



**Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»**

**Ю.И. ДУБИНИН, Н.В. ДУБИНИНА**

## **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Методическое пособие для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки Машиностроение  
(квалификация (степень) бакалавр)

Рубцовск 2015

УДК 621.74.002

Дубинин Ю.И., Дубинина Н.В. Курсовой проект по технологии литейного производства: Методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (квалификация (степень) бакалавр) / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2015. – 39 с.

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (квалификация (степень) бакалавр) и имеет своей целью оказать практическую помощь студентам при выполнении курсового проекта по дисциплине «Технология литейного производства». Дается порядок выполнения проекта, требования к оформлению и содержанию чертежей и пояснительной записки, производятся примеры расчетов и перечень ГОСТов.

Рассмотрено и одобрено на заседании  
кафедры ТиТМиПП  
Протокол №4 от 08.05.2015г.

Рецензент: зам. главного металлурга  
Рубцовского филиала ОАО «Алтайвагон»

О.И. Рутц

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2 ТЕМА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА.....	4
3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА.....	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ	7
4.1 Чертеж отливки.....	7
4.2 Чертеж элементов литейной формы.....	8
4.3 Чертеж литейной формы.....	9
4.4 Чертеж модели.....	10
4.5 Чертеж модельной плиты.....	12
4.6 Чертеж стержневого ящика.....	13
5 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЗАПИСКИ..	14
6 ПРИМЕРЫ НЕКОТОРЫХ РАСЧЕТОВ.....	15
7 ПЕРЕЧЕНЬ ГОСТов, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА.....	22
7.1 ГОСТы Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации по оформлению чертежей .....	22
7.2 ГОСТы на литейные сплавы и отливки.....	23
7.3 ГОСТы на модельный комплект и опоки.....	23
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	25

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Курсовой проект по дисциплине «Технология литейного производства» выполняется студентами заочной сокращенной формы обучения на 2 курсе в 4 семестре и является заключительным этапом обучения по дисциплинам технологического цикла («Физико-химические основы литейного производства», «Формовочные материалы и технология производства форм и стержней», «Печи литейных цехов», «Литейные сплавы и плавка» и производственная практика).

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя кафедры (возможно привлечение для консультации по отдельным вопросам преподавателей других кафедр). Ответственность за правильность принятых в проекте решений, расчетов и чертежей полностью лежит на студенте, выполнившем проект.

Законченный проект (записка и чертежи) проверяется и подписывается руководителем. Если при проверке были выявлены ошибки, неточности или проект выполнен не в полном объеме, то недостатки должны быть исправлены студентом.

После подписи чертежей и записки студент защищает проект перед комиссией из числа преподавателей кафедры, утвержденной распоряжением зав. кафедрой. Оценка защиты проекта - дифференцированная.

## **2 ТЕМА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА**

Тема проекта предусматривает разработку технологического процесса изготовления заданной литой детали с указанием серийности производства.

Проект состоит из:

а) графической части объемом 3...5 листов формата А1 (594x841 мм), выполненных от руки (в карандаше) или с использованием компьютерных программ векторной графики (AutoCAD, Компас и др.);

б) расчетно-пояснительной записки объемом 20...25 страниц формата А4 (210x297мм), написанной разборчиво от руки по трафарету с шагом строк 8 мм или с использованием компьютерной техники. Цвет шрифта - черный, размер шрифта – 14, междустрочный интервал – 1,5.

Расчетно-пояснительная записка должна включать и брошюроваться в следующей последовательности:

- титульный лист (Приложение А);
- задание (Приложение Б);
- реферат (при необходимости);
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- список использованных источников;
- заключение;
- приложение.

«Реферат» должен содержать количественные сведения об объеме работы, таблицах, иллюстрациях, количество использованных источников, перечень ключевых слов. Текст реферата должен отражать цель работы, полученные результаты, их новизну, область применения. Объем реферата не должен превышать одной страницы.

В элементе пояснительной записки «Содержание» приводят наименования разделов, подразделов, список использованных источников и приложений с указанием страниц, на которых они начинаются.

Во «Введении» необходимо показать актуальность темы проекта и поставленной задачи. Введение должно быть написано в сжатой форме и содержать не более 2 страниц.

«Основная часть» курсового проекта определяется содержанием задания (раздел 5 настоящего методического пособия).

