Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по курсам «Технология конструкционных материалов»
и «Технологические процессы в машиностроении
для студентов направлений

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»

очная и заочная формы обучения

Энгельс 2026

Цель работы: изучить возможности использования литейного производства для получения отливок

ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении и металлургии масса литых деталей составляет около 50% массы машин и механизмов; в станкостроении – около 80%; в тракторостроении – около 60%. Это объясняется рядом преимуществ литейного производства по сравнению с другими способами получения заготовок или готовых деталей.

Среди разнообразных способов литья наибольшее применение в промышленности имеет метод литья в разовые песчано-глинистые литейные формы. Этим способом изготавливают 80% всех литых деталей.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

Процесс получения отливки заключается в том, что расплавленный жидкий металл заливают в заранее приготовленную литейную форму, в которой металл, охлаждаясь, затвердевает и принимает требуемую конфигурацию и размеры.

Технологический процесс изготовления отливок в условиях механизированного литейного цеха с заливкой металла в разовые песчано–глинистые формы состоит из ряда технологических операций (рис. 1).

Рассмотрим назначение и содержание основных операций технологического процесса изготовления отливок на примере изготовления фланца.

Рабочий чертеж и масштаб производства являются исходными данными для разработки технологического процесса и необходимой технологической документации.

При этом на основании рабочего чертежа:

а) анализируют литейную технологичность конструкции детали и при необходимости вносят контрольные конструктивные изменения;

б) определяют положение отливки в форме, способ изготовления формы и стержней, конструкцию литниковой системы и т.п.;

в) определяют конструкцию и особенности изготовления модели и стержневых ящиков, их количество и расположение моделей на подмодельной плите;

г) подбирают имеющуюся или проектируют новую технологическую оснастку – опоки, штаты, каркасы и т.п.;

д) подбирают химический состав металла отливки.

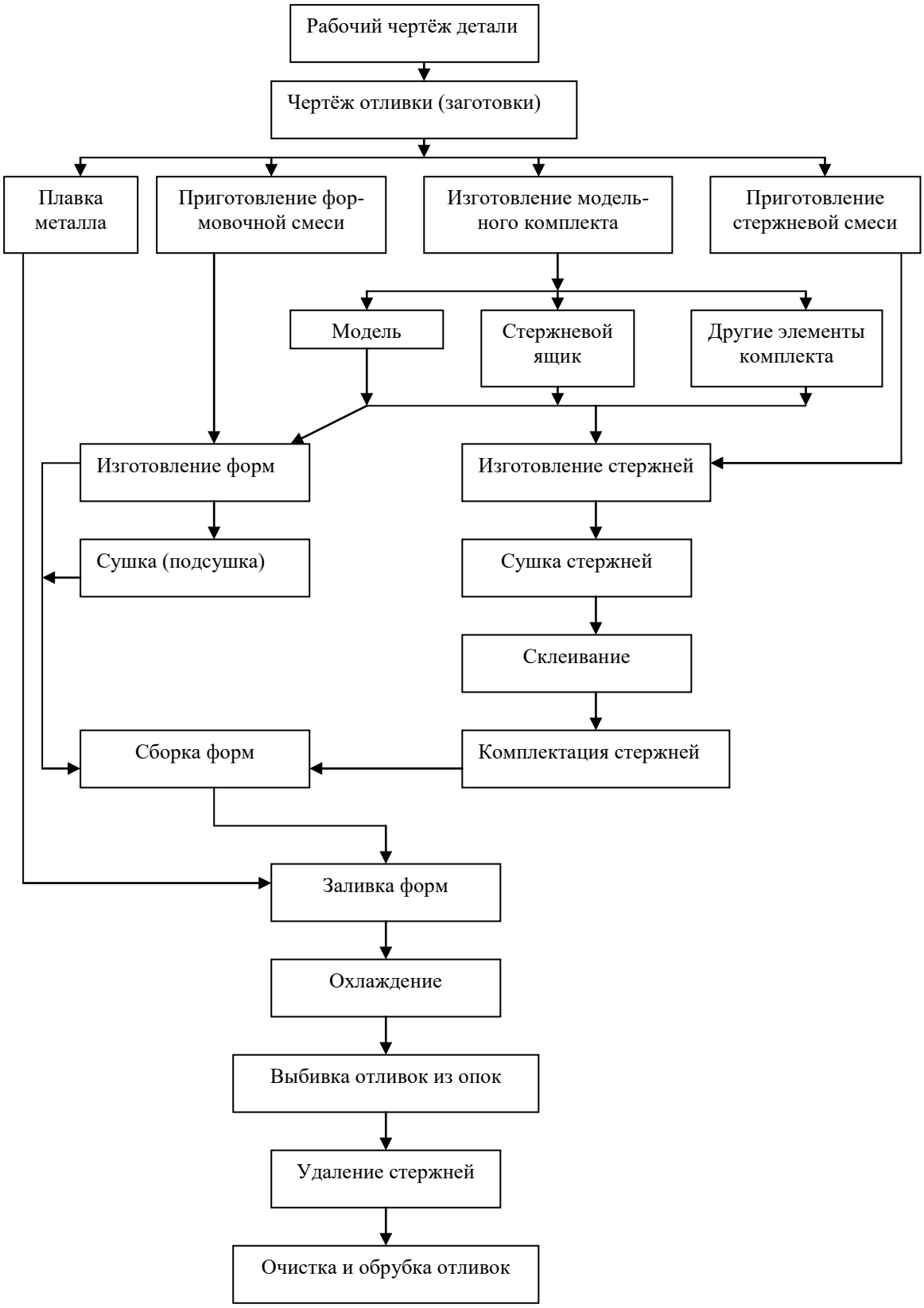

Рис. 1. Схема технологического процесса изготовления отливок

МОДЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ

Часть литейной оснастки, необходимой для получения в форме контуров отлива, называется модельным комплектом. Основные элементы модельного комплекта – модель и стержневые ящики.

