы, олифы и др.

Стержневые смеси отличаются от формовочных более высокими технологическими свойствами, так как в процессах заливки и кристаллизации отливки стержень находится в менее благоприятных условиях. В состав стержневых смесей входят кварцевый песок 96–97 %, а остальное – специальные связующие материалы (раствор льняного масла, канифоли в спирте, жидкое стекло, смолы и др.).

В настоящее время находят все большее применение прогрессивные способы изготовления форм и стержней из единых самотвердеющих смесей, в состав которых входят, например, кварцевый песок, быстросохнущее связующее (смола, жидкое стекло), катализатор. Такие смеси обеспечивают большую точность, прочность, не требуют дополнительной сушки, являющейся обязательной для форм из обычных формовочных и стержневых смесей.

После изготовления стержней и полуформ литейная форма собирается, заливается жидким литейным сплавом, кристаллизующимся в рабочей плоскости формы. Полностью затвердевшая отливка выбивается (извлекается) из формы путем ее разрушения, обрубаются элементы литниковой системы, отливка очищается от пригоревшей смеси. После контроля качества литья отливки подвергаются термической обработке для снятия внутренних напряжений, получения однородной структуры и улучшения механических свойств. Для снятия припуска с целью получения из заготовки детали отливку подвергают механической обработке на металлорежущих станках. Выбор вида термической обработки (гомогенизации, отжиг, закалка с последующим отпуском или старением) определяется маркой сплава и назначением отливки.

4. Литейные свойства

Получение качественных отливок из различных сплавов связано с большими или меньшими технологическими трудностями, зависящими в значительной степени от литейных свойств сплавов. К литейным свойствам относятся: жидкотекучесть, усадка (линейная и объёмная), склонность к поглощению газов, склонность к ликвации и др.

Жидкотекучестью называют способность расплавленного металла свободно течь по каналам формы, заполняя её рабочую полость. Жидкотекучесть зависит от температуры заливки, интервала кристаллизации и химического состава сплава.

Усадка – свойство металлов и сплавов уменьшать литейные размеры и объём при кристаллизации. Величина усадки зависит от химического состава, температуры заливки, структуры и т. д.

Ликвация – неоднородность химического состава в различных зонах (объемах) отливки. Различают внутрикристаллическую (дендритную) ликвацию – в пределах дендритного кристалла и зональную – в пределах отдельных частей отливки. На ликвацию влияют химический состав и скорость кристаллизации отливки.

Чем выше жидкотекучесть, меньше усадка и склонность к ликвации, тем более сложную по конфигурации можно получить отливку, с меньшей толщиной стенок и меньшими припусками на обработку.

РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА МОДЕЛИ

Исходным документом для разработки чертежа модели (рис. 4.2, б) является чертеж детали (рис. 4.2, а). Модель является прототипом будущей детали и отличается от нее:

- ✓ припусками на величину усадки литейного сплава и последующей механической обработкой для обеспечения заданной геометрической точности и качества поверхности детали;

- ✓ формовочными (литейными) уклонами на вертикальных стенках модели для обеспечения свободного удаления модели из формы без повреждения и разрушения ее стенок; уклоны в зависимости от высоты модели могут составлять $0,5...3^\circ$;

- ✓ галтелями – скреплениями внутренних углов поверхностей модели; галтели облегчают извлечение модели из формы, предохраняют от осыпания формовочной смеси в углах формы, предотвращают появление трещин в отливке;

(Припуски на механическую обработку, формовочные уклоны, галтели регламентируются ГОСТами).

- ✓ стержневыми знаками, представляющими собой выступы на модели для образования в форме знаковых углублений, в которые помещают стержень, формирующий в отливке отверстие или внутреннюю полость;

- ✓ напусками, предусматривающимися в тех местах отливки, которые нецелесообразно изготавливать литьем; напуски упрощают модель и, следовательно, изготовление отливки; например, литьем невыгодно изготавливать отверстия диаметром 20–50 мм, так как стержни для них будут недостаточно прочными и могут поэтому разрушиться струей заливаемого металла; в этих местах предусматривают на чертеже модели (отливки) напуски, а необходимые на детали отверстия будут изготовлены сверлением;

- ✓ плоскостью разъема, разделяющую модель на две половины для облегчения формирования и извлечения ее из формы; плоскость

разъема в большинстве случаев проектируют по плоскостям симметрии детали.

По плоскости разъема определяют положение модели в форме, указывая на чертеже стрелками с обозначением букв *В* (верх) и *Н* (низ).

