

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

Методические указания
к лабораторной работе по курсу
«Проектирование и производство заготовок»
по теме **«Анализ качества и проектирование заготовок,**
получаемых литьём в земляные формы»
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»
дневной и заочной форм обучения

УДК 621.7/9-412(075.8)

В методических указаниях приведены основные теоретические сведения по теме «Анализ качества и проектирование заготовок, получаемых литьём в земляные формы», приведены подробные рекомендации по выполнению лабораторной работы на данную тему, а также требования к содержанию и оформлению отчета. Методические указания предназначены для студентов специальности 1-36 01 01 Технология машиностроения дневной и заочной форм обучения.

Составители: А. Н. Парфиевич, к. т. н., заведующий кафедрой
прикладной механики
В. А. Сокол, ст. преп. кафедры машиностроения и эксплуатация
автомобилей;
Ю. Н. Саливончик, ст. преп. кафедры машиностроения
и эксплуатации автомобилей;
С. В. Савчук, к. т. н., доцент кафедры «Машиностроения
и эксплуатации автомобилей
А. Н. Винник, ст. преп. кафедры архитектуры

ТЕМА: АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ ЛИТЬЁМ В ЗЕМЛЯНЫЕ ФОРМЫ

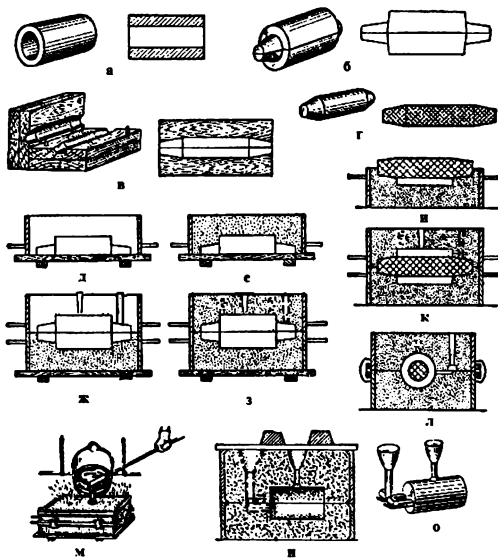
Цель работы: практическое освоение проектирования заготовок, получаемых методом литья в песчаные формы и приобретение навыков оценки их качества.

Работа рассчитана на четыре академических часа.

Основные положения

Способ литья в песчаные формы является наиболее распространённым и применяется для получения отливок из всех литейных сплавов с широким диапазоном в отношении размеров и массы. Отливки получают в литейных формах, изготовленных из формовочных и стержневых смесей.

Основными операциями технологического процесса получения отливок являются: изготовление модели, выполнение литейной формы, плавка металла и заливка его в формы, выбивка отливок из форм, обрубка и очистка литья (рисунок 1).



а – отливка (втулка); б – разъёмная деревянная модель втулки; в – стержневой ящик; г – стержень с коническими выступами по краям, устанавливаемый стержневой знак; д – установка нижней половины модели в нижнюю опоку; е – формовка нижней опоки; ж – переворот нижней опоки, установка верхней половины модели и моделей литника и выпора (чаша сверху литника условно не показана); з – формовка верхней опоки; и – снятие верхней полуформы и установка стержня в нижнюю полуформу в специальные углубления (стержневые знаки); к – сборка формы; л – скрепление собранной формы; м – заливка в форму металла; н – литник и выпор в литейной форме; о – литниковая система и выпор в отливке

Рисунок 1 – Процесс получения отливки в песчаной форме

Литейная форма состоит из трех отдельных частей: нижней, верхней и стержня. Стержень служит для получения в отливке отверстия. Части литейной формы обычно изготавливаются отдельно в опоках, затем собираются. Опоки служат для изготовления литейных форм и представляют собой ящики без дна, выполненные из чугуна, стали или алюминиевых сплавов.

Материалы, из которых изготавливают литейные формы, называются формовочными смесями, формовочные смеси по назначению делятся на обливочные, наполнительные (ими заполняют остальную часть формы) и единые для заполнения всей формы.

Основными составляющими формовочных смесей являются выбитая из опок отработанная смесь, в которую добавляют свежие материалы (глину, песок) и предусмотренные технологией формовки. На поверхности форм и стержней наносят краски и пасты, которые не только уменьшают пригар, но и увеличивают поверхностную прочность форм. Наиболее качественной является цирконовая краска.