«Список использованных источников» должен включать только те источники, на которые имеются ссылки в работе, и быть оформлен по ГОСТ 7.1-2003.

«Заключение» представляет собой обобщенные результаты работы.

В «Приложении» размещают регламент технологического процесса отливки, спецификации сборочных чертежей проекта.

### **3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА**

Выполнение курсового проекта начинают с изучения чертежа и технических требований к детали. Для полного представления необходимо также ознакомиться с условиями работы деталей в машине (подвергается ли знакопеременным и ударным нагрузкам, трению, коррозии и т.п.). Из анализа этих данных, а также технологичности изготовления детали литьем и серийности производства определяют рациональный метод ее изготовления, т.е. вид формы (песчано-глинистая, оболочковая, металлическая и т.п.).

Определяют поверхности, обрабатываемые механически, и базовые поверхности, от которых будет производиться обработка.

Выбирают и обосновывают положение отливки в форме при заливке и формовке, а также поверхность разъема формы и модели.

Разрабатывают эскиз литейной формы (или чертеж ее элементов) по ГОСТ 3.1125-88. Он необходим для определения:

- а) количества отливок в форме;
- б) расстояния между отливками, а также от отливки до периферии формы (стенки опоки);
- в) размеров формы и опоки (длины, ширины, высоты);
- г) количества стержней и их разъема;
- д) размеров и конфигурации знаков стержней;
- е) зазоров между формой и знаками стержней;
- ж) формовочных уклонов стержней и формы;
- и) вентиляции форм и стержней;
- к) вида литниковой системы, мест подвода питателей к отливке;

- л) мест расположения прибылей, выпоров, холодильников;
- м) способа сборки формы, нагружения и ее заливки;
- н) обеспечения направленной кристаллизации и, по возможности, свободной усадки;
- о) способа уплотнения и вида формовочной смеси, а также способа изготовления стержней.

Эскиз является основой для разработки чертежей отливки и формы в сборе, выполняется на карте эскизов, схем и наладок или на листе, подшиваемом в записку.

Руководствуясь эскизом, разрабатывают чертеж отливки: назначают припуски на механическую обработку; формовочные уклоны; галтели и радиусы закруглений; усадку сплава в процентах; составляют технические требования на отливку. При этом используют ГОСТы.

В мелкосерийном и единичном производстве чертеж отливки не разрабатывается отдельно, т.к. все данные о ней имеются на чертеже элементов литейной формы, разрабатываемом на копии детали.

Разрабатывают чертеж литейной формы, уточняя и дополняя данные эскиза. Для этого в записке:

- 1) рассчитывают параметры литниковой и питающей систем (время заливки, скорость, размеры элементов литниковой системы, прибылей, выпоров);
- 2) рассчитывают нагрузку на форму перед заливкой или запирающее усилие кокиля, пресс-формы с учетом гидравлического удара;
- 3) определяют необходимую температуру перегрева металла в печи, начала и окончания заливки;
- 4) рассчитывают оптимальную емкость заливочного ковша;
- 5) рассчитывают продолжительность охлаждения отливки в форме;
- 6) выбирают формовочное оборудование, кокильные машины, для литья под давлением, литья по выплавляемым моделям и т.д.;
- 7) при машинной формовке рассчитывают высоту наполнительных рамок.

По чертежам отливки и формы в сборе разрабатывают чертежи моделей, модельных плит, стержневых ящиков и т.п.

При этом в записке освещают следующие вопросы: при разработке конструкции стержневого ящика выбирают стержневую машину (автомат), определяют количество стержней в ящике.

Для чугуновых отливок с целью предупреждения отбела и более высоких механических свойств определяют химический состав сплава, на который существенно влияет скорость охлаждения отливки. Эта скорость зависит от свойства материала, формы и толщины стенки отливки.

Выбирают плавильный агрегат и рассчитывают состав шихты одним из известных способов.

Определяют физико-механические свойства стержневой и формовочной смеси и выбирают их рецептуру.

Разрабатывают и заполняют технологические карты формовки, заливки, изготовления стержней, очистки и термической обработки, контроля размеров

и качества металла отливки, пользуясь ГОСТ 2.105-95; 3.1105-2011; 3.1401-85; 3.1502-85.

Если отливки изготавливают с применением нескольких стержней, то заполняют карты на все стержни.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ**

### **4.1 Чертеж отливки**

Чертеж отливки нужен для конструирования моделей, стержневых ящиков, шаблонов, контрольных приспособлений и литейной формы, при разработке технологических карт и для механической обработки, при конструировании обработочных приспособлений и расчете норм времени.