Модель – приспособление, при помощи которого в формовочной смеси получают отпечатки (полости), соответствующие наружной конфигурации отливок. Основой для изготовления модели является чертеж детали. При изготовлении модели ее размеры делают больше, чем соответствующие размеры отливки, на величину линейной усадки сплава которая составляет для углеродистой стали 1,5-2%, чугуна 0,8-1,2%, бронз и латуней 1-1,5%. Если отливки подвергаются механической обработке, то в размерах модели дополнительно предусматривают припуски на механическую обработку.

Для облегчения извлечения моделей из формовочной смеси стенки модели должны иметь формовочные уклоны. Материалом для изготовления моделей могут служить дерево, металл и их сплавы, пластмассы.

Модель фланца (рис. 2) состоит из двух половинок (поз. 1,2), точно сцентрированных между собой. Для образования в детали центрального отверстия в форму при сборке вставляют стержень (рис 4, поз. 6). Стержень по очертаниям и размерам должен соответствовать отверстию в отливке. Чтобы обеспечить правильную установку и надежную фиксацию стержней в форме предусматриваются гнезда, образованные соответствующими выступами на модели (см. рис. 2, поз. 3) – знаками.

Стержневые ящики (см. рис. 3) необходимы для изготовления стержней (рис. 4, поз. 6), которые образуют при сборке формы внутреннюю поверхность будущей отливки. Стержневые ящики изготавливают из древесины или металлическими, они могут быть разъемными и неразъемными.

Кроме моделей и стержневых ящиков, в модельный комплект входят следующие элементы:

1. Модели питателей, шлакоуловителей, стояков, выпоров, прибылей и других частей литниковой системы.

2. Модельные плиты для установки или крепления моделей отливки и литниковой системы.

3. Сушильные плиты и приспособления для исполния и контроля форм и стержней.

4. Опоки (см. рис. 4, поз. 1,2) (ГОСТ 2133-75) – прочные и жесткие рамы различной формы, предназначенные для изготовления полуформ (рис 4, поз.3,4) из формовочной смеси путем ее уплотнения.

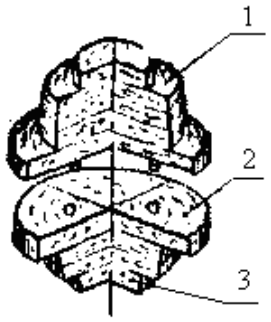

Рис. 2. Модель фланца:
1 – верхняя половина модели,
2 – нижняя половина модели,
3 – знак

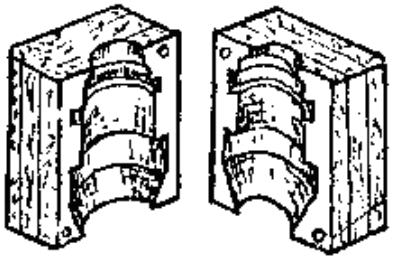

Рис. 3. Стержневой ящик

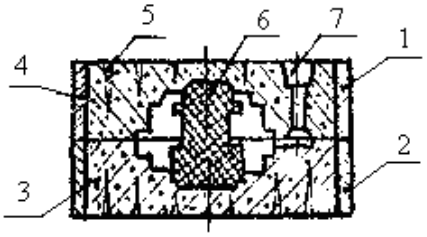

Рис. 4. Литейная форма в сборе:
1 – верхняя опока, 2 – нижняя опока, 3 – нижняя полуформа,
4 – верхняя полуформа,
5 – газоотводный канал,
6 – стержень, 7 – литниковая система.

Требования, предъявляемые к модельным комплектам

1. Модельные комплекты должны обеспечивать возможность получения отливок, конфигурация и геометрические формы которых полностью соответствуют чертежу с учетом припусков на механическую обработку и величины линейной усадки материала отливки.

2. Формовочные уклоны вертикальных стенок и галтелей (закругления внутренне углов) моделей и стержневых ящиков должны обеспечивать свободную выемку моделей из формы и стержней из стержневого ящика и целостность формы и стержней.

3. Модельные комплекты должны быть прочными и жесткими, не разрушаться и не искажать своих очертаний и размеров от напряжений, возникающих при изготовлении форм и стержней.

4. Поверхности модели должны быть гладкими, чистыми, к ним не должна прилипать сырая формовочная и стержневая смесь.

5. Модельные комплекты должны быть долговечными, недорогими, изготовлены из недефицитных материалов.

ЛИТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Литниковые системы предназначены для заполнения литейной формы жидким металлом, для отделения от металла шлаковых и газовых включений и в отдельных случаях для дополнительной подачи металла к отливкам в процессе их затвердевания и усадки.

Основными элементами литниковой системы являются литниковая чаша, стояк, шлакоуловитель, питатели (рис. 5).