Стержневые смеси по составу разделяются на песчано-глинистые и песчано-масляные на основе растительных масел и синтетических смол.

С целью экономии трудовых и материальных ресурсов все более широкое применение для изготовления форм и стержней находят быстросохнущие, продуваемые углекислым газом смеси, связующим для которых является жидкое стекло; жидкосамотвердеющие смеси (ЖСС), не требующие уплотнения, основой которых является кварцевый песок, связующим – жидкое стекло. Применяются также холоднотвердеющие в течение 20...30 мин и песчано-смоляные смеси для изготовления стержней в нагретых до 250...280 °С (горячих) стержневых ящиках, затвердевающие в течение 1...2 мин.

Процесс изготовления литейных форм из смесей может осуществляться методом ручной или машинной формовки, в зависимости от типа производства, конфигурации и размеров деталей. Ручная формовка применяется для мелких и средних отливок только в условиях индивидуального и мелкосерийного производства, а также для отливок очень больших габаритов и массы. Машинная формовка обеспечивает высокую производительность процесса, получение точных и качественных отливок и используются в массовом и серийном производстве. При экономической целесообразности и производственной возможности следует стремиться к получению литых деталей в формах, изготавливаемых на машинах.

Из методов машинной формовки следует выделить метод прессования под высоким давлением (9,8...39,2 кПа), который даёт возможность получать отливки 13...14 квалитета точности и с шероховатостью до $R_z = 320 - 160$ мкм, за счёт снижения припусков на обработку снизить трудоёмкость механообработки, увеличить выпуск отливок повышенного качества, снизить себестоимость 1 т годных отливок на 10...15 %.

Разработка технологического процесса изготовления отливки начинается с рассмотрения возможных вариантов ее расположения в форме. Поверхность, по которой при сборке формы соединяются ее части, называется поверхностью разъема. Поверхность разъема лучше всего иметь по плоскости, так как в том случае, если поверхность имеет сложную форму, удорожается процесс изготовления модели и модельных плит.

Следует учитывать, что при заполнении литейной формы металлом в верхних горизонтах отливки опаливаются различные загрязнения, образуются усадочные дефекты и раковины. Поэтому наиболее ответственные поверхности детали, имеющие высокую точность и небольшую шероховатость, в отливке надо располагать в нижней части формы или в вертикальном положении, где большая вероятность их получения без пороков. Это касается и базовых поверхностей, используемых впоследствии при механической обработке отливок. Базовые поверхности отливок желательно располагать в одной части формы и не допускать их пересечения с поверхностью разъема.

Внутренние полости отливок могут быть получены за счёт установки стержней и за счет отпечатка в форме. Внутренние полости литых деталей должны иметь достаточное количество окон или отверстий, размеры и расположение которых могут обеспечить правильное и устойчивое положение стержней в литейной форме, а также удаление из них газов, образующихся при заливке формы жидким металлом. Если по условиям работы проектируемая деталь должна иметь какую-то целиком закрытую полость, то в ее конструкции следует предусмотреть окно, которое в дальнейшем будет закрываться крышкой или заглушкой.

Методические указания

В соответствии с ГОСТ 3.1125-88 «Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и отливки» чертеж отливки с техническими требованиями должен содержать все данные, необходимые для изготовления, контроля, приемки отливки, и выполняться в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Допускается выполнять чертеж отливки на копии чертежа детали, при этом элементы отливки следует чертить красным цветом. В графе основной надписи чертежа под наименованием детали пишут слово «отливка». При вычерчивании отливки учитывают все припуски и допуски с указанием их величин. Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, не выполняемых в литье, вычерчивают сплошной тонкой линией. Остатки питателей, выпоров, стяжек и прибылей, если они не удаляются полностью в литейном цехе, изображают полностью на чертеже отливки. Линия отрезки должна соответствовать способу отрезки: при отрезке резцом, дисковой фрезой, пилой и другим ее выполняют сплошной тонкой линией; при огневой отрезке или обламывании – сплошной волнистой линией. В случае наличия проб, вырезаемых из тела отливки, указывают размеры, определяющие место их вырезки.