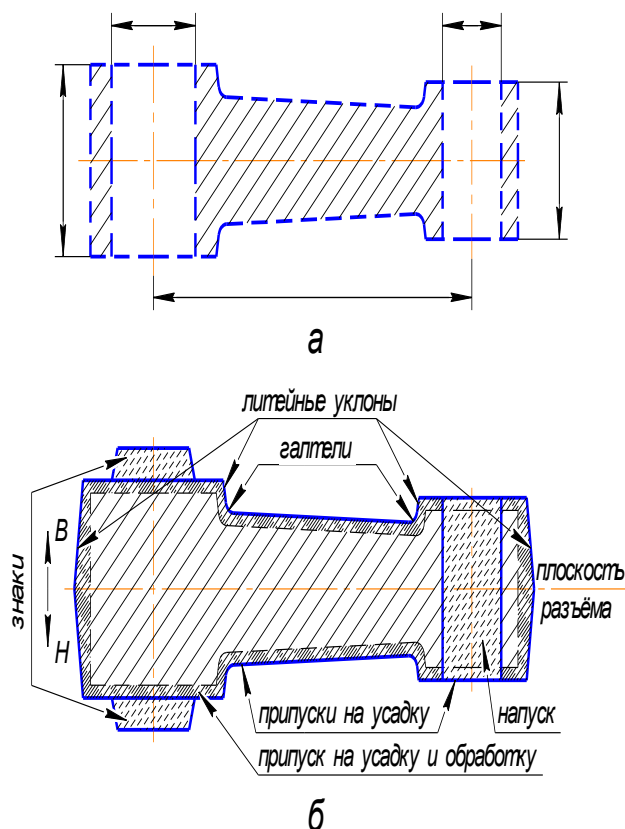


Рис. 4.2. Разработка чертежа модели:
а – чертеж детали; б – чертеж модели

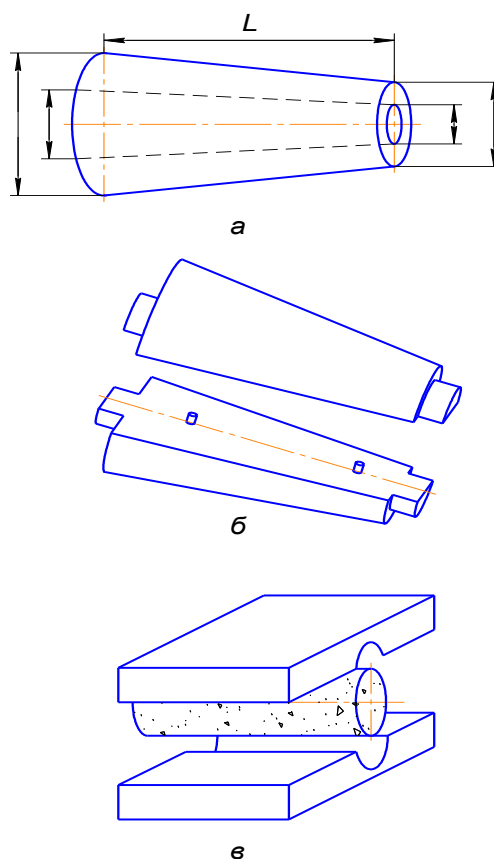


Рис. 4.3. Отливка и модельно-опочный комплект: а – чертёж модели; б – модель; в – ящик со стержнем

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЛИТЬЯ В РАЗОВУЮ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТУЮ ФОРМУ

1. Изготовление стержня

Для получения отверстия в отливке изготавливают стержень в разъемном стержневом ящике (рис. 4.3).

Половинки стержневого ящика очищают от остатков смеси, протирают рабочие поверхности ветошью, смоченной в керосине. Обе половинки ящика скрепляются и в образовавшуюся полость засыпают и уп-

лотняют стержневую смесь. В нее закладывается для обеспечения прочности стержня металлический каркас, после чего смесь повторно уплотняют, накалывают вентиляционные каналы для выхода газов. Затем ящик разбирается, стержень извлекается, сушится при температуре 120–250 °С. При этом удаляется влага, а связующие материалы, спекая смесь, повышают твердость, прочность и газопроницаемость стержня.

2. Изготовление литейной формы

На модельную плиту устанавливают нижнюю половину модели, модели питателей и нижнюю опоку (рис. 4.4, *а*). Поверхность модели припудривают графитом или тальком. Сверху засыпается слой единой формовочной смеси толщиной 20–30 мм, ее уплотняют руками вокруг всей модели, затем засыпают и уплотняют с помощью ручной трамбовки остальную смесь. Сначала уплотняют у стенок опоки, затем в средней части. Излишки смеси выше края опоки после уплотнения срезают линейкой. Душником накалывают вентиляционные каналы. Заформованную опоку вместе с модельной плитой поворачивают на 180°, снимают плиту, поверхность формовочной смеси по разьему заглаживают гладилкой.