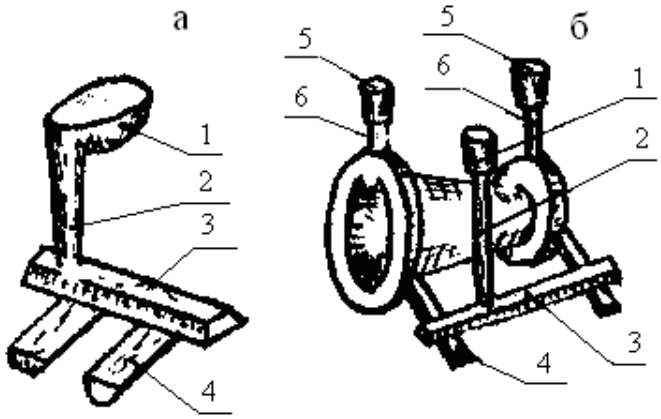

Рис. 5. Элементы литниковой системы: а) без выпора; б) с выпором;
1 – литниковая чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатель;
5,6 – чаша и стояк выпоров

Литниковая чаша 1 применяется для форм, заливаемых через носок ковша, при производстве средних и крупных отливок. Литниковая чаша принимает на себя часть динамического напора жидкого металла, поступающего из литейного ковша, частично задерживает шлак, предупреждая его испарение непосредственно в стояк, и уменьшает разбрызгивание жидкого металла.

Литниковый стояк 2 представляет собой вертикальный литниковый канал, соединяющий литниковую чашу со шлакоуловителем. Стояк выполняется в верхней полуформе по модели и может иметь круглую или коническую форму.

Шлакоуловитель 3 – горизонтальный литниковый канал, связывающий стояк с питателем. Он предназначен для подвода металла и улавливания шлака и других неметаллических включений, увлекаемых жидким металлом по пути в форму. Шлакоуловители выполняют в верхней полуформе и имеют трапециевидную форму. Питатель 4 – литниковый канал, подводящий металл непосредственно к отливке. Скорость металла, вытекающего из питателей, должна быть по возможности малой.

На верхних частях средних и крупных отливок делают выпоры 5 со стояками 6 – канаты для выхода из формы газов и всплывающих неметаллических включений. Они содействует нормальной усадке застывающего шлака.

При производстве отливок из металлов, имеющих большую усадку (сталь, алюминиевые сплавы), вместо выпоров ставят прибыли, которые предназначены для питания отливок жидким металлом в момент их твердения.

Для лучшего задерживания шлака в литниковой системе выдерживают следующее соотношение величины стояка, шлакоуловителя и питателей:

$$F_{ст} : F_{шл} : F_{п} = (1{,}1 \div 1{,}4) : (1{,}05 \div 1{,}2) : 1$$

ФОРМОВОЧНЫЕ И СТЕРЖНЕВЫЕ СМЕСИ

Формы и стержни соответственно изготавливаются из формовочных и стержневых смесей. Рабочие поверхности форм и стержней, находясь длительное время под воздействием жидкого металла, испытывают значительные физические и механические нагрузки. Поэтому формовочные и стержневые смеси и изготовленные из них формы и стержни должны удовлетворять следующим требованиям:

1) формовочные и стержневые смеси должны быть пластичными, должны легко и отчетливо воспроизводить полный отпечаток модели или стержневого ящика, при затвердевании сохранять принятую ими определенную конфигурацию;

2) быть достаточно прочными, чтобы противостоять толчкам при транспортировании, сборке и скреплении полуформ и не разрушаться под воздействием заливаемого металла;

3) быть огнеупорными, не размягчаться и не оплавляться под влиянием высокой температуры жидкого металла (1240–1600°С);

4) обладать способностью легко пропускать наружу все образующиеся газы и пары;

5) быть податливыми, не мешать линейной и объемной усадке при остывании металла;

6) обладать хорошей теплопроводностью;

7) обладать наименьшей газотворной способностью;

8) не должны быть гигроскопичны;

9) обладать хорошей выбиваемостью;

10) литейная форма и стержни должны быть изготовлены из дешевого и недефицитного материала.

Формовочные и стержневые смеси изготавливаются из песка, глины и вспомогательных материалов, к которым относятся: связующие добавки, противопригарные добавки и добавка для обеспечения податливости, газопроницаемости и для уменьшения прилипаемости.

Составы формовочных смесей, применяемых в литейном производстве, зависят от характера литья, культуры производства, уровня механизации.

Наиболее распространенные формовочные смеси классифицируются в зависимости от следующих показателей:

а) характера использования: облицовочные, наполнительные, единые или общие;

б) состояния форм перед заливкой в них металла: для сырых форм, для сухих форм, для поверхностно-подсушиваемых форм, для химически твердеющих форм;

в) массы отливки и толщины ее стенок: для мелкого литья, для среднего литья, для крупного литья;

г) рода заливаемого металла: для чугунного, цветного и стального литья.

Облицовочные смеси при формовке прилегают к модели. Слой облицовочной смеси толщиной 15-80 мм при заливке и остывании формы непосредственно соприкасается с жидким металлом. Для ее получения берут большее количество свежих материалов (песка и глины). Остальной объем заполняется наполнительной смесью – менее качественной, состоящей в основном из оборотной земли.

Единые формовочные смеси служат для набивки всего объема формы и применяются при машинной формовке мелкого и среднего литья. Состоит единая смесь из переработанной использованной смеси, в которую вводят до 20% свежих добавок. Состав формовочных смесей выбирают в зависимости от литейного сплава, с учетом его температуры плавления, усадки и других свойств, а также размеров отливки.

Основным компонентом формовочной смеси является песок (ГОСТ 2138-74). Наиболее часто применяется кварцевый песок, состоящий из кремнезема, обладающего высокой огнеупорностью ($T_{пл}$ = 1713°С). В природных кварцевых песках всегда содержите глина. По содержакию глины пески делятся на кварцевые, содержащие до 2% глины и 90–97% SiO_2, и глинистые, у которых содержание глины от 2 до 50%.

