

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Малоотходные технологии получения
заготовок» для студентов направления подготовки
бакалавров 150700.62 «Машиностроение» (профиль
«Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»)
всех форм обучения

Часть 1

Воронеж 2015

Составитель ст. преп. Ю.Э. Симонова

УДК 658 012

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Малоотходные технологии получения заготовок» для студентов направления подготовки бакалавров 150700.62 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») всех форм обучения. Ч. 1 / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Ю.Э. Симонова. Воронеж, 2015. 41 с.

В методических указаниях изложены требования и общие вопросы по выполнению лабораторных работ, приведены теоретические сведения, полезные не только для выполнения лабораторных работ, но и при подготовке к сдаче зачетов и экзаменов. Выполнение лабораторных работ дает возможность получения навыков при выборе оптимального метода получения заготовок и проектировании заготовок для машиностроительного производства, с использованием государственных стандартов, учебной и справочной литературы.

Предназначены для студентов 3-4 курсов.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS WORD 97 и содержатся в файле лрмпз1.doc.

Табл. 20. Ил. 14. Библиогр.: 2 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. В.И. Корнеев

Ответственный за выпуск зав. кафедрой профессор
С.В. Сафонов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2015

Лабораторная работа № 1

Разработка конструкции отливки для деталей типа «Корпус»

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

Основные положения

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

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, а 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 облицовочные, 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 другие материалы, 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°C (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 используется в массовом и серийном производстве. Из методов машинной формовки следует выделить метод прессования под высоким давлением (9,8...39,2 кПа). Он дает возможность получать отливки 13... 14 квалитета точности и с шероховатостью до Ra 10.. .20 мкм. За счет снижения припусков на обработку снизить трудоемкость 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 скапливаются 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 форм и не допускать их пересечения с поверхностью разъема.

Внутренние полости отливок могут быть получены за счет 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 2.423-83 чертеж отливки с технологическими требованиями должен содержать все данные, необходимые для изготовления, контроля и приемки отливки, и выполняется в соответствии со всеми требованиями ЕСКД.

При проектировании отливок в песчаные формы необходимо учитывать следующие технологические ограничения процесса литья:

1. Следует избегать образования в конструкции отливок полостей, каналов или отверстий с большой протяженностью и малым поперечным сечением; их допустимые размеры приведены в табл. 1.

2. Для облегчения процесса извлечения моделей из песчаных форм отливка должна иметь литейные уклоны, устанавли-

ливаемые ГОСТ 3212-80 и лежащие в пределах от 30' до 30°. Величина литейных уклонов уменьшается с ростом высоты поверхности модели.

3. Для повышения качества отливок необходимо округление наружных и внутренних углов при сопряжении или пересечении стенок, величины радиусов округления зависят от соотношения толщин сопрягаемых стенок и материала отливки (табл. 2).

4. Толщина стенок отливки не должна быть меньше допустимой и зависит от материала отливки, ее массы и габаритов (табл. 3).

При вычерчивании чертежа заготовки учитываются все припуски на механическую обработку с указанием их величины. Величина припусков зависит от точности получаемой отливки и от технологического маршрута обработки детали, имеющего целью получение требуемой точности и шероховатости. Припуски могут определяться расчетно-аналитическим методом или по таблицам.

Нормы точности отливок: классы размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, классы точности масс, а также ряды припусков и условий обработки отливок - приведены в ГОСТ 26645-85.

Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса размерной точности, 5-й степени коробления, 10-й степени точности поверхностей, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0,8 мм:

Точность отливки 8-5-10-7 см 0,8 ГОСТ 26645-85.

Допуски линейных размеров отливок— по табл. 1, допуски формы и расположения поверхностей - по табл. 3, общие допуски элементов отливок как сумма всей вышеуказанных допусков — в табл. 16 прил. 8 ГОСТ 26645-85.

После определения припусков на обрабатываемые поверхности детали вычерчивается заготовка, при этом внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в литье, вычерчивается сплошной тонкой линией. Остатки питателей, выпоров, стя-

жек, прибылей, если они не удаляются полностью в литейном цехе, изображают на чертеже отливки. Линия отрезки должна соответствовать способу отрезки: при отрезке резцом, дисковой фрезой, пилой и т. д. ее выполняют сплошной тонкой линией, при огневой резке или обламывании - сплошной волнистой линией, усадочные ребра, стяжки, технологические приливы, пробы для испытаний, не удаляемые в литейном цехе, на чертеже отливки изображают сплошной основной линией.

После выполнения чертежа отливки производится анализ качества пяти заготовок. Для этого выдаются чертежи заготовки и 3-5 заготовок. Для оценки качества имеющихся заготовок следует произвести измерения их основных размеров (наружных или внутренних диаметров, толщины стенок, габаритных размеров, смещение осей и др.). Вид и количество измеряемых параметров устанавливаются индивидуально по согласованию с преподавателем в зависимости от служебного назначения, конструкции и требований к точности изготовления отливки.

Состояние характерных поверхностей заготовок оценивается по наличию пригара, раковин, окалины и других дефектов. При этом основное внимание уделяется следующим поверхностям: поверхностям, которые предполагается использовать в качестве баз при механической обработке; поверхностям, обрабатываемым при изготовлении детали; поверхностям, характеризующимся их положением при отливке (нижним, верхним, боковым).

Таблица 1

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

Таблица 2

Величины радиусов скругления, рекомендуемые
для литых деталей

Материал отливки: чугун					
Средняя толщина сопрягаемых стенок $(\ell_1+\ell_2)/2$, мм	до 12	12...16	16...20	20...27	27...35
Радиус скругления, мм	6	8	10	12	15
Материал отливки: сталь					
Минимальная 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

Следует охарактеризовать возможное влияние точности и состояния поверхности анализируемых заготовок на механическую обработку и качество готовой детали, а также определить, могут ли выявленные дефекты быть допущены (по техническим требованиям) или заготовки должны быть забракованы.

Таблица 3

Технологически допустимая толщина стенок у отливки

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

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию детали, определить поверхности, у которых необходимо обеспечить наибольшую точность.
2. Проверить, могут ли быть получены требуемые минимальные отверстия в детали литьем и удовлетворяют ли стенки детали требованиям, ограничивающим их толщину, определить требуемую величину уклонов.
3. По таблицам определить припуски на обрабатываемые поверхности, радиусы скруглений.
4. Выполнить эскиз заготовки с указанием ее размеров и величины припусков, снимаемых при механической обработке.
5. Вычертить приближенный эскиз заготовки анализи-

руемого типоразмера с указанием контролируемых в работе размеров и характерных поверхностей. Установить критерии оценки состояния поверхностей данного вида заготовок.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Чертеж детали с указанием размеров.
4. Чертеж заготовки с указанием размеров и припусков.

Лабораторная работа № 2

Разработка конструкции отливки для деталей типа «Крышка»

Цель работы - обучение этапам разработки чертежа литой заготовки в песчано-глинистые формы, операций технологического процесса получения отливки в условиях единичного, серийного и массового производства, составление технических требований на заготовку, отлитую в песчаные формы.

Основные положения

Правильно выбрать заготовку - значит определить ее рациональный вид, конфигурацию, толщину стенок, напуски, уклоны, припуски на обработку, размеры заготовки, установить допуски на точность их выполнения, выбрать оборудование, назначить технические условия на выполнение заготовки.

Особенно важно правильно выбрать заготовку при автоматизированном производстве деталей, когда обработка ведется на предварительно настроенных станках, автоматах и автоматических линиях. Вид заготовки диктует конструктор, задавая конфигурацию детали, ее размеры и материал, исходя из прочностных расчетов или условий работы детали в машине с учетом силовых, температурных и других факторов работы.

Технолог должен проверить обоснованность вида заготовки в отношении возможности ее изготовления на данном предприятии при минимальной трудоемкости и себестоимости. Он может рекомендовать конструктору изменить вид за-

готовки после проработки ее на технологичность.