На штыри нижней половины модели накладывают установочными отверстиями верхнюю половину модели, модели шлакоуловителя, стояка, выпора или прибылей (рис. 4.4, *б*). Поверхность разьема формы посыпают тонким слоем сухого кварцевого песка. По центрирующим штырям верхнюю опоку устанавливают на нижнюю. Верхнюю полуформу формуют как и нижнюю. После уплотнения вокруг стояка гладилкой подрезают литниковую чашу (воронку). Модели стояка, выпоров и прибылей раскачивают и удаляют из верхней полуформы. Верхнюю опоку снимают, переворачивают на 180° разъемом вверх и после раскачивания с помощью крючков и шпилек удаляют половины моделей отливки и моделей шлакоуловителя. Для повышения противогарности и получения более чистой поверхности отливки полость формы припыливают, используя в качестве припыла порошок графит, молотый древесный уголь и т.п.

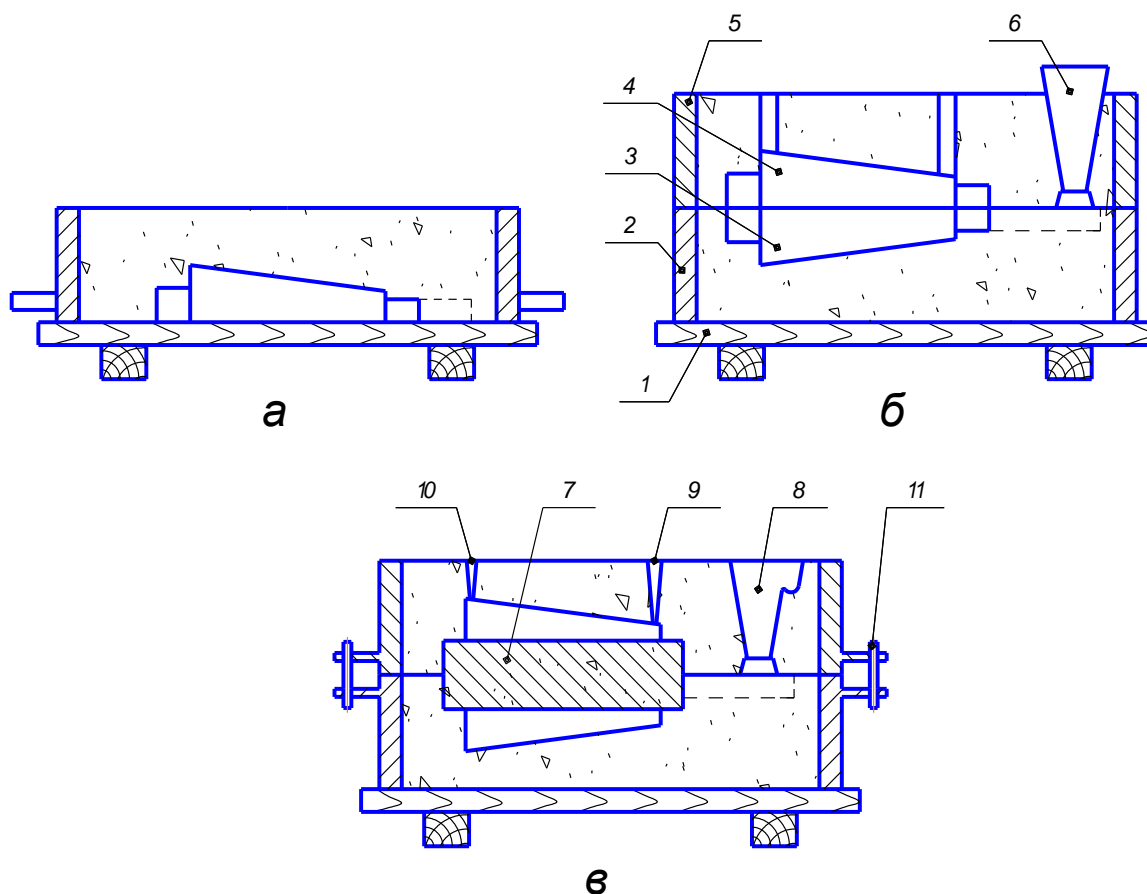


Рис. 4.4. Ручная формовка в двух опоках: а – формовка нижней опоки; б – формовка верхней опоки; в – форма в сборе: 1 – подмодельная доска; 2 – нижняя опока; 3 – нижняя половина модели; 4 – верхняя половина модели; 5 – верхняя опока; 6 – модель стояка; 7 – стержень; 8 – литниковая система; 9 – выпор; 10 – прибыль; 11 – штырь

3. Сборка формы

В углубления, образованные стержневыми знаками, укладывается стержень. Обе опоки вновь собирают. Полуформы скрепляют скобами, на верхнюю полуформу устанавливают груз для предотвращения ухода жидкого металла через разъем формы во время разливки (рис. 4.4, в).