Начинать разработку чертежа отливки следует с назначения точности отливки [1], которая характеризуется:

- классом размерной точности (таблица 9 [1]);
- степенью коробления (таблица 10 [1]);
- степенью точности поверхностей отливок (таблица 11 [1]);
- классом точности массы (таблица 13 [1]).

Далее по [1] необходимо назначить припуски на механическую обработку, допуски, формовочные уклоны, сопряжения между стенками отливки, составить технические требования к отливке и выполнить чертеж заготовки.

Общие припуски назначаются в зависимости от общих допусков на элементы отливок, вида окончательной механической обработки и порядкового номера ряда припусков на отливки (таблица 6 [1]).

Общие допуски (таблица 16 [1]) зависят от допусков линейных размеров отливок (таблица 1 [1]) и допусков формы и расположения поверхностей элементов отливок (таблица 2 [1]). В свою очередь, допуски линейных размеров зависят от интервала номинальных размеров заготовки и номера класса размерной точности, допуски формы и расположения элементов отливки зависят от номинальных размеров элементов отливок и соответствующей степени коробления элементов отливок. Ряд припусков (таблица 14 [1]) на обработку отливок определяется на основании порядкового номера степени точности поверхности. Класс размерной точности отливок выбираются по приложению 1, таблицы 9 [1], степень коробления элементов отливок – приложение 2, таблица 10 [1], степени точности поверхностей отливок – приложение 3, таблица 11 [1], шероховатость поверхности отливок – приложение 4, таблица 12 [1], классы точности массы отливок – приложение 5, таблица 13 [1]. Для обрабатываемых поверхностей номинальный размер отливки следует принимать равным номинальному размеру детали для необрабатываемых поверхностей и сумме среднего размера и общего припуска на обработку. При определении номинальных размеров отливок учитывают технологические допуски. Номинальную массу отливки следует принимать равной массе отливки с номинальными размерами.

На чертеже отливки следует указывать измерительные базы и базы первоначальной обработки. Допуски линейных размеров отливок, изменяемых и неизменяемых обработкой (без учета допусков формы и расположения поверхностей отливок), должны в зависимости от интервала номинальных размеров и класса точности отливки соответствовать таблице 1 [1]. Допуски формы и расположения поверхностей отливок (отклонения от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, заданного профиля) в диаметральном выражении должны соответствовать допускам, указанным в таблице 2 [1]. Они назначаются в зависимости от степени коробления элементов отливок и номинальных размеров элементов отливок. На основании допусков линейных размеров и допусков формы и расположения поверхностей отливок по таблице 16 [1] определяются общие допуски элементов отливок, которые необходимы для определения общего припуска на сторону (таблица 6 [1]). На чертеже заготовки в технических условиях указываются допуски круглости, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционные допуски в диаметральном выражении. Они не должны превышать допуски на размеры, указанные в таблице 1 [1]. Допуск смещения отливки по плоскости разъема указывается в обозначении точности отливки и должен находиться на уровне класса (таблица 1 [1]) размерной точности номинального размера наиболее точной из стенок отливки, выходящей на разъем или пересекающей его. Допуски неровностей поверхностей отливок выбираются в зависимости от степеней точности поверхностей отливок (таблица 3[1]) и указываются в технических условиях на отливку. Для обрабатываемых поверхностей отливок установлено симметричное расположение полей допусков, для необрабатываемых поверхностей допускается симметричное и несимметричное расположения полей допусков размеров,

формы, расположения. Допуски массы должны соответствовать значениям, указанным в таблице 4 [1]. Устанавливается симметричное расположение поля допуска массы относительно номинальной массы.

Минимальный литейный припуск на обработку поверхности назначают в соответствии с таблицей 5 [1] для устранения неровностей и дефектов литой поверхности и уменьшения шероховатости при отсутствии необходимости в повышении точности размеров, формы и расположения обрабатываемой поверхности. Общие припуски назначают по таблице 6 [1] согласно полным значениям общих допусков с целью повышения точности обрабатываемого элемента отливки.

Общие припуски на поверхность вращения и противоположные поверхности, используемые в качестве баз при их обработке, назначают по половинным значениям общих допусков отливки.