Литье - это формообразование заготовки из жидкого материала путем заполнения им полости заданной формы и размеров с последующим затвердеванием.

Методом литья в машиностроении выпускается более 50 % всей массы заготовок. Одним из распространенных способов литья является литье в песчаные формы. Этим способом изготавливается около 80 % общего количества литых заготовок. Основными операциями технологического процесса получения отливок являются: изготовление комплекта модельно-опоковой оснастки; выполнение литейной формы; плавка металла и заливка его в формы; выбивка отливок из форм; обрубка и очистка литья; контроль заготовок.

В комплект модельно-опоковой оснастки входят: модели; подмодельные, поддоночные и сушильные плиты; стержневые ящики; опоки; приспособления для контроля форм стержней; модели литниковой системы ит. д. Модель служит для образования внешних контуров отливки в форме. В серийном и массовом производствах применяются, в основном, металлические модели, в единичном - деревянные. Для лучшего извлечения модели из формы ее боковые стенки имеют формовочные уклоны $0,5...2,0^\circ$. Модель литниковой системы включает литниковую чашу, стояк, шлакоуловитель, питатель и т. д. Стержневые ящики служат для изготовления песчаных стержней. В единичном и мелкосерийном производствах применяются деревянные ящики, в серийном и массовом - ящики из алюминиевых сплавов - цельные, разъемные и с объемными частями: При изготовлении моделей и стержневых ящиков выполняются следующие операции: намечается способ формовки; выявляются линии разъема модели и стержневых ящиков; выбираются материалы модели и стержневого ящика в зависимости от типа производства; выполняется чертеж модели с учетом величины усадки жидкого материала, подбираются заготовки для моделей и производится их обработка.

По моделям изготавливают литейные формы. Литейная форма состоит из трех отдельных частей: нижней, верхней и

стержня. Части литейной формы обычно изготавливаются отдельно в опоках или без опок прессованием, а затем собираются. Материалом для изготовления литейных форм служат формовочные смеси. Формовочные смеси делятся на облицовочные, наполнительные и единые. Облицовочные и наполнительные смеси используются, в основном, в единичном и мелкосерийном производстве при ручной формовке, единая смесь - в крупносерийном и массовом производстве при машинной формовке.

В качестве формовочных материалов используются смеси песка, глины и связывающих. Для устранения пригара и улучшения качества поверхности отливок на поверхность форм и стержней наносят краски и пасты. Наиболее качественной является циркониевая краска.

Разработка технологического процесса изготовления отливки начинается с анализа возможных вариантов ее расположения в форме. При заливке металла в форму ответственные поверхности отливки должны располагаться в нижней части формы, так как в верхней части образуются усадочные дефекты и раковины.

В целом технологический процесс получения литой заготовки, изготовленной в песчаных формах на машинных агрегатах, можно свести к следующему: установка модели (полумодели) и обдувка сжатым воздухом; нанесение разделительного слоя; установка нижней опоки на плиту; наполнение опоки формовочной смесью; уплотнение смеси; установка поддоночного щитка; поворот на 180° и извлечение модели (половины модели); установка верхней опоки на подмодельную плиту с верхней половиной модели; установка моделей литниковой системы; обдувка; нанесение разделительного слоя; наполнение формовочной смесью; уплотнение смеси; извлечение половины модели; обдувка.; соединение опок, образование формы; заливка металлом; охлаждение, выбивка, очистка, обрубка, термообработка, контроль, приемка.

Основным достоинством литья в песчаные формы является универсальность. Недостатки способа: сравнительно низ-

кое качество отливок, повышенные припуски на механическую обработку, расход металла на литниковую систему, использование формовочных смесей.

Методические указания

В соответствии с ГОСТ 2.423-73 (СТ СЭВ 4406-83) «Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и отливки» чертеж отливки с техническими требованиями должен содержать все данные, необходимые для изготовления, контроля и приемки отливки, и выполняться в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Допускается выполнять чертеж отливки на копии чертежа детали. 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 (прил. 2). 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 т. д. 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.

Для составления технических требований на отливку важным фактором является материал заготовки. Отливки изготавливаются, в основном, из черных и цветных металлов и сплавов. В машиностроении для изготовления фасонного литья используются, главным образом, углеродистые стали, содержащие до 0,6 % углерода. Состав и свойства отливок из углеродистой и легированной стали регламентируются ГОСТ 977-75, согласно которому отливки из стали делятся на три группы:

1. Отливки 1-й группы применяются для изготовления деталей, конфигурация и размеры которых определяются только конструктивными и технологическими особенностями. При приемке контролируются внешний вид, размеры, химиче-

ский состав. Пример условного обозначения марки сталей для отливок 1-й группы из стали марки 25Л: отливка 25Л-1 (ГОСТ 977-75).

2. Отливки 2-й группы применяются для изготовления деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических нагрузках. При приемке контролируются внешний вид, размеры, химический состав, механические свойства - предел текучести или временное сопротивление, относительное удлинение.

3. Отливки 3-й группы применяются для изготовления деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при циклических и динамических ударных нагрузках. При приемке контролируются внешний вид, размеры, химический состав, механические свойства: предел текучести или временное сопротивление, относительное удлинение и ударная вязкость.

Таблица 4

Химический состав сталей

№ пп	Марка стали	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Никель	Молибден	Ванадий	Медь	Титан	Фосфор, не более	Серебро, не более
1	15Л	0,12-0,2	0,3-0,9	0,2-0,32	не более 0,3	не более 0,3			не более 0,3			
2	25Л	0,22-0,3	0,35-0,9									
3	30Л	0,27-0,35	0,4-0,9									
4	40Л	0,37-0,45										
5	45Л	0,42-0,5										
6	50Л	0,47-0,55										
7	55Л	0,52-0,6										
8	20ГЛ	0,15-0,25	1,2-1,6	0,2-0,4								
9	35ГЛ	0,3-0,4	1,2-1,6	0,2-0,4							0,04	0,04
10	20ГСЛ	0,16-0,22	1,0-1,3	0,6-0,8							0,05	0,05
11	20Г1ФЛ	0,16-0,25	0,9-1,4	0,2-0,5				0,06-0,15		до 0,5	0,05	0,05
12	20ФЛ	0,14-0,25	0,7-1,2	0,2-0,52				0,06-0,2			0,05	0,05
13	30ХГСФЛ	0,25-0,35	1,0-1,5	0,4-0,6	0,3-0,5			0,06-0,12			0,05	0,05
14	30ХНМЛ	0,25-0,35	0,7-0,9	0,2-0,4	1,3-1,6	1,3-1,6	0,2-0,3				0,04	0,04
15	20ХГСНДМЛ	0,18-0,24	0,9-1,3	0,9-1,2	0,6-0,9	1,1-1,5	0,1-0,15		0,4-0,6	0,03-0,07	0,05	0,045
16	20Х2Г2ФЛ	0,2-0,25	1,0-1,0	0,0-0,0	1,7-2,0	не более 0,2		0,15-0,2	не более 0,3		0,02	0,02

В табл. 4 приводится химический состав углеродистых и легированных сталей, применяемых для получения отливок, в табл. 5 - механические свойства этих сталей.