Глинистые пески в зависимости от содержания глины делятся на тощие, полужирные, жирные и очень жирные. Последние содержат до 50% глины. Важной характеристикой являются размер и форма зерен песка, оказывающие большое влияние на прочность, газопроницаемость и другие свойства формовочных смесей. По крупности зерен песок подразделяемся на мелкий с размером зерен 0,1–0,2 мм; средний – 0,2–0,3 мм; крупный – 0,4 мм.

Глина является вторым исходным материалом для большинства формовочных смесей. Глины представляют собой измельченные горные породы, которые после увлажнения имеют высокую пластичность. Основным компонентом глин является коалинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_20$. В формовочных смесях глины являются связующим веществом, придающим смеси пластичность и прочность. С увеличением содержания глины пластичность смеси возрастает, однако уменьшается ее газопроницаемость.

С целью улучшения качества формовочных смесей в их состав вводят различные добавки и связующие вещества. В качестве противопригарных добавок для получения чугунных отливок применяют каменноугольную пыль, для стальных – пылевидный кварц, для бронзовых и латунных отливок – мазут, Противопригарные добавки наносятся на поверхность формы или входят в состав смеси.

Для увеличения податливости и газопроницаемости смеси в ее состав вводят древесные опилки, при сгорании которых образуются поры, что увеличивает газопроницаемость.

Для улучшения качества формовочных смесей применяются различные связующие вещества, повышающие прочность, газопроницаемость и податливость смесей. Для стального литья применяется в качестве связующего сульфид-спиртовая барда. Широкое применение нашли смеси, в которых в качестве связующего применяется жидкое стекло, представляющее собой водный раствор силиката натрия Na_2O (2,5÷3)SiO_2.

Типовые составы формовочных смесей для чугунного, стального литья и литья из медных и алюминиевых сплавов приведены в табл. 1.

Для изготовления стержней применяются стержневые смеси. При заливке стержни, как правило, со всех сторон омываются жидким металлом. Поэтому условия их работы наиболее жесткие. Стержневые смеси состоят из чистого кварцевого песка с минимальным содержанием глинистых веществ. В качестве связующего применяются фенолформальдегидные, карбамидные смолы, жидкое стекло, высыхающие масла.

Таблица 1

Состав формовочных смесей

Наименование смеси	Состав смеси, % по весу						Содержание глины	Влажность
	отработанная смесь	свежие материалы		добавки		связующее		
		песок	глина	камен. уг. пыль	древесные опилки			
Чугунное литьё								
Облицовочная	40–75	22–62	–	3–5	0,3–12	–	8–9	4–6
Единая	85–91	8–12	–	1–1,2	–	–	–	–
Стальное литьё								
Облицовочная	40–80	16–50	4–9	–	–	0,5–1,2 сульфитная	1–15	4–5
Единая	85–95	6–8	–	–	–	барда	–	–
Литьё из медных сплавов								
Облицовочная	40–80	18–40	–	–	–	мазут	8–12	4,5–7
Единая	88–92	7–10	–	–	–	0,4–1,5	–	–
Литьё из алюминиевых сплавов								
Облицовочная	60–80	20–40	–	–	–	сульфитная барда	8–12	4–6
Единая	90–92	8–10	–	–	–	0,5–1	–	–

ЛИТЕЙНАЯ ФОРМА И СТЕРЖНИ

Литейная форма (см. рис. 4) должна соответствовать наружной форме отливаемой детали и должна создавать условия для получения отливок хорошего качества, то есть плотных, с чистой гладкой поверхностью без

внутренних дефектов (раковин, трещин и т.д.).

Простые отливки, не имеющие внутренних полостей и отверстий, обычно получают, используя одну литейную форму.

Сложные отливки, имеющие внутренние полости, отверстия, впадины и нависающие части, можно получать, применяя литейную форму и стержни. Если литейная форма воспроизводит, главным образом, наружные контуры отливок, то стержни предназначены для образования в них необходимых внутренних полостей и отверстий. В отдельных случаях при помощи стержней частично или полностью можно получать и наружные очертания отливки. Это делается в тех случаях, когда на поверхности имеются выступы или углубления, препятствующие извлечению модели и формы. Стержни изготавливают отдельно от формы и устанавливают в литейную форму при сборке. Формы, изготавливаемые для каждой отливки заново, называются разовыми.

В зависимости от метода уплотнения формовочной смеси в опоках различают машинный и ручной способы изготовления разовых форм. В зависимости от состояния перед заливкой металла формы могут быть сырыми, сухими, поверхностно-подсушиваемыми и химически твердеющими. Заполнение формы жидким металлом осуществляется через литниковую систему.

ФОРМОВОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Сборщику литейных форм при выполнении технологических операций по сборке, а также для исправления повреждений формы и стержней приходится пользоваться разнообразными инструментами. К их числу относятся: лопата, пневматическая трамбовка, молоток, гладилки, крючки, кисточки, щетки и т.д. (рис. 6).