Значения общего припуска для каждого интервала общих допусков, расположенные в разных строчках таблицы 6 [1] и соответствующие черновой, получистой, чистой и тонкой обработкам, выбирают в зависимости от соотношений требуемых точностных параметров обработанной поверхности детали и исходных точностных параметров отливки, которые приведены в таблицах 7, 8 [1]. Этим требованием фактически определяется последовательность обработки каждой поверхности отливки.

В технических требованиях чертежа отливки или детали с нанесенными размерами отливки должны быть указаны нормы точности отливки в следующем порядке:

1) класс размерной точности, который выбирается в зависимости от технологического процесса литья, габаритов отливки и типа сплава (приложение 1, таблица 9 [1]);

2) степень коробления, которая назначается в зависимости от отношения размеров элементов отливок, типа литейных форм получения отливки и ее термообработки (приложение 2, таблица 10 [1]);

3) степень точности поверхностей отливок, которая назначается в зависимости от технологического процесса литья, габаритов отливки, типа сплава (таблица 1 [1]);

4) класс точности массы, который выбирается в зависимости от технологического процесса литья, номинальной массы отливки, типа сплава (таблица 13 [1]);

5) допуск смещения отливки, который должен находиться на уровне допуска размерной точности соответствующего класса отливки (таблица 1 [1]).

Пример условного обозначения точности отливки 9-го класса размерной точности, 4-й степени коробления, 7-й степени точности поверхностей, 6-го класса точности массы с допуском смещения 0,7 мм:

Точность отливки 9-4-7-6 См 0,7 ГОСТ 26645-85.

Ненормируемые показатели точности отливок заменяются нулями, а обозначения смещения отсутствуют, например:

Точность отливки 9-0-0-6 ГОСТ 26645-85.

В технических требованиях чертежа отливки и детали с нанесенными размерами отливки должны быть указаны в нижеприведенном порядке значения

номинальных масс детали, припусков на обработку, технических напусков и массы отливки.

Пример обозначения номинальных масс, равных: для детали – 18,45 кг, для припусков на обработку – 2,75 кг, для технологических напусков – 1,15 кг, для отливки – 22,15 кг:

Масса 18,45-2,75-1,15-22,15 ГОСТ 26645-85.

Для необрабатываемых отливок или при отсутствии технологических напусков соответствующие величины обозначают «0». Например:

Масса 18,75-0-0-18,45 ГОСТ 26645-85;

Масса 18,45-0-1,15-22,15 ГОСТ 26645-85.

В технических требованиях чертежа литой детали указывают только массу детали.

В технических требованиях на заготовку указывается допуск массы отливки (таблица 4 [1]) в процентах от номинальной массы отливки.

После определения припусков и допусков на поверхности отливок вычерчивается заготовка с учетом требований ГОСТ 3.1125-88.

Для повышения качества отливок необходимо указать скругление наружных и внутренних углов при сопряжении стенок отливок. Величины радиусов скругления определяются по таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Величины радиусов скругления, рекомендуемые для литых деталей

Материал отливки – чугун					
Средняя толщина сопрягаемых стенок ($l + l_1$) / 2, мм	до 12	12...16	16...20	20...27	27...35
Радиус скругления, мм	6	8	10	12	15
Материал отливки – сталь					
Максимальная толщина сопрягаемых стенок, мм	до 6	6...10	10...15	15...20	20...25
Радиус скругления, мм	6...10	10...12	12...15	15...20	20...25

Толщина стенок отливки не должна быть меньше допустимой и зависит от материала отливки, ее массы и габаритов. Определяется толщина стенок по таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технологически допустимая толщина стенок отливок

Материал отливки – серый чугун			
Наибольший габаритный размер, мм	до 250	250...500	500...1000
Минимальная толщина стенки, мм	3...5	5...7	6...10
Материал отливки – ковкий чугун			
Наибольший габаритный размер детали, мм	до 100	100...200	200...500
Минимальная толщина стенки, мм	2,5...4	3...5	4...6
Материал отливки – сталь			
Наибольший габаритный размер, мм	до 250	250...500	500...1000
Минимальная толщина стенки, мм	5...6	6...8	8...12

При проектировании отливки следует избегать образования в конструкции отливок полостей, отверстий большой протяженности и малого диаметра. Допустимые соотношения глубин отверстий и их диаметров приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Минимальные размеры отверстий, выполняемых стержнями в отливках