4. Заливка формы и выбивка отливки

Расплавленным металлом из тигля заливают форму, при этом струя металла направляется в литниковую чашу, из которой поступает в стояк, затем в шлакоуловитель и через питатели в рабочую полость формы. Заканчивают заливку формы после выхода металла в выпор.

Остывшую отливку выбивают из формы, разрушая ее. Использованная (горелая) формовочная смесь просеивается и может быть ис-

пользована повторно. Из извлеченной отливки выбивают стержень и обрубает элементы литниковой системы.

5. Контроль качества отливки

Полученная отливка проверяется на присутствие дефектов литья, к которым относят усадочные раковины, горячие трещины, газовые и песчаные раковины, недоливы и спаи, пригар и перекося и др.

Усадочные раковины – внутренние полости в отливках, образующиеся из-за недостаточного питания отливки в местах повышенной толщины, кристаллизующихся в последнюю очередь.

Устраняются усадочные раковины путем применения прибылей, из которых жидкий металл поступает в места усадки отливки, а также, если возможно, за счет изменения конструкции отливки.

Горячие трещины – сквозные или несквозные разрывы в теле отливки. Обычно возникают в местах резкого перехода от тонкого сечения к толстому или от одной поверхности к другой. Для устранения трещин необходимо предусматривать галтели, а также стремиться к равенности всех конструкций.

Газовые раковины – полости в отливках округлой формы размером от 1 до 10 мм. Возникают при чрезмерной влажности и низкой газопроницаемости формы и стержней в результате скопления газов в металле при его кристаллизации.

Песчаные раковины – полости в теле отливки, заполненные формовочной смесью. Образуются из-за низкой прочности формы и стержней при их разрушении во время заливки.

Недоливы и спаи возникают при заливке формы холодным металлом через питатели малого сечения при чрезмерной влажности формы.

Пригар – трудноудаляемый слой формовочной смеси, приваривающийся к отливке. Возникает при малой огнеупорности смеси и чрезмерно высокой температуре металла.

Перекося образуется при небрежной сборке и неправильной центровке опок из-за несоответствия знаковых частей стержня на модели и в стержневом ящике.

При обнаружении в отливках дефектов устанавливают их характер и причины возникновения. Например, при переуплотнении формы в отливках могут возникнуть газовые раковины, трещины. При недостаточном уплотнении может быть пригар и песчаные раковины.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