Таблица 5

**Механические свойства отливок из углеродистой
и легированной стали**

Марка стали	Предел текучести σ_s , МПа (кгс/мм ²)	Временное сопротивле- ние σ_b , МПа (кгс/мм ²)	Относитель- ное удлине- ние δ , %	Относи- тельное сужение φ , %	Ударная вязкость, МДж/м ² (кгс/мм ²)
	не менее				
Нормализация или нормализация с отпуском					
15Л	200(20)	400(40)	24	35	0,5(5,0)
20Л	220(22)	420(42)	22	35	0,5(5,0)
25Л	240(24)	450(45)	19	30	0,4(4,0)
30Л	260(26)	480(48)	17	30	0,35(3,5)
35Л	280(28)	500(50)	15	25	0,35(3,5)
40Л	300(30)	530(53)	14	25	0,3(3,0)
45Л	320(32)	550(55)	12	20	0,3(3,0)
50Л	340(34)	580(58)	11	20	0,25(2,5)
55Л	350(35)	600(60)	10	18	0,25(2,5)
20ГЛ	280(28)	550(55)	18	25	0,5(5,0)
35ГЛ	300(30)	550(55)	12	20	0,3(3,0)
20ГСЛ	300(30)	550(55)	18	30	0,3(3,0)
20Г1ФЛ	320(32)	550(55)	17	25	0,5(5,0)
20ФЛ	300(30)	500(50)	18	35	0,5(5,0)
30ХГСФЛ	400(40)	600(60)	15	25	0,35(3,5)
30ХНМЛ	550(55)	700(70)	12	20	0,3(3,0)
Закалка и отпуск					
25Л	300(30)	500(50)	22	33	0,35(3,5)
30Л	300(30)	500(50)	17	30	0,35(3,5)
35Л	350(35)	550(55)	16	20	0,3(3,0)
40Л	350(35)	550(55)	14	20	0,3(3,0)
45Л	400(40)	600(60)	10	20	0,25(2,5)
50Л	400(40)	750(75)	14	20	0,3(3,0)
55Л	470(47)	860(86)	15	20	0,25(2,5)
35ГЛ	350(35)	600(60)	14	30	0,5(5,0)
35ГСЛ	400(40)	650(65)	14	30	0,5(5,0)
20ХГСНДМЛ	500(50)	650(65)	12	20	0,4(4,0)
30ХГСФЛ	600(60)	800(80)	14	25	0,45(4,5)
30ХНМЛ	650(65)	800(80)	10	20	0,4(4,0)
25Х2Г2ФЛ	1200(120)	1400(140)	5	25	0,4(4,0)

Наибольшее применение для получения отливок имеет серый чугун. Химический состав и механические свойства чугуна регламентированы ГОСТ 1412-79. Чугун марки СЧ10 - малой прочности, применяется для изготовления радиаторов, канализационных труб, небольших шкивов и т. д. Чугун марок СЧ15, СЧ18, СЧ20 - средней прочности. Чугун марок СЧ25, СЧ30, СЧ35, СЧ40, СЧ45 - повышенной прочности, применяется для изготовления ответственных деталей - коленчатых валов, станин, блоков автомобильных цилиндров и др. В табл. 6 приведены механические свойства серого чугуна с пластинчатым графитом.

Механические свойства серого чугу

Марка чугуна	Предел прочности на растяжение σ_b , МПа (кгс/мм ²)		Твердость	
	не менее		МПа	НВ (кгс/мм ²)
СЧ10	98(10)	274(28)	1402-2246	143-229
СЧ 15	147(15)	314(32)	1599-2246	163-229
СЧ18	176(18)	358(36)	1668-2246	170-229
СЧ20	196(20)	392(40)	1668-2364	170-241
СЧ 25	345(20)	251(46)	1766-2652	180-250
СЧ30	294(20)	490(50)	1775-2501	181-255
СЧ 35	343(35)	539(55)	1932-2638	197-269
СЧ40	392(40)	588(60)	2030-2795	207-285
СЧ 45	441(45)	637(65)	2246-2835	229-289

Для изготовления наиболее ответственного литья с повышенными механическими свойствами применяется высокопрочный материал - чугун с шаровидными включениями графита. Механические свойства высокопрочного чугуна регламентированы ГОСТ 7293-79. Их значения приведены в табл. 7.

Таблица 7

Механические свойства высокопрочного чугуна

Марка чугуна	Предел прочности на растяжение σ_b , МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ , %	Твердость	
			МПа	НВ (кгс/мм ²)
	не менее			
ВЧ38	373(38)	17	1373-1668	140-170
ВЧ42	412(42)	12	1373-1962	140-200
ВЧ5	441(50)	5	1570-2158	160-220
ВЧ7	490(50)	7	1679-2364	171-241
ВЧ2	490(50)	2	1766-2550	180-260
ВЧ2	588(60)	2	1962-2449	200-280
ВЧ2	686(70)	2	2246-2943	229-300
ВЧ2	784(80)	2	2453-3237	250-330
ВЧ2	981(100)	2	2649-3532	270-360
ВЧ2	1177(120)	2	2963-3728	302-380

Для изготовления деталей с хорошими антифрикционными свойствами при повышенных требованиях к прочности применяется перлитный ковкий чугун. Из него изготавливают шестерни, червячные колеса, поршни, коленчатые валы и др. Механические свойства ковкого чугуна регламентированы ГОСТ 1215-79. Их значения приведены в табл. 8.

Механические свойства ковкого чугуна

Марка чугуна	Предел прочности на растяжение σ_r , МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ , %	Твердость	
			МПа	НВ (кгс/мм ²)
	не менее			
КЧ30-6	294(30)	6	1600	163
КЧ37-15	363(37)	12		
КЧ45-6	441(45)	6	2365	241
КЧ50-4	490(50)	4		
КЧ56-4	549(56)	4	2640	269
КЧ63-2	618(63)	2		

В дальнейшем при разработке чертежа отливки необходимо выбрать материал, определить его химический состав, механические свойства, табличным способом (ГОСТ 26645-85) назначить припуски на механическую обработку, допуски, формовочные уклоны, сопряжения между стенками отливки, составить технические требования к отливке и выполнить чертеж отливки. ГОСТ 26645-85 устанавливает допуски размеров, формы, расположения, неровности поверхности, массы, припуски на обработку. Общие припуски назначаются в зависимости от общих допусков на элементы отливок, вида окончательной механической обработки и порядкового номера ряда припусков на отливки.

Допуски размеров, формы, расположения и неровностей поверхностей отливок (по ГОСТ 26645-85)

Общие допуски (табл. 16 ГОСТ 26645-85) зависят от допусков линейных размеров отливок (табл. 1) и допусков формы и расположения поверхностей элементов отливок (табл. 2). 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 (табл. 14) на обработку отливок определяется на основании порядкового номера степени точности поверхности. Класс размерной точности отливок, степень ко-

робления элементов отливок, степени точности, поверхностей отливок, классы точности массы отливок зависят от технологического процесса литья, габаритов отливок и типа сплава и выбираются по таблицам ГОСТ 26645-85.

Номинальный размер отливки следует принимать равным номинальному размеру детали для необрабатываемых поверхностей и сумме среднего размера и общего припуска на обработку - для обрабатываемых поверхностей. При определении номинальных размеров отливок учитывают технологические допуски.

Номинальную массу отливки следует принимать равной массе отливки с номинальными размерами.

Точность отливки в целом характеризуется: классом размерной точности - по табл. 9 ГОСТ 26645-85 (всего 16 классов и 6 подклассов, обозначаемых буквой Т); степенью коробления - по табл. 10 ГОСТ 26645-85 (всего 11 степеней коробления); степенью точности поверхностей отливок - по табл. 11 ГОСТ 26645-85 (всего 22 степени точности поверхностей отливок); классом точности массы - по табл. 13 ГОСТ 26645-85 (всего 16 классов и 6 подклассов).

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 табл. 1 ГОСТ 26645-85.

Допуски формы и расположения поверхностей отливок (отклонения от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, заданного профиля) в диаметральном выражении должны соответствовать указанным допускам в табл. 2 ГОСТ 26645-85. 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 табл. 16

ГОСТ 26645-85 определяются общие допуски элементов отливок, которые необходимы для определения общего припуска на сторону (табл. 6 ГОСТ 26645-85).

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 табл. 1 ГОСТ 26645-85.

Допуск смещения отливки по плоскости разъема указывается в обозначении точности отливки и должен находиться на уровне класса (табл. 1 ГОСТ 26645-85) 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 (табл. 3 ГОСТ 26645-85) и указываются в технических условиях на отливку.