Чертеж отливки оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1125-88 и другими ГОСТами ЕСКД. Выполняется по чертежу детали, который согласно ГОСТ 2.316-2008; ГОСТ 1412-85; ГОСТ 1215-79; ГОСТ 1293.0-2006 должен содержать технические требования к отливке:

1) требования, предъявляемые к материалу, термической обработке и свойствам готовой детали (например, материал детали - сталь 35 ГТрЛ, термообработка - закалка в воду, твердость после обработки 200...229 НВ измеряется в месте, указанном стрелкой А);

2) указания на возможные заменители материалов (например, вместо стали 35Л допускается изготовление из стали 40Л);

3) класс точности отливки;

4) требования к качеству поверхностей, указания по их отделке, покрытию, например, данные: о виде, количестве, размерах и местах расположения литейных дефектов (трещин, перекосов, ужимин и т.п.), допускаемых на отливках без устранения, а также о дефектах, допускаемых к устранению, и способы устранения; о грунтовке, эмалировании и т. п.;

5) условия и методы испытания при предъявлении специальных требований к твердости, глубине отбела отливки, макро- и микроструктуре, гидроплотности, коррозионной стойкости и другим параметрам; должны быть приведены пределы требуемых величин, а также шрифт и текст;

6) указания о маркировании и клеймении, например, место маркировки детали, характер ее (выпуклая или вогнутая), а также шрифт и текст;

7) правила транспортировки и хранения.

Все эти требования переносятся в чертеж отливки, в котором учитываются также особенности изготовления отливки, обеспечение технологичности конструкции (ГОСТ 18831-71) и получение высоких технико-экономических показателей.

Чертеж отливки отличается от чертежа детали прежде всего наличием припусков на механическую обработку, формовочных уклонов, галтелей.

Припуски на механическую обработку по ГОСТ вычерчивают на чертеже отливки сплошной тонкой линией с указанием их величины. Внутренние контуры обрабатываемых поверхностей, необрабатываемых отверстий и

выточек, которые литьем не выполняются, вычерчивают сплошной тонкой линией. Величину припуска указывают перед знаком шероховатости поверхности детали или величиной уклона и линейными размерами. Технологический припуск указывают цифрой со знаком плюс (+) и минус (-) и буквой Т (технологический). Назначают их по ГОСТ 3.1125-88 в зависимости от величины допуска.

Припуски необходимо принимать минимально необходимыми.

Величину формовочных уклонов наружных поверхностей моделей и стержневых ящиков, а также болванов принимают по ГОСТ 3212-92 - в зависимости от высоты протягивания модели или ящика и материала. При этом чем больше высота, тем меньше уклон.

При нанесении на чертеж детали припусков на механическую обработку и формовочных уклонов конфигурация детали несколько изменяется, в том числе изменяются радиусы закруглений (галтелей). Правильный выбор радиусов закруглений в местах переходов от одних сечений к другим в значительной степени определяет качество литой детали. Практика показывает, что слишком малая величина радиусов закруглений в узловых сопряжениях ведет к трещинам, чрезмерная величина - к появлению усадочной рыхлоты. Величину радиусов закруглений принимают согласно ГОСТ 10948-64.

Кроме того, на чертеже отливки изображают остатки питателей, выпоров, прибылей, промывников и стяжек, если они полностью не удаляются в литейном цехе. Изображение остатков производят сплошной линией при отрезке резцом, абразивным кругом или волнистой линией - при огневой резке и отламывании. Если усадочные ребра, технологические приливы, стяжки, пробы для испытаний не удаляются в литейном цехе, они выполняются на чертеже отливки сплошной основной линией. Для проб, вырезаемых из тела отливки, указывают размеры и места вырезки. Назначение пробы указывают на полке линии-выноски.

На чертеже отливки указывают также литейные базы для исходной операции механической обработки. На чертеже эти базы указывают знаком  $\sqrt{\quad}$ .

В качестве литейных баз выбирают необрабатываемые поверхности или их оси, от которых проставляют размеры до всех необрабатываемых и до базовых обрабатываемых поверхностей, не допуская при этом простановки размеров цепочкой.