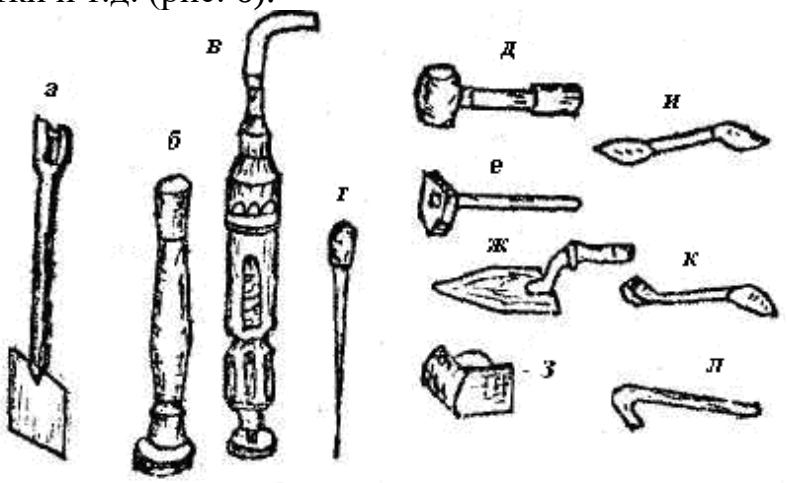

Рис. 6. Формовочный инструмент: а) лопата; б) ручная трамбовка; в) пневматическая трамбовка; г) душник; д) киянка; е) молоток; ж) гладилка плоская; з) гладилка угловая; и) ланцет; к) ложечка; л) крючок

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ФОРМ

1. Подготовка технологической оснастки. Перед началом формовки тщательно осматривают подмодельную плиту, литниковую систему, опоки и оценивают их исправность. Устанавливают на подмодельную плиту нижнюю опоку (см. рис.4, поз. 2), одну половину модели фланца (рис. 2, поз. 2) плоскостью разъема вниз и модели питателей.

Перед началом формовки и через каждые 4-5 съемов модель тщательно протирают или опрыскивают из пульверизатора керосином или смесью керосина с мазутом. В результате формовочная смесь не прилипает к модели.

2. Облицовка модели. На модель и разъем формы наносят облицовочную формовочную смесь толщиной 20-30 мм, после чего смесь уплотняют.

3. Заполнение опок смесью и ее уплотнение. Остальной объем опоки заполняют наполнительной смесью. Формовочная смесь, обладая хорошей текучестью, легко заполняет все свободное пространство в опоке и хорошо воспроизводит отпечаток модели. Чтобы придать форме достаточную прочность смесь в опоке уплотняют до определенной степени.

4. Вентиляция форм. Естественной газопроницаемости смеси бывает недостаточно для свободного выхода газов и паров, образующихся при заливке формы расплавленным металлом. Поэтому создают искусственную вентиляцию форм. Для этого в толще набитой формы выполняют газоотводные каналы (см. рис. 4. поз. 5) при помощи наколов душником. Наколы душником заносят со стороны набивки формы после уплотнения и срезания лишней формовочной смеси заподлицо с опокой. Для малых форм вентиляционные каналы выполняют диаметром 4-5 мм, для крупных – 5-6 мм. Расстояние между отдельными вентиляционными каналами выдерживают в пределах от 40 до 70 мм. До поверхности модели наколы не должны доходить на 10-15 мм.

5. Извлечение модели из формы. Извлечение модели из формы является ответственной технологической операцией, непосредственно влияющей на получение хорошего, без повреждений, отпечатка модели с правильной геометрией. Для извлечения модели из формы заформованную опоку переворачивают на 180° разъемом вверх. Затем модель слегка расталкивают во все стороны и, постукивая молотком по подкладкам, наложенным на модель, вынимают модель вертикально вверх. Грубое расталкивание модели при выеме из формы вызывает увеличение размеров отливки и толщины ее стенок.

6. Отделка формы. Отделывают формы сразу после выема модели. Отделка формы включает в себя проверку плотности и равномерности

набивки формы, выполнение галтелей там, где они оформлены моделью, прошпиливание непрочных частей форма и отдельных ее поверхностей и припыливание или окраску формы.

Плотность и равномерность набивки формы проверяют твердомером или наощупь. Слабо и слишком сильно набитые формы бракуют. Окрашивают форму литейной краской при помощи пульверизатора или плоской волосяной кисти. Формы, заливаемые по сырому, припыливают графитом или цементом.

Аналогично изготавливают верхнюю полуформу (см. рис. 4, поз. 4) со шлаковиком и стояком.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТЕРЖНЕЙ

1. Подготовка технологической оснастки включает в себя осмотр оснастки с целью оценки ее исправности. Стержневой ящик перед началом работы протирают или опрыскивают из пульверизатора керосином или смесью керосина с мазутом для того, чтобы стержневая смесь не прилипала к ящику.

2. Заполнение стержневого ящика стержневой смесью и ее уплотнение. Осуществляется аналогично изготовлению литейной формы.

3. Армирование стержней. Для увеличения прочности и жесткости стержней внутрь стержней при их изготовлений закладывают металлическую арматуру – каркасы.

Каркасы могут быть проволочными, литыми, сварными и разборными.

4. Вентиляция стержней. Наиболее распространенными способами выполнения в стержнях искусственной вентиляционной системы являются:

– накалывание вентиляционных каналов душником;

– выполнение вентиляционных каналов при помощи шомполов или шнура, закладываемых в стержень при набивке.

Шомпола и шнур вытягивают после набивки через стенки стержневого ящика до извлечения из него стержней.

5. Отделка сырых стержней. Осуществляется аналогично отделке литейных форм.

6. Сушка стержней. Почти все стержни, независимо от их размеров, конфигурации и стержневой смеси, сушат в сушильных печах. Сушкой повышают прочность стержней и газопроницаемость и снижают их газоотводную способность. Сушка осуществляется в камерных сушилках.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ СБОРКИ ФОРМ

1. Подготовка полуформ к сборке. Подготовка литейной формы к сборке начинается с установки нижней полуформы на рабочее место сборщика. При установке нижних полуформ под сборку необходимо соблюдать следующие условия:

– место сборки форм, как правило, должно быть и местом заливки форм металлом;

– опорная поверхность нижней полуформы должна с притиркой плотно, без зазора прилегать к площадке;

– положение нижней полуформы должно быть горизонтальным, чтобы
не ухудшать условий заливки формы жидким металлом.