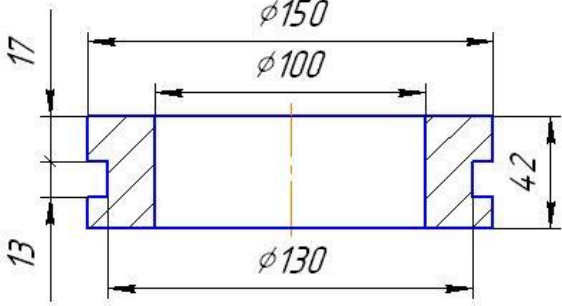
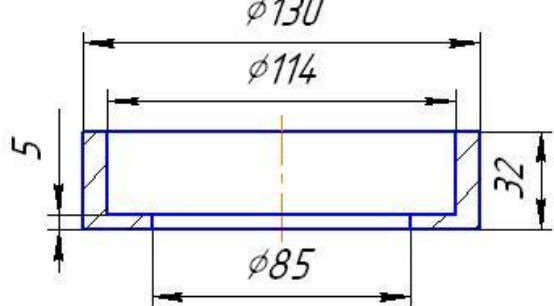
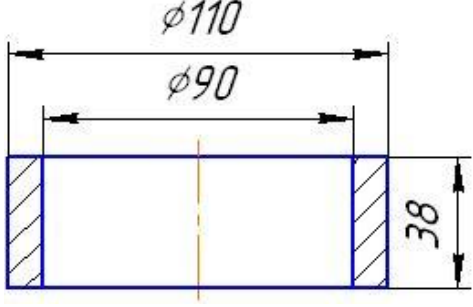
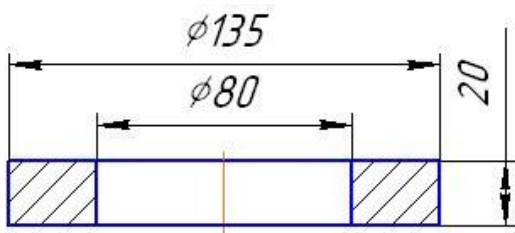
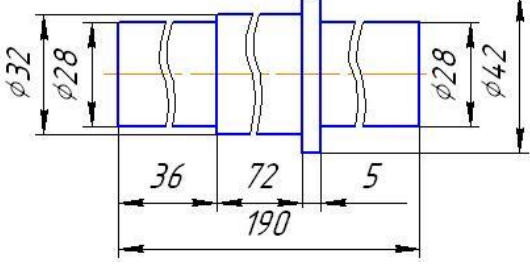
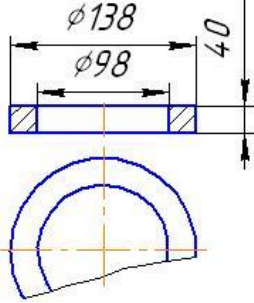
1. Изготовить песчано-глинистую форму по предложенной преподавателем модели.
2. Согласно варианту задания (табл. 4.1) начертить эскиз детали, проставить размеры, указать обозначение материала и ГОСТ на материал.
3. Рассчитать массу детали по геометрическим формулам, определить необходимое количество расплавленного металла, определить необходимое количество формовочной смеси.
4. Начертить эскиз модели с указанием плоскости разъема, припусков, напусков, галтелей, уклонов и т.д.
5. Начертить эскиз стержневого ящика и стержня (при необходимости).
6. Начертить эскиз литейной формы в сборе с указанием всех ее элементов и элементов литниковой системы.
7. Разработать технологический процесс литья в песчано-глинистую форму.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

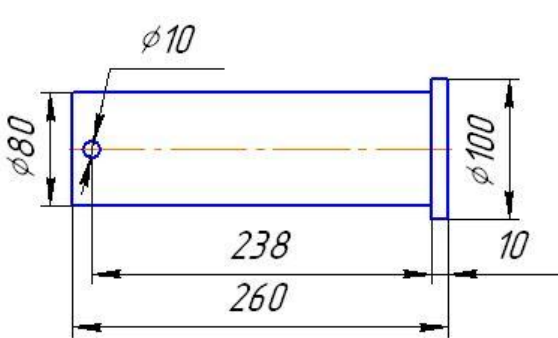
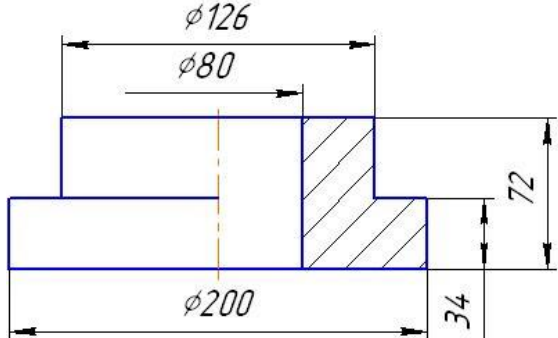
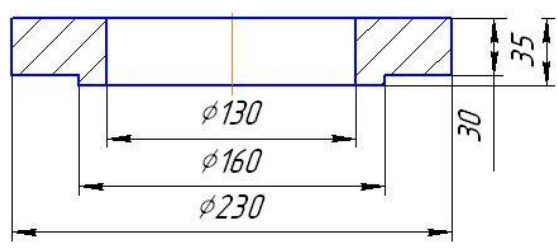
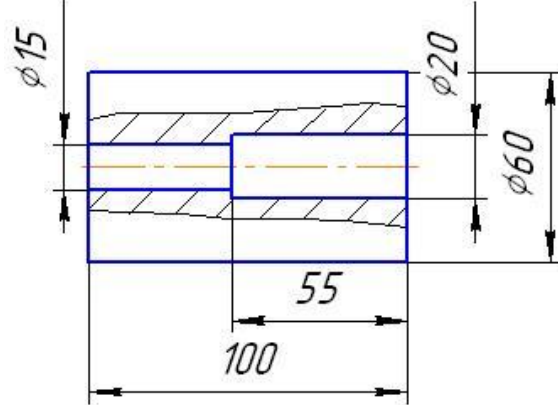
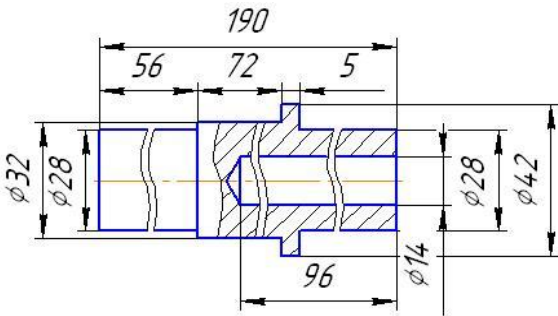
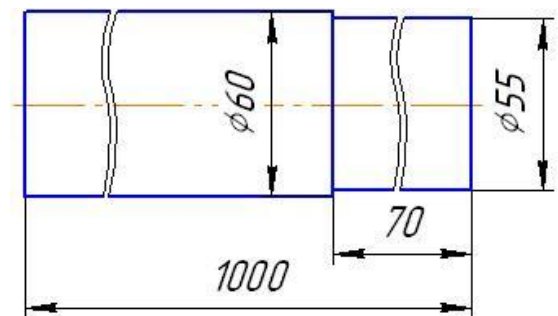
1. Что называется литейным производством?
2. Что входит в состав модельного комплекта?
3. Каково назначение модели и каковы ее отличия от готовой отливки?
4. Каково назначение стержня?
5. Изложите порядок изготовления литейной формы при ручной формовке.
6. Назовите основные литейные свойства сплавов.
7. Что называется жидкотекучестью литейных сплавов?
8. Какие факторы влияют на жидкотекучесть?
9. Что называется усадкой литейных сплавов?
10. Какие дефекты в отливке называются усадкой?
11. Что называется ликвацией литейных сплавов?