Для обрабатываемых поверхностей отливок установлено симметричное расположение полей допусков, для необрабатываемых поверхностей допускается симметричное и несимметричное расположение полей допусков размеров, формы, расположения.

Допуски массы должны соответствовать указанным в табл. 4 ГОСТ 26645-85. Устанавливается симметричное расположение поля допуска массы относительно номинальной массы.

Назначение припусков на обработку отливок

Минимальный литейный припуск на обработку поверхности назначают в соответствии с табл. 5 ГОСТ 26645-85 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 табл. 6 ГОСТ 26645-85 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 табл. 6 ГОСТ 26645-85 и соответствующие черновой, получистовой, чистовой и тонкой обработке, выбирают в зависимости от соотношений требуемых точностных параметров обработанной поверхности детали и, исходных точностных параметров отливки, которые приведены в табл. 7, 8 ГОСТ 26645-85. 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 (прил. 1, табл. 9 ГОСТ 26645-85);

2) степень коробления, которая назначается в зависимости от отношения размеров элементов отливок, типа литейных форм получения отливки и ее термообработки (прил. 2, табл. 10 ГОСТ 26645-85);

3) степень точности поверхностей отливок, которая назначается в зависимости от технологического процесса литья, габаритов отливки, типа сплава (табл. 11 ГОСТ 26645-85);

4) класс точности массы, который выбирается в зависимости от технологического процесса литья, номинальной массы отливки, типа сплава (табл. 13 ГОСТ 26645-85);

5) допуск смещения отливки, который должен находиться на уровне допуска размерной точности соответствующего класса отливки (табл. 1 ГОСТ 26645-85).

Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса размерной точности, 5-й степени коробления, 4-й степени точности поверхностей, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0,8 мм:

Точность отливки 8 - 5 - 4 - 7 см, 0,8 (ГОСТ 26645-85).

Ненормируемые показатели точности отливок заменяются нулями, а обозначения смещения отсутствуют. Например: Точность отливки 8-0-0-7 (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 - 20,35 кг, для припусков на обработку - 3,15 кг, для технологических напусков - 1,35 кг, для отливки - 24, 85 кг:

Масса 20, 35 - 3,15 - 1,35 - 24,85 (ГОСТ 26645-85).

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

Масса 20, 35 - 0 - 0 - 20, 35, ГОСТ 26645-85;

Масса 20, 35 - 0 - 1,35 - 20,7 ГОСТ 26645-85.

В технических требованиях чертежа литой детали указывают только массу детали.

В технических требованиях на заготовку указывается допуск массы отливки (табл. 4 ГОСТ 26645-85) в процентах от номинальной массы отливок.

Оформление чертежа отливки

После определения припусков и допусков на поверхности отливок вычерчивается заготовка с учетом требований ГОСТ 2.243-73, ГОСТ 3.1125-88.

Для повышения качества отливок необходимо указать скругление наружных и внутренних углов при сопряжении стенок отливок. Величины радиусов скругления зависят от соотношения толщин сопрягаемых стенок и материала отливки (табл. 9).

Таблица 9

Величины радиусов скругления, рекомендуемые
для литых деталей

Материал отливки - чугун					
Средняя толщина сопрягаемых стенок $(\ell + \ell_1)/2$, мм	до 12	12...16	16...20	20...27	27...35
Радиус скругления, мм	6	8	10	12	15
Материал отливки - сталь					
Минимальная 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 (табл. 10).

Таблица 10

Технологически допустимая толщина стенок отливки

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, каналов и отверстий с большой протяженностью и малым диаметром или поперечным сечением. Допустимые соотношения глубин отверстий и их диаметров приведены в табл. 11.

Таблица 11

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

После нанесения на чертеж отливки всех конструктивных элементов и размеров составляются технические требова-

ния, которые должны являться основным документом по контролю качества отливки и ее приемки у заготовительного цеха.

Порядок выполнения работы

1. Согласно выданному заданию изучить конструкцию детали, ориентировочно определить условия ее работы. Подобрать марку материала, определить его химический состав и физико-механические свойства, определить плоскость разреза формы, модели.

2. Определить поверхности детали, для которых необходимо; обеспечить требуемую точность. На основании технологического процесса литья установить класс размерной точности (табл. 9 ГОСТ 26645-85).

3. Определить по табл. 11 ГОСТ 26645-85 степень точности поверхности отливок.

4. Назначить по табл. 10 ГОСТ 26645-85 степень коробления отливки.

5. На основании данных табл. 13 ГОСТ 26645-85 определить класс точности массы отливки.

6. В зависимости от номинальных размеров детали и класса размерной точности отливки определить допуски линейных размеров отливок (табл.1 ГОСТ 26645-85).

7. В зависимости от степени коробления отливки по табл. 2 ГОСТ 26645-85 определить допуск формы и расположения элементов отливки.

8. В зависимости от допусков размеров и допуска формы и расположения по табл. 16 ГОСТ 26645-85 определить общий допуск элементов отливки.

9. В зависимости от степени точности поверхности по табл. 14 ГОСТ 26645-85 определить ряд припусков.

10. По табл. 6 ГОСТ 26645-85 в зависимости от общего допуска и ряда припусков определить общий припуск.

11. Определить массу детали, заготовки, припуска и напуска; определить по табл. 4 ГОСТ 26645-85 допуск массы.

12. Выполнить чертеж отливки; указать припуски, допуски, литейные уклоны, радиусы закруглений, составить технические условия на выполнение отливки.

Пример назначения технических требований
Допуски формы и расположения поверхностей элемен-
тов ОТЛИВОК

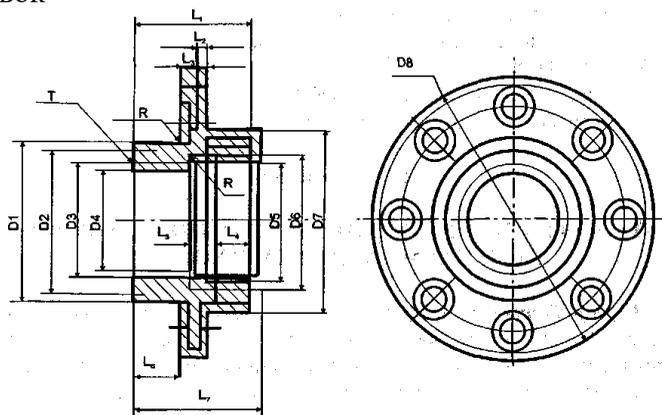


Рис. 1. Деталь

1. Термообработка-нормализация 137... 197 НВ.
2. Неуказанные литейные радиусы 6 мм, уклоны не более 2°.
3. Неуказанные толщины стенок 12 мм.
4. Смещение по разъему формы до +0,6 мм.
5. Допускается остаток питателя до 1,5 мм.
6. Допускается залив по разъему формы до 1,5 мм.
7. Допускаются заливы на стыках стержней и на выходе их из отливки до 0,9 мм.
8. Точность отливки 8-7-5-4 по ГОСТ 26645-85.
9. В труднодоступных для отрубки и очистки местах допускается пригар, не мешающий работе узла.
10. В узловых скоплениях металла допускаются усадочные рыхлости как следствие нормальной усадки, не влияющие на прочность стали.
11. На обрабатываемых поверхностях допускается не более 3-х раковин на поверхность.
12. В цилиндрическом отверстии на торце допускается не более одной раковины наибольшим измерением до 4 мм,

глубиной до 4 мм, на расстоянии не менее 5 мм от кромки.

13. На плоскостях по разъему допускаются мелкие групповые раковины и чернота.

14. Маркировать: № модельного комплекта, № детали.

15. Остальные технические требования по ГОСТ 2.423-73 (СТ СЭВ 4406-83).

16. Масса 20,35-0,2-0,3-20,85 ГОСТ 26645-85.

17. Допуск массы 5 % по ГОСТ 26645-85.

Содержание отчета

1. Наименование работы.