2. Установка стержней в форму. Является ответственной операцией сборки, от которой, в основном, зависит правильность и точность конфигурации и разборов отливки. Стержень устанавливают сверху в знаковую часть нижней полуформы.

3. Проверка точности собираемой формы. В соответствии с ГОСТ все чугунные и стальные отливки выполняют по трем классам точности. Первый класс допускает наименьшее отклонение. Третий класс – наибольшее.

Правильность установки и закрепления стержней в форме достигается при помощи линеек и специальных шаблонов.

4. Спаривание полуформ. Операция спаривания литейных полуформ заключается в накладывании верхней половины формы на ее нижнюю половину.

При спаривании полуформ особое внимание уделяется предупреждению ухода жидкого металла из формы по разъему. В сырых формах плотное прилегание полуформ друг к другу достигается за счет подрезки верхнего слоя формовочной смеси нижней полуформы. Для этого по периметру формы гладилкой или ланцетом под углом примерно в 45° подрезают верхний слой, приподнимая смесь. При установке верхней полуформы плоскость ее разъема придает приподнятый слой смеси и создает при этом плотное соединение полуформ.

Центрирование спариваемыми полуформ производят контрольными штырями по соответствующим отверстием в ушках опок по системе «Штырем» или «На штырь».

5. Подготовка собранной формы к заливке. Во избежание подъема верхней полуформы под действием гидростатического давления жидкого металла обе полуформы скрепляют друг с другом болтами, скобами, струбцинами, стяжками или же накладывают сверху груз.

После наливки металла получают отливку (рис. 7), которая подвергается обработке в соответствии с технологическим процессом (см. рис. 1).

Рис. 7. Отливка фланца

Лабораторная работа 1
ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАЗОВОЙ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ ИЗ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ СМЕСИ

Цель работы: ознакомление с основными технологическими операциями изготовления разовых литейных форм.

Задание

1. Ознакомиться с составом и назначением формовочных и стержневых смесей.

2. Изучить модельный комплект, опочный инвентарь, формовочный инструмент.

Изготовить разовую литейную форму для отливки фасонной детали путем формовки песчано-глинистой смеси в двух опоках по разъемной модели.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Технология изготовления литейной формы состоит из следующих операций.

1. Установить на подмодельную плиту нижнюю опоку проушинами вниз, одну половину модели детали плоскостью разъема вниз и модели питателей.

2. На модель нанести небольшое количество облицовочной формовочной смеси, уплотняя ее руками вокруг всей модели. Затем заполнить наполнительной смесью остальной объем опоки.

3. Клиновым концом трамбовки уплотнить смесь сначала у стенок опоки; добавить смесь сначала выше края опоки и уплотнить ее тупым концом трамбовки.

4. Удалить линейкой излишек смеси заподлицо с опокой и наколоть душником вентиляционные каналы.

5. Перевернуть заформованную опоку на 180° разъемом вверх; установить по центрирующим шипам верхнюю половину модели детали и модель шлакоуловителя.

6. Посыпать разъем формы тонким слоем сухого кварцевого песка; установить по центрирующим штырям верхнюю опоку и модели стояка и выпоров.

7. Наполнить верхнюю опоку формовочной смесью и уплотнить смесь.

8. Удалить линейкой излишек смеси заподлицо с опокой.

9. Прорезать вокруг стояки литниковую чашу. Слегка раскачивая модели стояка и выпоров, удалить их из верхний полуформы.

10. Наколоть душником вентиляционные каналы.

11. Снять верхнюю опоку и перевернуть её на 180° разъемом вверх.

12. Из каждой полуформы после легкого раскачивания извлечь половины моделей детали и модели питателя и шлакоуловителя.

13. Подправить нарушенные места формы и удалить осыпавшуюся смесь.

14. Покрыть внутренние полости формы краской или припылом и уложить в знаки нижней половины формы стержень.

15. Собрать форму (готовая форма может быть залита расплавленным металлом).

Лабораторная работа 2
(учебно-исследовательская)
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ НА ЕЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ

Цель работы: ознакомление с методикой определения прочности и газопроницаемости формовочных смесей; определение влияния состава формовочной смеси на ее указанные свойства.

Задачи исследования: используя 5 серий стандартных образцов (по 3 образца в серии), изготовленных из песчано-глинистой формовочной смеси с различными составами по содержанию песка и глины, определить влияние, состава формовочной смеси на ее прочность и газопроницаемость.

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ НА ЕЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ

Оборудование, приборы, материалы

1. Лабораторный копер с металлической гильзой для изготовления

стандартных образцов (рис. 8).

2. Пять ящиков с формовочной смесью различного состава по содержанию песка и глины.

3. Весы с разновесом.

4. Прибор для определения газопроницаемости типа ФП-2У (рис. 9).

Методика проведения исследования

1. Изготовить стандартный образец серии 1:

а) используя весы и разновес, приготовить навеску весом 170 г, из формовочной смеси ящика 1;

б) засыпать навеску в металлическую гильзу 9 (рис. 8), установленную на поддоне 4;

в) подъемником 8 копра (рис. 8) поднять шток 2 с грузом 3;

г) установить поддон с гильзой, наполненной формовочной смесью, на станину копра под бойком 7;

д) подъемником 8 плавно опустить боек 7 в гильзу до соприкосновения со смесью;

е) вращением рукоятки 6 эксцентрика 5 уплотнить смесь тремя ударами груза 3 (вес груза 6,35 ± 0,015 кг, высота падения 50 ± 0,25 мм);

ж) проконтролировать высоту образца в гильзе по трем рискам, нанесенным через 1,5 мм на стойке станины. Совпадение риски, нанесенной на штоке, со средней риской на стойке станины соответствует высоте образца 50 мм. Крайние риски показывают на допустимые отклонения образца по высоте ± 1,5 мм;

з) снять гильзу с поддоном со станины корпуса.