## **4.2 Чертеж элементов литейной формы**

Чертеж элементов литейной формы выполняют в единичном и мелкосерийном производстве по ГОСТ 3.1125-88. Этот чертеж можно выполнять в двух вариантах: черным цветом на чертеже детали или цветным на рабочем чертеже детали.

Чертеж элементов литейной формы должен содержать только те размеры и данные, которые необходимы для изготовления модельной оснастки и осуществления процесса получения отливки. При разработке этого чертежа решают все основные технологические вопросы производства отливки: определяют положение отливки в форме при ее изготовлении и заливке; тип

литниковой системы; места подвода питателей к отливке; места расположения прибылей и выпоров; расположение в форме холодильников; способ заливки форм.

### 4.3 Чертеж литейной формы

Чертеж литейной формы должен содержать изображение формы с литниковой системой и стержнями в разьеме и разрезах, достаточных для представления о:

- 1) положении отливки в форме и количестве отливок;
- 2) количестве стержней, их границах, с указанием номеров стержней в порядке установки их в форму; конфигурации и размерах знаков стержней, зазорах между знаком стержня и формой; мерах по предупреждению заливок по знакам стержней и разьему формы; виде арматуры в стержнях;
- 3) толщине стенки отливки;
- 4) виде литниковой системы, ее размерах, местах подвода питания к отливкам, размерах литниковой воронки или литниковой чаши;
- 5) вентиляции стержней и формы;
- 6) расположении жеребеек и холодильников с указанием нумерации последних;
- 7) конструкции и материале опоки, способе центрирования и скрепления или нагружения форм;
- 8) размерах, определяющих конструкцию всех элементов формы, и размерах, проверяемых шаблонами.

Чертеж формы разрабатывается на основе эскиза литейной формы и чертежа отливки. Он необходим в массовом производстве и крупносерийном производстве для изготовления чертежей модельного комплекта (моделей, подмодельных плит, стержневых ящиков, драйеров, опок и т. п.).

Так, для разработки чертежей стержневых ящиков еще на этапе разработки эскиза и чертежа литейной формы необходимо решать комплекс взаимосвязанных вопросов, определяющих способы изготовления стержней и конструкции стержневого ящика, точность и качество получаемых отливок.

Этими вопросами являются: выбор границ стержней; определение формы и размеров знаков стержней с учетом знаковых фиксаторов; определение конструкции каркасов; определение мест расположения и размеров вентиляционных каналов.

При выборе границ стержней учитывают следующее:

- 1) стержни должны быть простыми в изготовлении;
- 2) конструкция стержней должна обеспечивать их получение без применения отъемных частей стержневых ящиков или с минимумом таковых;
- 3) конфигурация стержней должна обеспечивать минимальную их деформацию в процессе сушки в печах;
- 4) необходимо стремиться к уменьшению количества стержней в форме;
- 5) по возможности необходимо избегать клейки отдельных частей стержней, снижающих размерную точность отливок;

б) при большом количестве стержней в форме их простановку следует осуществлять с помощью сборных кондукторов;

7) выбор границ должен предусматривать удобство установки стержней в форму, четкую их фиксацию и возможность контроля правильности сборки. Номера стержней присваиваются в порядке установки их в форму.

Подробные рекомендации по выбору границ стержней приведены в справочнике [14].

Форма и размеры знаков и уклоны, а также величины между знаком и стержнем регламентированы ГОСТ 3212-92.

Чертеж формы в сборе выполняется обычно в двух-трех проекциях. На плане показывается нижняя полуформа со снятой верхней полуформой и установленными стержнями. Если в опоке расположено несколько отливок, допускается их изображение (кроме одной) контурной линией. Часть литниковой системы, размещенная в верхней полуформе, изображается на плане утолщенной штрихпунктирной линией. В разрезе формовочная смесь штрихуется как металл с более широкими расстояниями и точками между линиями; стержни в разрезе штрихуются по контуру короткой штриховкой сплошными линиями.

Поверхность формы в плане не штрихуется и не оттеняется. В разрезах показываются вентиляционные каналы формы и стержней, арматура стержней, сечения элементов литниковой системы, стенки опоки, узел центрирования опок. Если применяется облицовочная смесь, то ее слой показывается в разрезе волнистой тонкой линией.