Таблица 4.1

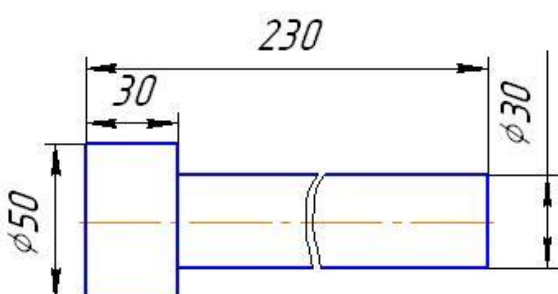
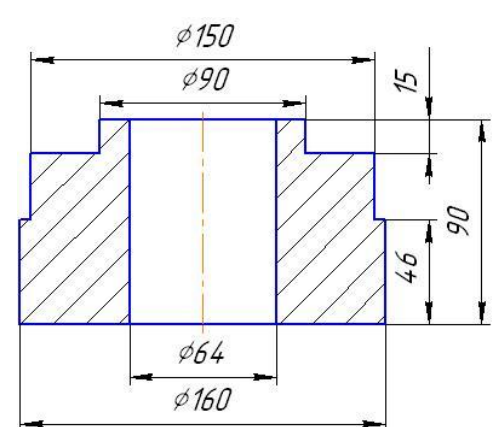
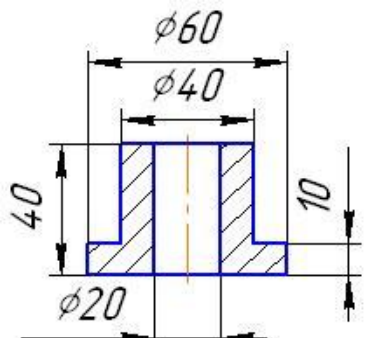
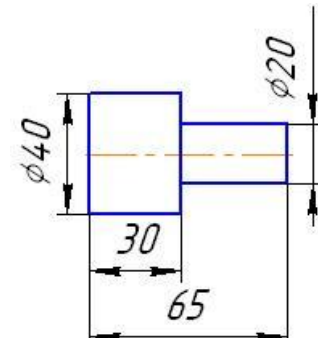
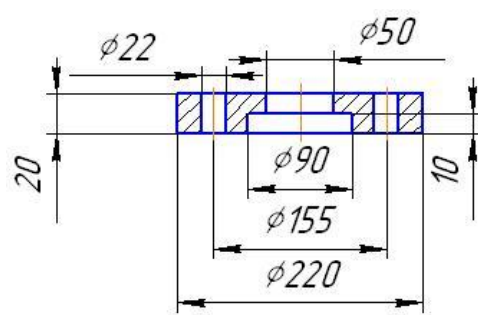
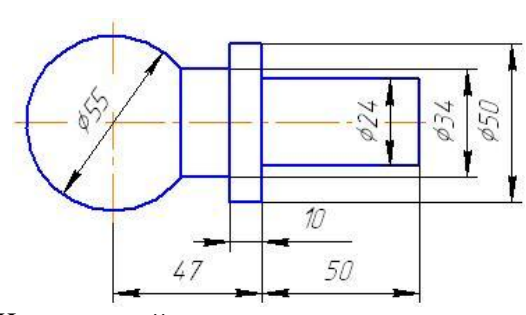
Варианты заданий