2. Произвести испытание образца на газопроницаемость:

а) поставить кран 10 (рис. 9) в положение «открыто» и плавно выдвинуть колокол 3 из бака 5 так, чтобы появилась отметка «х» на колоколе;

б) поставить кран 10 в положение «закрыто»;

в) вынуть из гильзы с находящимся в ней образцом поддон;

г) надеть потно на чашку затвора гильзу с находящимся в ней образцом 7 так, чтобы образец находится наверху;

д) поставить кран в положение «испытание»;

е) пустить секундомер в момент прохождения верхнего края бака 5 отметки «О» на корпусе колокола 3;

ж) зафиксировать в протоколе испытаний давление воздуха (Р, кгс/см^2) по показанию манометра в момент прохождения края бака 5 отметки «1000» на корпусе колокола 3;

з) остановить секундомер в момент прохождения края бака отметки «2000» на корпусе колокола 3;

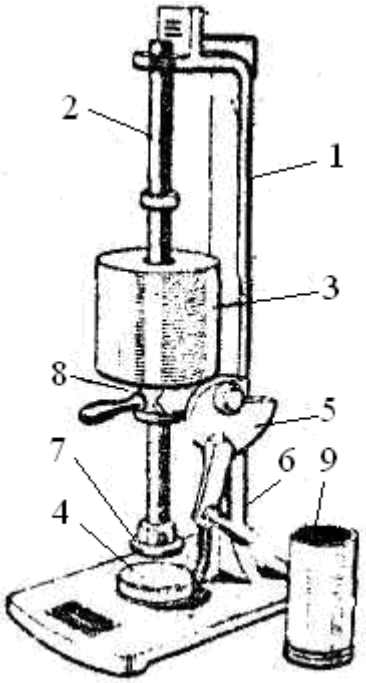

Рис. 8. Лабораторный копер: 1 – стойка станины; 2 – шток; 3 – груз; 4 – поддон; 5 – эксцентрик; 6 – рукоятка; 7 – боёк; 8 – подъёмник; 9 – гильза

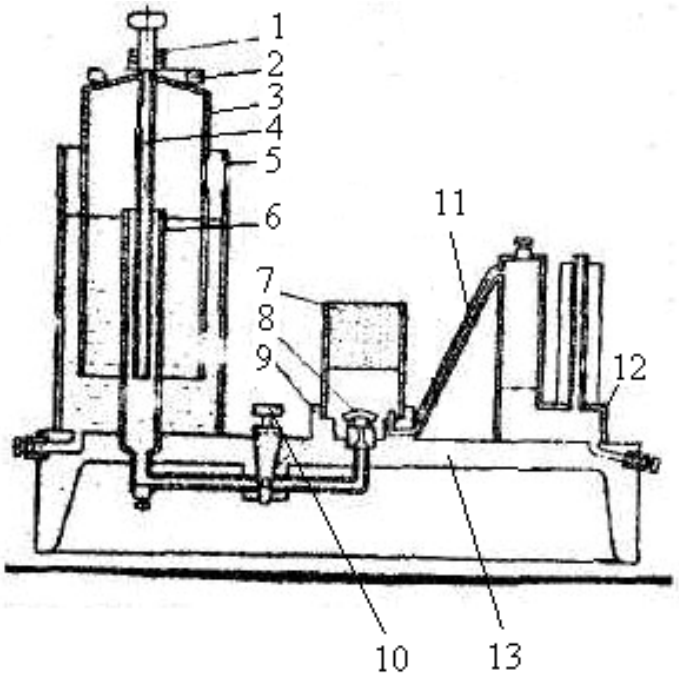

Рис. 9. Схема прибора для определения газопроницаемости: 1 – ручка; 2 – грузы; 3 – колокол; 4 – стержень; 5 – бак; 6 – направляющая трубка; 7 – исследуемый образец; 8 – ниппель; 9 – чашка затвора; 10 – трёхходовой кран; 11 – воздухопровод; 12 – водяной манометр; 13 – станина.

и) зафиксировать показание секундомера (Т, мин) и занести его в соответствующую графу протокола испытаний.

3. Определить газопроницаемость по формуле:

$$К = \frac{V \cdot h}{F \cdot P \cdot T} = \frac{2000 \cdot 5}{19{,}635 \cdot P \cdot T} = \frac{509{,}5}{P \cdot T},$$

где $V = 2000$ см^3 − объём продуваемого воздуха;

$h = 5$ см − высота образца;

$F = 19{,}635$ см^2 − площадь поперечного сечения образца;

P – давление воздуха, измеряемое по манометру, см вод. столба;

T − время прохождения воздуха, мин.

4. Занести полученный результат в соответствующую графу протокола испытаний.

5. Снять гильзу с находящимся в ней образцом с чаши затвора.

6. Осторожно вытолкнуть поршнем образец из гильзы и поместить его на соответствующее место стеллажа.

7. Повторить пункты 1-6 последовательно для образцов 2 и 3 серии 1.

8. Определять среднеарифметическое значение газопроницаемости формовочной смеси образцов серии 1.

$$К_{ср1} = \frac{К_1 + К_2 + К_3}{3}.$$

9. Занести полученный результат в соответствующую графу протокола испытаний.