На чертеже литейной формы указываются следующие размеры:

а) расстояние между отливками; между элементами литниковой системы и отливками; от отливок и знаков стержней по периферии формы;

б) величина знаков стержней, их уклонов, зазоров между формой и знаками стержней;

в) габариты формы, отдельных стержней, отливки, холодильников и т.п.;

г) координации элементов формы относительно друг друга и базы. При этом за базу принимают либо оси круглого (центрирующего) штыря при опочной формовке, либо геометрические оси формы при безопочной. Эти оси затем становятся базовыми для простановки размеров на чертеже модельной плиты.

Опоки выбирают по соответствующим ГОСТам или нормальям.

#### **4.4 Чертеж модели**

Чертеж модели является рабочим чертежом детали со всеми необходимыми разрезами и сечениями, на которых указаны все размеры этой детали с допускаемыми отклонениями (допусками), указана шероховатость всех поверхностей и имеются необходимые специальные сведения о материале модели и необходимой термической обработке.

Разработанные чертежи должны быть такими, чтобы геометрические формы всех без исключений поверхностей модели были точно обусловлены

необходимыми размерами. Размеры должны учитывать усадку сплава, припуск на механическую обработку некоторых поверхностей уже отлитой детали, формовочные уклоны, радиусы закруглений.

Правильная система простановки размеров значительно упрощает работу модельщика. Учитывая технологию изготовления моделей, наиболее правильной системой простановки размеров является координатный (ступенчатый) метод. При этой системе за базу измерений для каждого направления берется одна осевая линия, от которой проставляются все размеры. При этом каждый произвольный размер может быть назначен как результирующий самое большое из двух других.

В зависимости от того или иного способа обработки отдельных поверхностей формовочные уклоны и размеры для их измерения обозначаются по-разному. Например, для вертикальных поверхностей, обрабатываемых на станках, формовочные уклоны обозначаются только в градусах. Размер, определяющий начало конусной поверхности, должен обеспечить возможность замера обработанной поверхности.

Размеры должны относиться к тем поверхностям и кромкам, которые позволяют легко и точно произвести замер во время обработки и при контроле. Например, у канавок с наклонными стенками, контур которых может быть расчерчен на наружной поверхности модели и легко измерен во время обработки, но ни в коем случае не по внутренним недоступным кромкам канавки или радиусам закруглений. Этот же принцип обязателен и при простановке размеров у выступов.

Для более точной установки стержня в форму, без ее повреждения при сборке, гнезда знаков в форме должны иметь следующие добавления, выполняемые на модели:

1) мусоросборники, в виде ручейков, форма которых зависит от формы гнезда и связана только с удобством выполнения их на модели. Размеры ручейков зависят от размеров гнезд: чем больше размеры гнезда и чем меньше у него формовочные уклоны, тем большего размера должен быть ручеек;

2) противообжимные галтели и пояски в месте перехода гнезда знака в полость формы для предупреждения осыпания и обламывания формы. Ширина поясков обычно составляет 10...15 мм, а толщина - 1...1,5 мм; величина радиуса у галтелей 2...5 мм в зависимости от размера гнезда знака;

3) обжимные пояски для предупреждения распространения залива по периметру знака.

В некоторых случаях для удобства обработки модели ее части выполняют в виде отъемных вставок, которые после окончательной обработки закрепляются на модели.

Отъемные во время формовки части модели - вкладыши, образующие поверхность отливки, должны иметь надежную фиксацию на модели, исключая качание вкладыша и отход его от модели во время формовки.

Модели необходимо изготавливать облегченными и снабжать их для прочности ребрами, расположенными во внутренней полости. Толщина стенок и ребер зависит от габаритов и материала модели.

В зависимости от способа обработки модели формовочные уклоны бывают токарные и фрезерные. Токарные уклоны обычно выполняют на моделях с круглыми знаками.

#### 4.5 Чертеж модельной плиты

Модельная плита представляет собой собственно плиту с расположенными на ней моделями отливок, моделями элементов литниковой и питающей систем (стояков, питателей, шлакоуловителей, выпоров, прибылей), штырями или втулками для сборочного фиксирования опок на плите. Ее чертеж является сборочным.