<p>Вариант 1</p>  <p>Втулка Материал – Сталь 45Л ГОСТ 977-75</p>	<p>Вариант 2</p>  <p>Втулка Материал – Сталь 20 ГОСТ 1050-88</p>
<p>Вариант 3</p>  <p>Втулка Материал – Сталь 20 ГОСТ 1050-88</p>	<p>Вариант 4</p>  <p>Шайба Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71</p>
<p>Вариант 5</p>  <p>Валик Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>	<p>Вариант 6</p>  <p>Шайба Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>

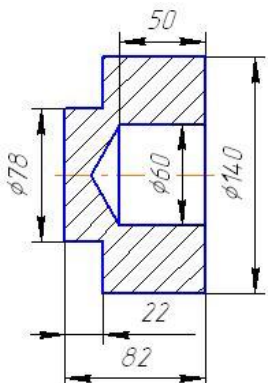
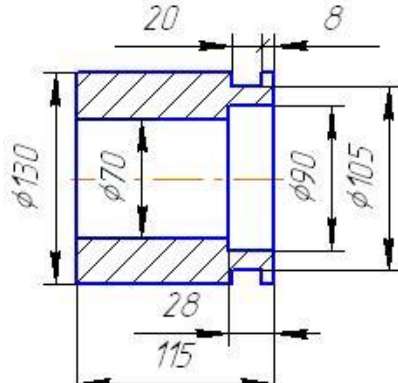
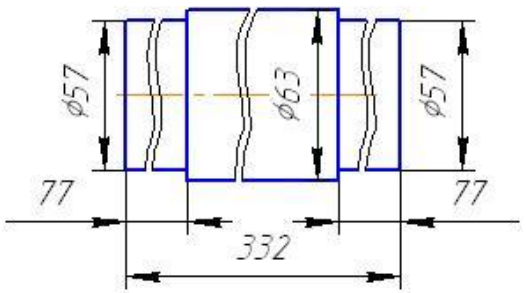
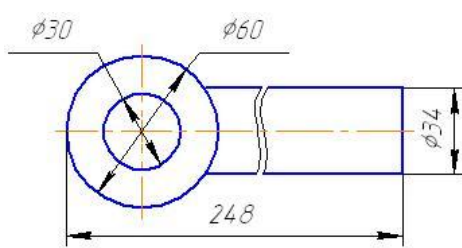
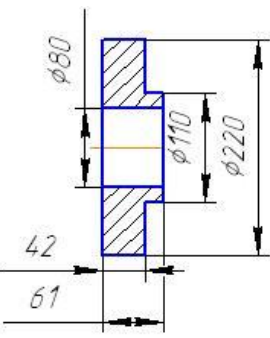
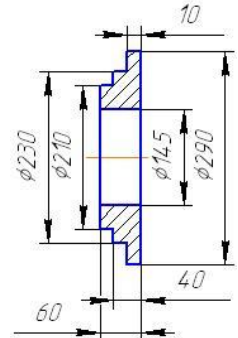
Продолжение таблицы 4.1

<p>Вариант 7</p>  <p>Ось Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>	<p>Вариант 8</p>  <p>Втулка Материал – Сталь 25 ГОСТ 1050-88</p>
<p>Вариант 9</p>  <p>Шайба Материал – АЛ2 ГОСТ 2685-75</p>	<p>Вариант 10</p>  <p>Секция матрицы Материал – X12M ГОСТ 5950-73</p>
<p>Вариант 11</p>  <p>Ось Материал – Сталь 30 ГОСТ 1050-88</p>	<p>Вариант 12</p>  <p>Ось Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>