Материал отливки – чугун						
Глубина отверстия, мм	10...20	20...30	30...40	40...50	50...60	60...75
Минимальная величина диаметра, мм	10	12	14	16	18	20
Материал отливки – сталь						
Глубина отверстия, мм	10...20	20...30	30...40	40...50	50...60	60...75
Минимальная величина диаметра, мм	25	27	30	35	40	45

Порядок выполнения работы

1. Согласно варианту задания (см. приложение 1) изучить конструкцию детали, ориентировочно определить условия ее работы. Выбрать плоскость разреза литейной формы.
2. Определить поверхности детали, для которых необходимо назначить припуски на механическую обработку.
3. Определить по таблице 9 [1] класс размерной точности.
4. Определить по таблице 11 [1] степень точности поверхности отливок.
5. Назначить по таблице 10 [1] степень коробления отливки.
6. На основании данных таблицы 13 [1] определить класс точности массы отливки.
7. В зависимости от номинальных размеров детали и класса размерной точности отливки определить допуски линейных размеров отливок (таблица 1 [1]).
8. В зависимости от степени коробления отливки, по таблице 2 [1] определить допуск формы и расположения элементов отливки.
9. В зависимости от допусков размеров и допуска формы и расположения, по таблице 16 [1] определить общий допуск элементов отливки.
10. В зависимости от степени точности поверхности, по таблице 14 [1] определить ряд припусков.
11. По таблице 6 [1], в зависимости от общего допуска и ряда припусков определить общий припуск.
12. Определить допуск массы по таблице 4 [1].
13. Выполнить чертеж отливки; указать припуски, допуски, литейные уклоны, радиусы закруглений; составить технические условия на выполнение чертежа отливки.
14. Выполнить эскиз литейной формы для получения отливок в земляных формах.
15. Произвести оценку состояния характерных поверхностей заготовок по выбранным критериям.
16. Составить отчет.

Содержание отчёта

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Чертёж детали с указанием размеров.
4. Чертёж заготовки с указанием размеров и припусков.
5. Результаты измерений заготовок и оценки состояния поверхностей.
6. Выводы.