10. Повторить работу по пунктам 1-9 последовательно для образцов 1,2,3 серий 2,3,4 и 5.

11. Состав формовочной смеси по содержанию песка и глины для каждой серии зафиксировать в соответствующих графах протокола испытаний.

12. Построить графическую зависимость газопроницаемости формовочной смеси от содержания в ней глины.

13. По значению полученной газопроницаемости из табл. 2 определить, для какого вида литья пригодна исследованная смесь.

14. Сделать вывод по работе.

Таблица 2

Значение газопроницаемости для различных условий формовки

Металл	Назначение смеси	Масса отливки	Газопроницаемость
Чугун	Для формовки		
	по сырому	1	10–30
	по сырому	до 20	30–80
	по сырому	до 2000	80–120
	по сухому	до 10000	80–150
Сталь	Для формовки		
	по сырому	до 500	80–120
	по сухому	до 5000	80–120
Бронза			
Латунь	Для формовки по сухому		30–80
Все сплавы	Стержни		80–120

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ НА ЕЁ ПРОЧНОСТЬ

Оборудование, приборы, материалы

Рычажный прибор для испытания формовочной смеси на сжатие типа РА-2 (рис. 10).

Стандартные образцы (используются три серии стандартных образцов, извлеченных из гильз после испытания на газопроницаемость.

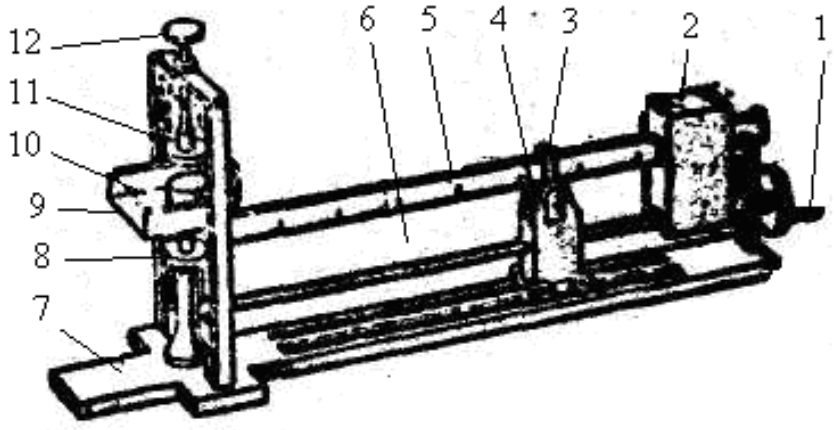

Рис. 10. Прибор для определения сжатых сырых образцов: 1 – рукоятка; 2 – груз; 3 – указатель; 4 – каретка; 5 – рычаг; 6 – винт; 7 – основание; 8 – вертикальная стойка; 9 – нижняя площадка; 10 – лоток; 11 – верхняя площадка; 12 – винт

Методика проведения исследования

1. Установить указатель 3 (рис. 10) каретки 4 на нулевое делекие шкалы рычага 5.

2. Поставить испытуемый образец 1 серии 1 на нижнюю площадку 9 и поворотом винта 12 прижать площадку 11 вплотную к поверхности образца, но без лишнего нажима.

3. Вращением рукоятки 1 передвинуть каретку 4 до момента разрушения образца.

4. Зафиксировать положение указателя каретки, соответствующее моменту разрушения образца (градуировка шкалы в кгс/см^2 что характеризует напряжение сжатия $\sigma_{сж}$).

5. Занести показания в соответствующую графу протокола, исследования.

6. Ослабив винт 12, удалить образец.

7. Повторить пункты 1-6 для образцов 2 и 3 серии 1.

8. Определить среднеарифметическое значение прочности формовочной смеси серии 1:

$$\sigma_{сж.ср} = \frac{\sigma_{сж1} + \sigma_{сж2} + \sigma_{сж3}}{3} \text{ кгс/см}^2.$$

Полученный результат занести в соответствующую графу протокола исследования.

9. Повторить работу по пунктам 1-8 последовательно для образцов 1,2,3 серий 2,3,4 и 5.

10. Построить графическую зависимость прочности формовочной смеси от содержания в ней глины.

11. По результатам определения прочности, согласуясь с табл. 3, решить вопрос, для какого вида литья ложно рекомендовать исследо-

ванную смесь.

12. Сделать вывод.

13. Сделать общее заключение о влиянии содержания глины в смеси.

Таблица 3

Прочность смесей (кгс/см^2) для различных видов литья

Масса отливки, кг	Сплавы		
	сталь	чугун	цветные сплавы
До 200	0,2–0,35	0,3–0,5	0,3–0,5
200–1000	0,3–0,45	0,4–0,7	0,3–0,5
Свыше 1000	0,3–0,6	0,5–0,8	0,3–0,5

ЛИТЕРАТУРА

1. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. / А.М. Дальский, Т.М. Барсуков, Л.Н. Бухаркин и др. − М.: Машиностроение, 2008 − 560 с.
2. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. − М.: Высшая школа, 2008. – 876 с.

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Методические указания
к выполнению лабораторной работы

Составили: АРТЕМЕНКО Александр Александрович
БАСКОВ Лев Васильевич
КОНОПЛЯНКИН Сергей Владимирович

Рецензент Г.А. Козлов
Редактор Е.В. Горбунова

Подписано в печать Формат 60x84 1/16
Бум. тип. Усл.-печ.л. 1,16 (1,25) Уч.-изд.л. 1,1
Тираж 100 экз. Заказ Бесплатно
Саратовский государственный технический университет
410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Копипринтер СГТУ, 410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77