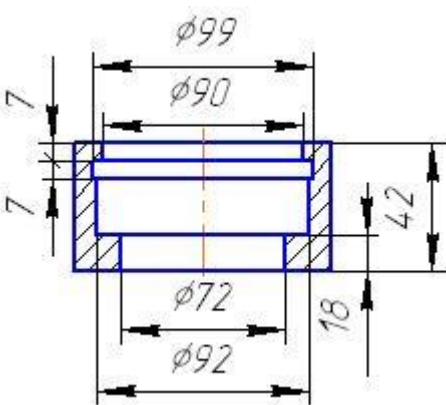
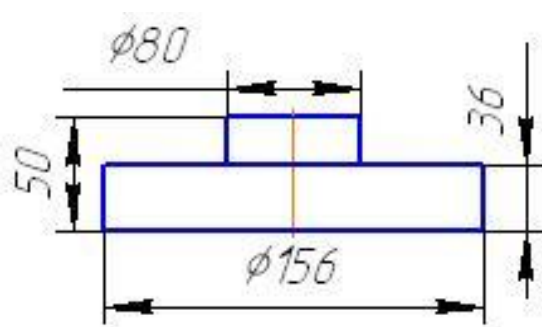
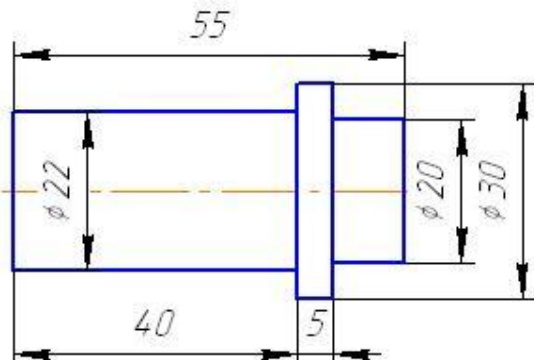
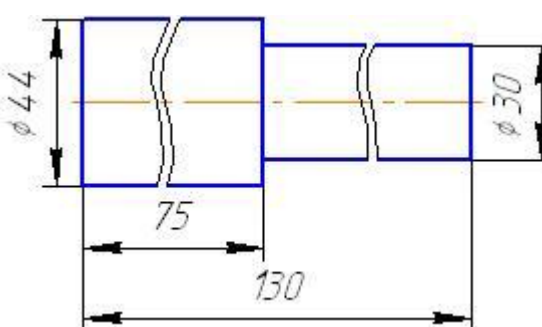
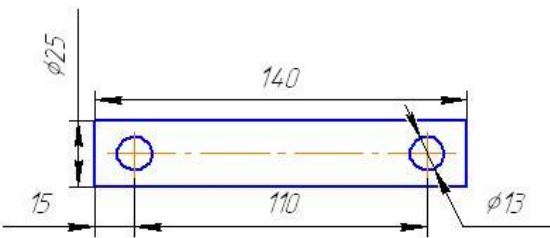
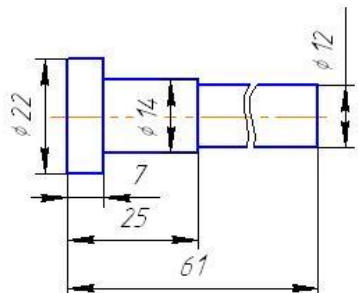
Продолжение таблицы 4.1

<p>Вариант 13</p>  <p>Болт Материал – Сталь 20Х ГОСТ 4543-71</p>	<p>Вариант 14</p>  <p>Гайка Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71</p>
<p>Вариант 15</p>  <p>Матрица Материал – Сталь Х12М ГОСТ 5950-73</p>	<p>Вариант 16</p>  <p>Толкатель Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>
<p>Вариант 17</p>  <p>Крышка Материал – СЧ 12 ГОСТ 1412-85</p>	<p>Вариант 18</p>  <p>Шар сцепной Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71</p>

Продолжение таблицы 4.1

<p>Вариант 19</p>  <p>Дно Материал – Сталь 20Х ГОСТ 4543-71</p>	<p>Вариант 20</p>  <p>Втулка Материал – Ст3 ГОСТ 380-71</p>
<p>Вариант 21</p>  <p>Балансир Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71</p>	<p>Вариант 22</p>  <p>Наконечник Материал – Сталь 20Х ГОСТ 4543-71</p>
<p>Вариант 23</p>  <p>Колесо Материал – Сталь 25Л ГОСТ 977-75</p>	<p>Вариант 24</p>  <p>Колесо Материал – Сталь 45Л ГОСТ 977-75</p>

Окончание таблицы 4.1

<p>Вариант 25</p>  <p>Кольцо Материал – СЧ 12 ГОСТ 14-12-85</p>	<p>Вариант 26</p>  <p>Основание Материал – Сталь 25Л ГОСТ 977-75</p>
<p>Вариант 27</p>  <p>Штуцер Материал – ЛМц 58-2 ГОСТ 15527-70</p>	<p>Вариант 28</p>  <p>Толкатель обратный Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>
<p>Вариант 29</p>  <p>Буфер Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>	<p>Вариант 30</p>  <p>Пуансон Материал – У10А ГОСТ 1435-74</p>