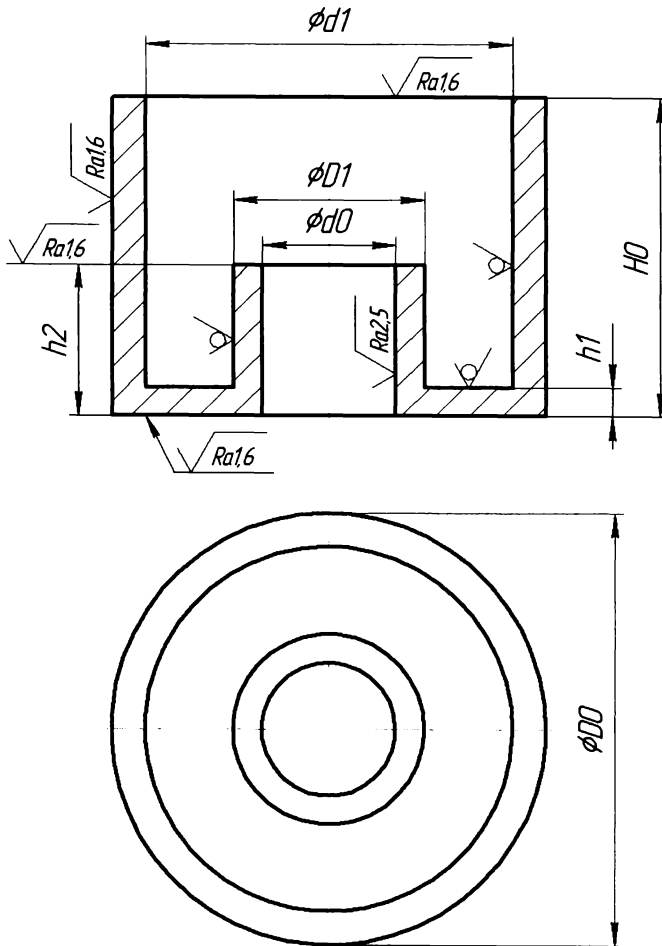
Контрольные вопросы

1. Основные технологические операции процесса получения отливок в песчаные формы?
2. Из каких частей состоит литейная форма?
3. Для чего предназначен стержень?
4. Как увеличивают поверхностную прочность форм и стержней и снижают пригар?
5. Как могут быть получены внутренние полости отливок?
6. От чего зависит величина пропусков на обработку отливок?
7. Какими методами могут определяться припуски?
8. Как вычерчивается внутренний контур обрабатываемых поверхностей, отверстия, не выполняемые в литье, на чертеже отливки?
9. Какую точность отливки позволяет получить метод прессования под высоким давлением?

Литература

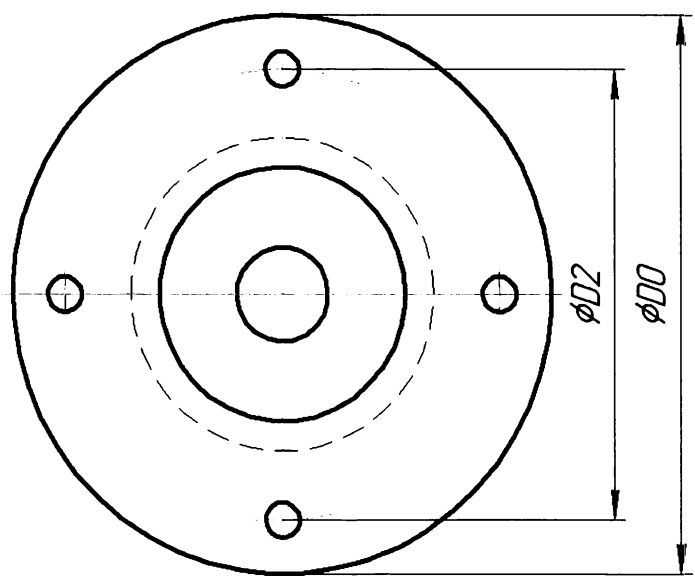
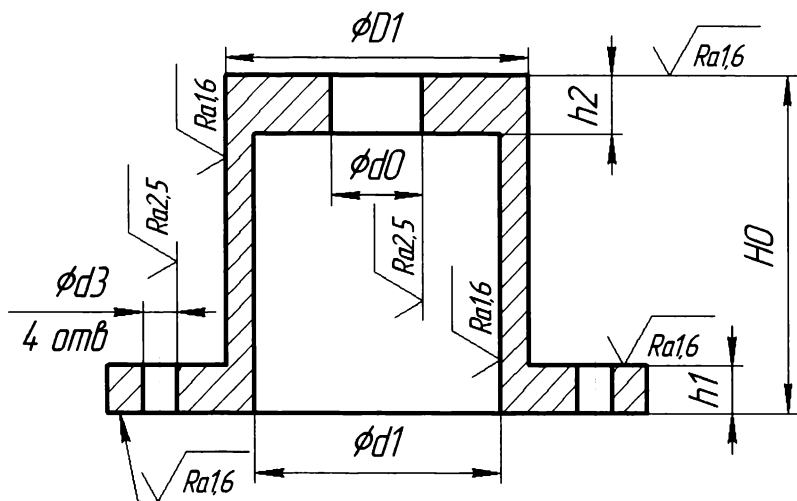
1. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку: ГОСТ 26645-85 – М. : Издательство стандартов, 1990. – 55 с.