2. Цель работы.

3. Чертеж детали с указанием размеров.

4. Химический состав материала детали, физико-механические свойства материала.

5. Чертеж заготовки с указанием припусков, размеров, допусков на размеры.

6. Назначение технических условий на литую заготовку.

7. Выводы.

Лабораторная работа № 3 **Разработка конструкции отливки для деталей типа** **«Фланец»**

Цель работы — приобретение практических навыков оценки качества (точности основных размеров и состояния поверхностей) заготовок, получаемых литьем в кокиль, и освоение метода их проектирования.

Основные положения

1. Кокиль - это металлическая форма, заполняемая жидким металлом под действием сил гравитации с высокой скоростью формирования отливки.

2. Процесс изготовления отливок в кокилях состоит из следующих операций: подготовка кокилей (очистка, нагрев,

нанесение облицовки и краски); сборка кокилей (установка стержней, закрытие и закрепление частей кокиля); заливка жидким металлом; удаление отливок из кокиля после охлаждения; обрубка, очистка, термообработка (при необходимости).

Преимущества кокильного литья перед литьем в песчаные формы: многократное использование; значительное повышение чистоты и точности отливок; повышение механической прочности поверхностного слоя отливок; увеличение выхода годного литья; повышение производительности труда; экономия производственной площади; снижение стоимости отливок; улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Ограничения: высокая стоимость кокилей; сравнительно небольшая стойкость (для стали и чугуна); сложность получения тонкостенных отливок из-за большой теплопроводности кокилей и связанной с этим быстрой кристаллизации металла.

В табл. 12 – 20 приведены основные данные по размерам, толщинам стенок, литейным уклонам и др. характеристикам отливок, получаемых литьем в кокиль.

По конфигурации наружной и внутренней поверхности все кокильные отливки можно разделить на 7 групп (рис. 2): простые, изготавливаемые без стержней, легко удаляемые из формы; простые, имеющие на поверхности ребра и выступы, изготавливаемые без стержней, легко удаляемые из формы; простые, изготавливаемые с песчаным стержнем, легко удаляемые из формы; со сложным контуром, изготавливаемые с несколькими стержнями; с фасонным контуром, изготавливаемые с одним или несколькими стержнями; с фигурным контуром, изготавливаемые с песчаными стержнями, имеющие симметрично расположенные фланцы, ребра и бобышки; со сложным контуром, кокиль имеет несколько плоскостей разреза (горизонтальных и вертикальных).

Отливки из алюминиевых сплавов, отливаемые в кокиль, по ОСТ 23.450-73, разделяются на следующие группы по назначению и видам контроля:

первая группа (1Г) - отливки неотчетливого назначе-

ния;

вторая группа (2Г) - отливки ответственного назначения;

третья группа (3Г) - отливки особо ответственного назначения и уникальные отливки.

Группа отливок и марка сплава устанавливаются конструктором. Группа отливок указывается в технических требованиях чертежа.

Для отливок, получаемых в кокиль из алюминиевых сплавов, ОСТ 23.4.51-73 устанавливает три класса точности. Для всех классов точности устанавливаются симметричные поля допускаемых отклонений по размерам отливок. Допускаемые отклонения на литейные размеры, включая плоскость разъема, могут быть увеличены на 50 % от указанных в табл. 16, но не более 0,5 мм.

Припуски устанавливают в зависимости от классов точности отливок.

Номинальные припуски на механическую обработку отливок должны соответствовать указанным в табл. 17. Припуски для верхней поверхности не должны превышать припусков, указанных в табл. 18, более чем на 50 %.

Припуски на обработку отверстий устанавливают по величинам припусков, приведенных в табл. 18 для верхних поверхностей отливок.

Допускаемые отклонения по массе устанавливаются в зависимости от классов точности отливок.

Допускаемые верхние отклонения по массе отливок должны соответствовать табл. 19. Нижнее отклонение по массе ограничивается минусовыми отклонениями по размерам.

Допускаемые отклонения на размеры радиусов сопряжений должны соответствовать табл. 20.

Отливки из чугуна и стали при литье в металлическую форму без механической обработки ее рабочих поверхностей обычно выполняют по 3-8 классам точности ГОСТ 26645-85.

Металлические формы, изготовленные путем механической обработки, обладают большей точностью, и получаемые

в них отливки из чугуна и стали имеют точность 2-3-го классов по ГОСТ 26645-85. По этим классам точности назначаются и припуски на механическую обработку.

На поверхности отливок не должно быть трещин, неслитий, сквозных раковин, рыхлот и пригара. Поверхности, служащие базой для механической обработки, должны быть чистыми, без наплывов и повреждений. Базовые места должны быть указаны в чертежах, согласованных между заказчиком и поставщиком.

Шероховатость необрабатываемых поверхностей отливок в отдельных случаях должна соответствовать эталону, согласованному между заказчиком и поставщиком.

На необрабатываемых поверхностях отливок места обрезки литников и выпоров, заливки и заусенцы должны быть зачищены. Отклонения на размеры отливок по месту зачистки должны быть в пределах допусков по ОСТ 23.4.51-73.

На необрабатываемых поверхностях отливок следы стыков составных частей формы, вкладышей и толкателей, выступающие или углубляющиеся в тело отливки, не должны быть более 1 мм.

На необрабатываемых поверхностях отливок допускаются без исправления единичные мелкие раковины, шлаковые включения, засоры и другие дефекты.

Количество, размер и место расположения допускаемых дефектов оговариваются в зависимости от группы отливок и габаритов литья техническими требованиями чертежа и отливки, но они не должны превышать после приведения их к чистой раковине: по диаметру - 5 мм для отливок первой группы и 3 мм для отливок второй и третьей групп; по глубине - 1/3 толщины стенки отливок, но не более 3 мм для отливок первой группы и 2 мм для отливок второй и третьей групп; по количеству раковин на одну отливку (табл. 12), при этом на 100 см² поверхности отливки допускаемое количество дефектов не должно быть более 4-х с расстоянием между дефектами не менее 10 мм.

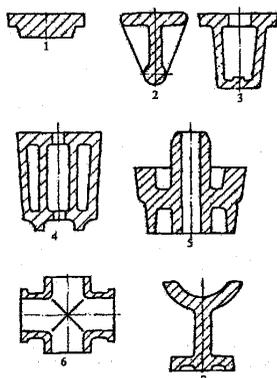


Рис. 2. Примеры кокильных отливок

Таблица 12

Размеры развернутой поверхности литья, см ²	До 1000	1000-3000	3000-6000	Св. 6000
Допустимое количество раковин на 1 детали, не более	4	6	10	15

Примечание. Чистые единичные раковины диаметром 1,0 мм в расчет не принимаются (чистая раковина - очищенная от всех загрязнений).

На необрабатываемых поверхностях отливок допускаются зоны мелких групповых дефектов в виде газовых раковин, шлаковых включений и т. п.

Количество зон дефектов, а также количество размеров дефектов в зоне необходимо оговаривать в технических требованиях, но они не должны быть диаметром и глубиной более 1 мм, а по количеству дефектов в зоне - не более 5 штук на площади 5 см².

На обрабатываемых поверхностях отливок остаток от литников и выпоров не должен превышать 5 мм, допускаются дефекты в виде пленок, вскипов, засора и др., выводимые припуском на механическую обработку.

Количество, размер и место расположения допускаемых дефектов оговариваются в зависимости от группы отливок и габаритов литья техническими требованиями чертежа отливок, но они должны быть более 2,5 мм по диаметру; 2 мм по глу-

бине, а по количеству на 1 деталь - указанному в табл. 13.