Индивидуальные задания для выполнения лабораторной работы



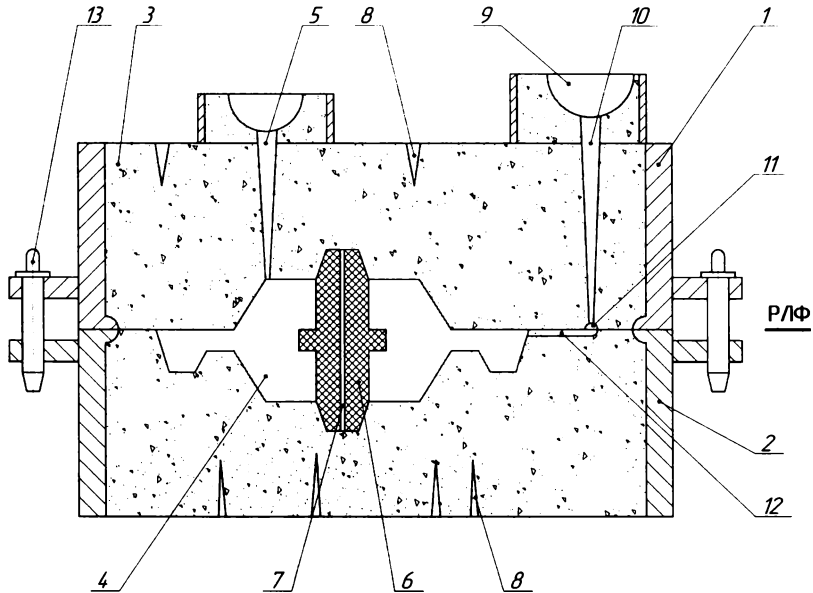
	H_0, MM	h_1, MM	h_2, MM	D_0, MM	D_1, MM	d_0, MM	d_1, MM
1	80	7	20	$\text{Ø}100\text{f}7$	$\text{Ø}40$	$\text{Ø}30\text{H}6$	$\text{Ø}90$
2	120	12	35	$\text{Ø}180\text{f}7$	$\text{Ø}65$	$\text{Ø}50\text{H}6$	$\text{Ø}160$
3	130	18	40	$\text{Ø}200$	$\text{Ø}70$	$\text{Ø}50$	$\text{Ø}180$
4	100	14	30	$\text{Ø}140$	$\text{Ø}50$	$\text{Ø}32$	$\text{Ø}120$

Рисунок 1 – Стакан



	D_0, MM	D_1, MM	D_2, MM	d_0, MM	d_1, MM	d_3, MM	H_0, MM	h_1, MM	h_2, MM
1	$\text{Ø}118\text{h}3$	$\text{Ø}90\text{g}4$	$\text{Ø}100$	$\text{Ø}20\text{H}6$	$\text{Ø}80\text{H}8$	$\text{Ø}6$	100	8	12
2	$\text{Ø}200\text{h}3$	$\text{Ø}140\text{g}4$	$\text{Ø}170$	$\text{Ø}40\text{H}6$	$\text{Ø}125\text{H}8$	$\text{Ø}8$	130	10	14
3	$\text{Ø}160$	$\text{Ø}100$	$\text{Ø}140$	$\text{Ø}60$	$\text{Ø}86$	$\text{Ø}8$	110	10	14
4	$\text{Ø}220\text{h}7$	$\text{Ø}160$	$\text{Ø}190$	$\text{Ø}70$	$\text{Ø}130$	$\text{Ø}10$	150	12	20

Рисунок 2 – Корпус



1 – опока верхней полуформы; 2 – опока нижней полуформы; 3 – формовочная смесь; 4 – полость литейной формы для получения отливки; 5 – выпор, предназначенный для вывода газов из формы при заливке, контроля степени заполнения формы расплавленным металлом и для слива избыточного холодного металла из верхней части полости формы; 6 – стержень для формирования внутренней полости отливки; 7 – вентиляционный канал стержня для выхода газов; 8 – наколы в формовочной смеси для обеспечения газопроницаемости литейной формы; 9 – литниковая чаша; 10 – стояк; 11 – шлакоуловитель; 12 – питатель; 13 – центрирующие стержни для предотвращения взаимного смещения полуформ (исключения перекоса отливки)
РЛФ – разъем литейной формы.

Рисунок 3 – Пример изображения литейной формы для получения отливок в земляных формах

Учебное издание

Составители:

Андрей Николаевич Парфиевич

Виктор Александрович Сокол

Юрий Николаевич Саливончик

Сергей Васильевич Савчук

Анастасия Николаевна Винник

Методические указания
к лабораторной работе по курсу
«Проектирование и производство заготовок»
по теме «Анализ качества и проектирование заготовок,
получаемых литьём в земляные формы»
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Парфиевич А. Н.

Редактор: Митлошук М. А.

Компьютерная вёрстка: Вашкевич Ю. А.

Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 13.04.2023 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 0,93. Уч. изд. л. 1. Заказ № 457. Тираж 22 экз.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.