Таблица 13

Размеры развернутой поверхности литья, см ²	До 1000	1000-3000	3000-6000	Св.6000
Допустимое количество раковин на одной детали	2	3	6	10

Таблица 14

Размеры (мм) отверстий и резьб в отливках

Сплав	Отверстия			Диаметр резьбы d _{мин}	
	Диаметр d _{мин}	Глубина h _{max}		Наружной	Внутренней
		Глухие	Сквозные		
Цинковый Магнийевый Алюминиевый Медный	8 10	2d 1,5d	3d 2d	- 6	- 20 25

Таблица 15

Формовочные уклоны наружных поверхностей (по ГОСТ 3212-80)

Уклоны (не более)	Измеряемая высота поверхности модели, мм							
	До 20	20-50	50-100	100-200	200-300	300-800	800-2000	Св.2000
	1°30'	1°	0°45'	0°30'	0°30'	0°20'	-	-

Таблица 16

Допускаемые отклонения для отливок из алюминиевых сплавов, получаемых в кокиль (ОСТ 23.4.51-73)

Класс точности	Наибольший габаритный размер необработанной отливки	Номинальные размеры отливок, мм								
		До 60	Св.60 до 100	Св.100 до 200	Св.200 до 300	Св.300 до 500	Св.500 до 800	Св.800 до 1200	Св.1200 до 1800	Св.1800 до 2000
IV	До 200	±0,3	±0,4	±0,6	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 500	±0,6	±0,8	±1,0	±1,2	±1,4	-	-	-	-
	Св.500 до 1200	±0,8	±1,0	±1,2	±1,4	±1,6	±1,8	±2,0	-	-
	Св.1200	±1,0	±1,2	±1,4	±1,5	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0
V	До 200	±0,8	±1,0	±1,2	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 500	±1,0	±1,2	±1,4	±1,6	±1,8	-	-	-	-
	Св.500 до 1200	±1,4	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	-	-
	Св.1200	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5
VI	До 200	±1,0	±1,2	±1,4	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 500	±1,2	±1,4	±1,6	±1,8	±2,2	-	-	-	-
VI	Св.500 до 1200	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	±3,5	-	-
	Св.1200	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5	±5,0

Таблица 17

Допускаемые отклонения на толщины стенок и ребер
(ОСТ 23.4.51-73)

Класс точности	Наибольший габаритный размер отливки	Номинальные размеры толщины стенок и ребер			
		До 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 20	Св. 20 до 30
IV	До 200	±0,6	±0,7-	±0,8-	±0,9
	Св. 200 до 500	±0,7	±0,8	±0,9	±1,0
	Св. 500 до 1200	±0,8	±0,9	±1,0	±1,2
	Св. 1200	±1,0	±1,2	±1,5	±1,8
V	До 200	±0,8	±1,0	±1,2	±1,5
	Св. 200 до 500	±1,0	±1,2	±1,5	±1,8
	Св. 500 до 1200	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0
	Св. 1200	±1,0	±1,8	±2,0	±2,5
VI	До 200	±1,0	±1,2	±1,5-	±1,8
	Св. 200 до 500	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0
	Св. 500 до 1200	-	±1,8	±2,0	±2,5
	Св. 120	-	±2,0	±2,5	±3,0

Таблица 18

Номинальные припуски на механическую обработку
отливок (мм) (ОСТ 23.4.51-73)

Класс точности	Наибольший габаритный размер отливки	Положение поверхности при заливке	Номинальные размеры отливок, мм							
			До 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 300	Св. 300 до 500	Св. 500 до 800	Св. 800 до 1200	Св. 1200 до 1800	Св. 1800 до 2600
IV	До 200		1,5	1,5	-	-	-	-	-	-
	Св. 200 до 300		2,0	2,0	2,5	-	-	-	-	-
	Св. 300 до 500		2,0	2,5	2,5	3,0	-	-	-	-
	Св. 500 до 800		2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	-	-	-
	Св. 800 до 1200		3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	-	-
	Св. 1200 до 1800		3,0	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	-
V	Св. 1800		3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,0
	До 200	Низ.	2,0	2,5	-	-	-	-	-	-
	Св. 200 до 300	Бок.	2,5	3,0	3,0	-	-	-	-	-
	Св. 300 до 500		3,0	3,5	3,5	4,0	-	-	-	-
	Св. 500 до 800		3,0	3,5	4,0	4,0	4,5	-	-	-
	Св. 800 до 1200		3,0	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	-	-
VI	Св. 1200 до 1800		3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	-
	Св. 1800		4,0	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0	7,0
	До 200		2,5	3,0	-	-	-	-	-	-
	Св. 200 до 300		3,0	3,5	3,5	-	-	-	-	-
	Св. 300 до 500		3,5	4,0	4,5	-	-	-	-	-
	Св. 500 до 800		3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	-	-	-
VI	Св. 800 до 1200		4,0	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	-	-
	Св. 1200 до 1800		4,0	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0	7,0	-
	Св. 1800		4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0

Таблица 19

Допускаемые отклонения по массе отливок, %

Номинальная масса отливок, кг	Класс точности		
	IV	V	VI
До 1	6,0	6,5	7,0
Св. 1 до 5	5,0	5,5	6,0
Св. 5 до 25	4,5	5,0	5,5
Св. 25	4,0	4,5	5,0

Допускаемые отклонения на размеры радиусов
сопряжений, мм

Размер радиуса	Класс точности		
	IV	V	VI
До 4	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$
Св. 4 до 10	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$
Св. 10 до 16	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$
Св. 16 до 25	$\pm 1,0$	$\pm 1,3$	$\pm 1,6$
Св. 25 до 40	$\pm 1,4$	$\pm 1,8$	$\pm 2,0$
Св. 40 до 60	$\pm 2,0$	$\pm 2,4$	$\pm 2,6$
Св. 60 до 100	$\pm 2,6$	$\pm 3,0$	$\pm 3,5$
Св. 100 до 160	$\pm 3,5$	$\pm 4,0$	$\pm 4,6$

Порядок выполнения работы

1. Согласно выданному заданию изучить конструкцию детали, ориентировочно определить условия ее работы.
2. Назначить по ОСТ 23.4.51-73 (табл 18) припуски на обработку отдельных поверхностей деталей.
3. Назначить по ОСТ 23.4.51-73, табл. 16 допускаемые отклонения на литейные размеры, включая толщины стенок и радиусы сопряжений, и нанести их на чертеж заготовки.
4. Оформить чертеж отливки с соответствующими техническими требованиями.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Эскиз заготовки анализируемого типоразмера с указанием контролируемых размеров и характерных поверхностей.
3. Выполняется рабочий чертеж отливки с указанием припусков на механическую обработку, допускаемых отклонений и технических требований, которые записываются в такой последовательности:
 - а) твердость материала заготовки;
 - б) неуказанные литейные радиусы и уклоны;
 - в) неуказанные толщины стенок;
 - г) группа отливки по степени сложности и методам контроля.

Пример выполнения чертежа отливки в кокиль приведен в ГОСТ 26645-85.

Лабораторная работа № 4

Разработка конструкции отливки для деталей типа «Вал»

Цель работы — ознакомиться с основными приёмами проектирования литых деталей, разработать на основе чертежа детали конструкцию отливки и необходимую технологическую оснастку для изготовления песчано-глинистой формы в двух опоках.

Основные положения

Наиболее часто применяется метод литья в песчано-глинистые разовые формы. Литейная форма изготавливается обычно в двух опоках. При проектировании формы необходимо соблюдать основные правила:

1. Правило расположения отливки в форме с наименьшей высотой;
2. Правило параллельных лучей;
3. Правило вписанных окружностей;
4. Правило назначения галтелей;
5. Правило минимума стержней;
6. Правило необходимости уклонов;
7. Рекомендации по выбору плоскости разъёма.

Когда отливка имеет значительную длину и малое поперечное сечение, то целесообразно располагать её с наименьшей высотой полости формы (рис. 3). Малая высота формы (рис. 3, б) экономит формовочный материал. Кроме того, происходит выравнивание механических свойств по сечению отливки из-за малого влияния ликвации по удельному весу.

Ликвация – расслоение компонентов сплава по удельному весу в период остывания расплава. Легкие фракции стремятся вверх, тяжёлые – вниз; поэтому при расположении, показанном на рис. 3, а, возникает разность механических свойств верхней и нижней частей отливки.

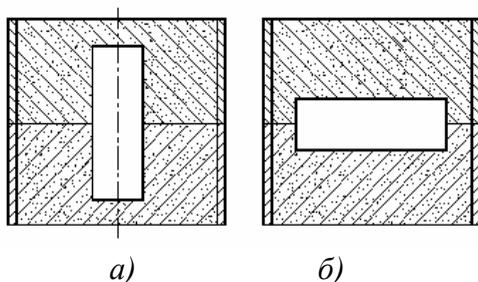


Рис. 3. Варианты литейной формы: *а* – с вертикальным, *б* – с горизонтальным расположением оси отливки

Поэтому детали, у которых один габаритный размер гораздо больше других, выгодно располагать так, чтобы максимальный размер лежал в горизонтальной плоскости, как показано на рис. 4, *а*. Детали с примерно одинаковыми габаритными размерами можно располагать как вертикально (рис. 4, *б*), так и горизонтально (рис. 4, *в*).

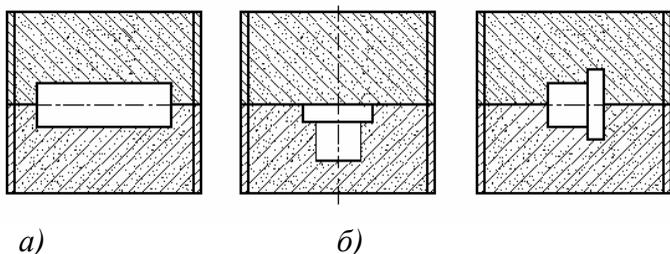


Рис. 4. Варианты расположения отливки в литейной форме

В основу конструкции литой детали в зависимости от требований должны быть положены принципы направленного или одновременного затвердевания при охлаждении. Направленное затвердевание обеспечивает получение отливок плотных, без усадочных раковин и пористости. Однако это приводит к усложнению формовки. При направленном затвердевании кристаллизация металла происходит снизу вверх, начиная от тонких сечений отливки в нижней части формы к более

массивным сечениям в верхней части формы. Каждая расположенная выше часть отливки питает жидким металлом нижние части, являясь для них как бы прибылью. Правильность конструкции в этом случае проверяют методом вписанных окружностей. При этом окружность, вписанная в любое сечение отливки, должна свободно проходить по любым вышележащим сечениям в направлении кристаллизации (рис. 5, а).

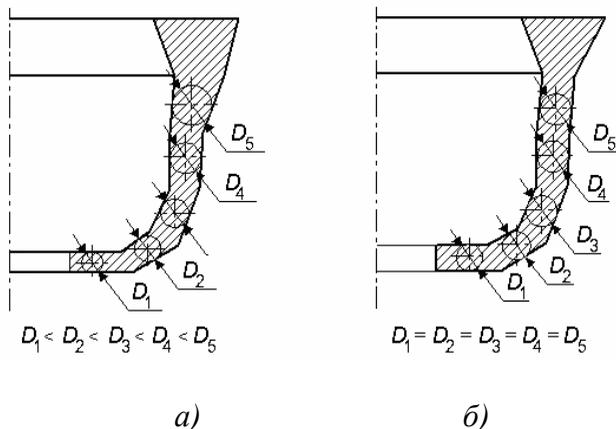


Рис. 5. Применение метода вписанных окружностей

Конструирование в соответствии с принципом одновременного затвердевания при охлаждении применяют для мелких и средних тонкостенных отливок, когда к литой детали не предъявляют высоких требований по плотности. Наличие центральной пористости допускается. Отливки, сконструированные с учётом принципа одновременного затвердевания, имеют одинаковую толщину, начиная с нижней и кончая верхней частью детали (рис. 5, б).

Толщина стенок литых деталей назначается, исходя из требуемой расчётной прочности с учётом жидкотекучести металла. При сопряжении стенок применяют галтели (радиусы внутренних закруглений), рис. 6.

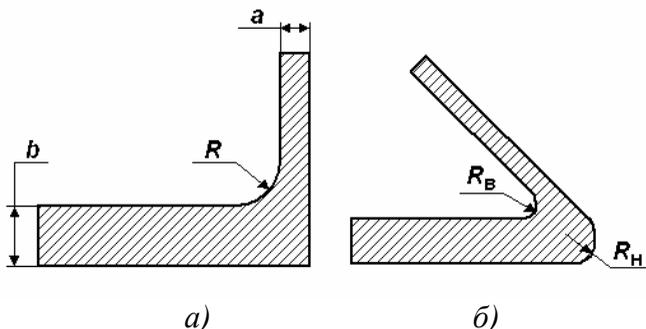


Рис. 6. Галтели при сопряжении стенок разной толщины

Галтели применяются для предупреждения образования трещин в углах сопряжения стенок. Радиус галтели (рис. 6, а) рассчитывается по формуле

$$R = (a + b)/2$$

Соотношение толщин сопрягаемых стенок отливки не должно превышать двух.

$$b/a \leq 2$$

При угловых сопряжениях стенок для получения плавного перехода делают скругление с внешним радиусом (рис. 6, б), рассчитанным по формуле

$$R_н = a + b$$

Внутренние полости и отверстия изготавливают с помощью стержней и «болванов». Внешняя конфигурация стержней повторяет внутренние обводы полости отливки. Стержни изготавливаются в стержневых ящиках.

Для образования полостей сложной конфигурации применяют сборные стержни, состоящие из нескольких простых частей (рис. 7, а). Однако в форме должно быть как можно меньше стержней. Если вместо двух стержней 1 и 2 (рис. 7, а) использовать один стержень 3 (рис. 7, б), то у него будет три фиксированные точки опоры, в то время как в первом варианте – две и одна точка опоры. Кроме того, увеличение количества стержней усложняет и удорожает технологический процесс изготовления литейной формы и снижает точность отливки.

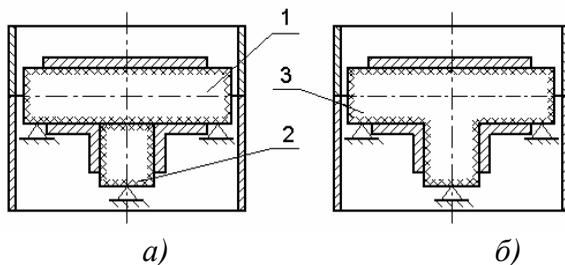


Рис. 7. Применение правила минимума стержней

Стержни, применяемые при изготовлении глухих полостей отливки, имеют всего одну опору, и поэтому могут потерять устойчивость. При сборке они могут упасть в полость формы, что приведёт к засорению расплава и нарушению конфигурации формы. Для устойчивости одноопорных стержней изготавливается искусственная опора 2 (жеробейка), которая устанавливается между стержнем 1 и стенками формы (рис. 8).

Жеробейка – металлический стержень, имеющий химический состав, близкий по составу к сплаву, из которого отливается деталь. Применение жеробеек крайне нежелательно, так как они являются источниками образования дефектов в отливках (газовые раковины, несвариваемость).

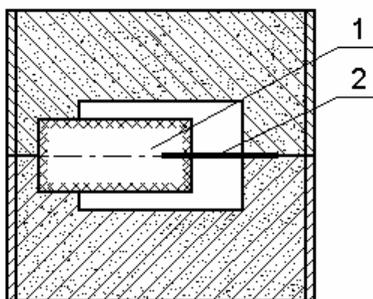


Рис. 8. Применение жеробейки в литейной форме

Иногда для получения глухих (несквозных) отверстий вместо стержней применяют «болваны». Они дают возмож-

ность изготавливать форму без стержней, выполняя их функции. Болван – часть формы, не выступающая за плоскость разъёма. Высота внутренней полости, выполняемой «болваном» в нижней части формы не должна превышать ширину или диаметр её сечения $H \leq B$ (рис. 9). Если же внутренняя полость выполняется «болваном» в верхней части формы, то $h \leq 0,3 \cdot b$.

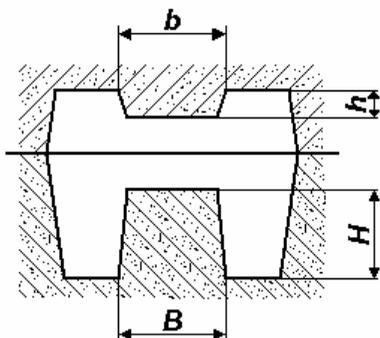


Рис. 9. Применение «болванов» для выполнения полостей отливки

Положение стержня должно быть строго зафиксировано в полости формы. Для этого предусматриваются стержневые (литейные) знаки, как продолжения отверстий. В местах отверстий у детали модель имеет выступающие части (рис. 10, 1) для получения в форме так называемых литейных знаков (рис. 10, 2).

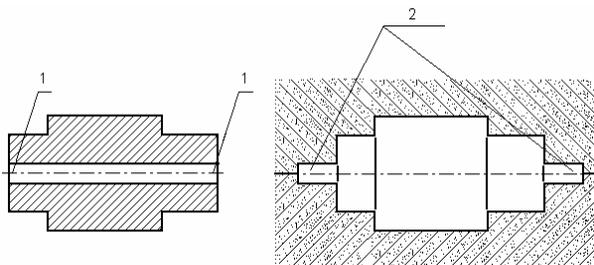


Рис. 10. Деталь и литейная форма для её получения

Для лучшего извлечения моделей из формы их верти-

кальным поверхностям задаются формовочные уклоны (рис. 11). Величина уклонов может составлять до 3° в зависимости от высоты модели. Формовочные уклоны задаются также моделям «болванов» и знаковым частям стержней (до 15°).

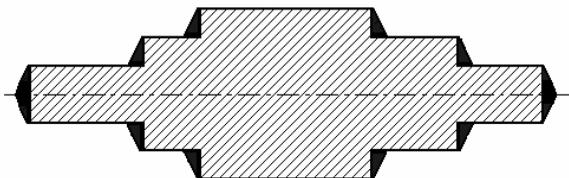


Рис. 11. Применение формовочных уклонов

Модель отливки выполняется в соответствии со всеми этими правилами; кроме того, учитываются припуски на механическую обработку и усадку (рис. 12, область 1).

Припуск на усадку – слой металла компенсирующий уменьшение объема отливки во время кристаллизации и остывания. Он зависит от величины усадки применяемого сплава.

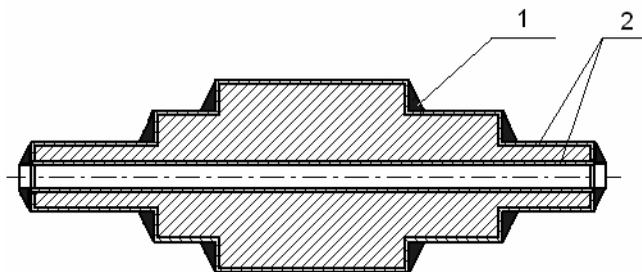


Рис. 12. Припуски на механическую обработку и усадку

Для облегчения формовки внутренней полости модель делится плоскостями разъёма, чаще всего на две части. Плоскость разъёма обычно совпадает с одной из осей симметрии отливки. Этим достигается выполнение правила параллельных лучей и экономия литейных материалов за счёт меньших затрат металла на изготовление уклонов.

Литниковая система к отливке подводится в плоскости разъёма формы. Определение размеров элементов литниковых систем для отливок из различных сплавов производится с помощью соответствующих диаграмм и эмпирических формул. С учётом массы расплавленного металла и скорости заливки определяется площадь поперечных сечений питателей, шлакоуловителя и стояка.

Иногда, для исключения образования при кристаллизации усадочных раковин в сложных отливках, в форме выполняется дополнительная ёмкость, в которой находится жидкий металл. Эта ёмкость называется прибылью (рис. 13, 1). Она соединена с полостью формы и питает отливку жидким расплавом по мере усадки металла в форме. Прибыль устанавливается в том месте формы, где расположен наибольший объём жидкого металла. При необходимости использования прибылей по эмпирическим формулам (в зависимости от размеров питаемого узла) определяется длина и ширина основания прибыли и её высота.

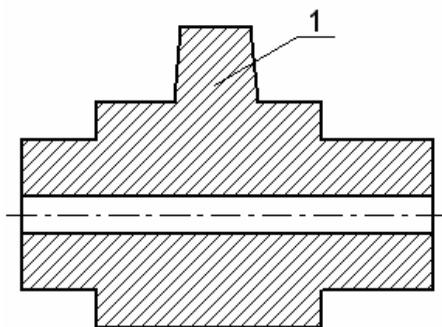


Рис. 13. Прибыль и место её расположения в форме

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с общими положениями конструирования отливок.

2. В соответствии с полученным заданием изобразить эскиз готовой детали.

3. Изобразить эскиз отливки с учётом припуска на механическую обработку (припуск назначать только на поверхности, связанные размерами), формовочных уклонов и закруглений.

4. Изобразить эскиз модели, указать поверхность разъёма (РМФ), выделить стержневые знаки.

5. Изобразить эскиз стержня (стержней), с учётом уклонов стержневых знаков, продумать конструкцию стержневого ящика.

6. Изобразить вертикальный разрез литейной формы с указанием рабочей полости и литниковой системы.

Пример выполнения задания приведён на рис. 14.

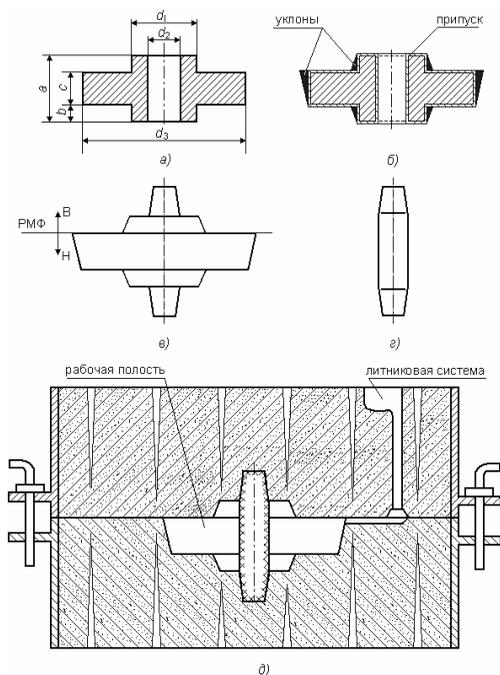


Рис. 14. Пример выполнения задания:

а) эскиз детали; *б)* эскиз отливки; *в)* эскиз модели;
г) эскиз стержня; *д)* вертикальный разрез литейной
формы

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Выполняется рабочий чертеж детали.
3. Выполняется рабочий чертеж отливки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. М.: Издательство стандартов., 1989 – 54с.
2. Медведев А.И. Сборник практических работ по технологии машиностроения. Уч. Пособие. / А.И. Медведев, В.А. Шкред, В.В. Бабук и др. под ред. И.П. Филонова. – Мн: БНТУ, 2003. - 486с.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1	1
Лабораторная работа № 2	7
Лабораторная работа № 3	22
Лабораторная работа № 4	30
Библиографический список	40

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Малоотходные технологии получения
заготовок» для студентов направления подготовки
бакалавров 150700.62 «Машиностроение» (профиль
«Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»)
всех форм обучения

Часть 1

Составитель
Симонова Юлия Эдуардовна

В авторской редакции

Компьютерный набор Ю.Э. Симоновой

Подписано к изданию 25.11.2015.

Уч –изд. л. 2,5. «С»

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14