Для разработки чертежа модельной плиты необходимо:

- 1) определить способ изготовления плиты (сборная или цельнолитая) [11];
- 2) конструкцию плиты, которая существенно зависит от способа отделения модельной плиты от готовой полуформы и типа формовочной машины: с поворотной плитой, поворотным столом или протяжной плитой;
- 3) способ крепления подмодельной плиты к столу машины: с помощью специально предусмотренных в модельной плите отверстий или ушек; специальных полочек, расположенных по нижней полости плиты внутри ее контура [11];
- 4) для поворотных плит (при отсутствии у машины прижимов) предусмотреть: специальные клинообразные приливы для крепления опоки к плите скобами; два или больше специальных штыря с прорезями для клиньев;
- 5) предусмотреть штыри для фиксирования опоки на плите (центрирующий и направляющий);
- 6) выбрать способ фиксирования моделей на подмодельных плитах; с врезкой модели в плиту или без врезки с помощью контрольных штифтов. В случае применения штифтов их количество не должно быть менее двух и более четырех. Расстояние между ними должно быть как можно больше;
- 7) предусмотреть крепление модели к подмодельным плитам болтами или винтами;
- 8) выбрать материал подмодельной плиты, штырей, втулок и др. элементов;
- 9) предусмотреть замки для предупреждения прорыва жидкого металла по разъему формы.

При разработке чертежа модельной плиты все размеры проставляют от одной базы: осей центрирующего штыря, что позволяет получить высокую точность собранной формы. Необходимо помнить также о том, что элементы модельной плиты «низа» располагаются с зеркальным отличием от аналогичных элементов плиты «верха» (учитывается поворот нижней полуформы на  $180^\circ$  вокруг продольной оси).

На чертеже модельной плиты указываются следующие основные размеры:

- а) расстояние между моделями (или их осями); между элементами литниковой системы и моделями;
- б) величины знаков стержней, их уклонов;

- в) опоки в свету;
- г) координации моделей, контрольных штифтов, элементов литниковой системы относительно базы;
- д) габариты моделей, плиты, толщина стенок плиты и модели и т.д.

#### **4.6 Чертеж стержневого ящика**

При разработке чертежей стержневого ящика необходимо решить следующие вопросы:

1. Определить конструкцию ящика [2, 7, 8, 11, 13, 14], которая зависит от:
  - а) наличия разъема и его вида - разъемный или неразъемный, с плоским разъемом или криволинейным, с вертикальным или горизонтальным;
  - б) наличия вкладышей и отъемных частей;
  - в) метода уплотнения стержней (встряхивание, вручную, пескодувно-пескострельный);
  - г) метода упрочнения стержня (в нагреваемом или холодном ящике, в сушиле).
2. Определить материал ящика (алюминиевый сплав, чугун, сталь, дерево) [11].
3. Определить способ изготовления ящика и указать шероховатость поверхностей [11].
4. Предохранить быстроизнашивающиеся части применением брони или вставок из износостойких материалов.
5. Выбрать способ фиксирования половин разъемных ящиков с помощью штырей или замков.
6. Выбрать способ скрепления половин разъемных ящиков: шарнирными болтами с гайками-барашками, шарнирными скобами, специальным затвором, гидро- или пневмоцилиндром.
7. Выбрать способ фиксации вкладышей в ящике: врезанием по контуру, в специальном гнезде, «ласточкиным хвостом», замком со скобой или винтовой шайбой, фиксатором и т. п.
8. Выбрать способ вентиляции стержня [11, 14].
9. При пескодувном процессе:
  - а) выбрать способ вентиляции ящика с помощью вент, пробок или щелей [11, 14];
  - б) рассчитать площадь сечения вентиляционных и надувных отверстий и расположить их в ящике [8, 14];
  - в) предусмотреть герметизацию разъема ящика и надувных сопел или отверстий с помощью резиновых трубок или жгутов, замка, материалов с пониженной твердостью (алюминиевый сплав) или эластичных (резина и т.п.) [8, 14].
10. Выбрать способ извлечения стержня из ящика: под силой собственной тяжести или принудительно. В последнем случае определить конструкцию толкателей и расположить их в ящике [8, 14].

11. Выбрать способ нагрева ящика в электрических или газовых печах, газовыми горелками, встроенными электронагревателями [8, 14].

Простановка размеров на чертеже стержневого ящика аналогична чертежам модельных плит. Обычно выполняется сборочный чертеж ящика в двух-трех проекциях, который должен давать:

- а) представление о конструкции ящика в целом и его отдельных элементах;
- б) возможность сборки и установки ящика, для чего должны быть все необходимые размеры.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЗАПИСКИ**

Расчетно-пояснительная записка должна содержать в основной части (по порядку):

1. Анализ задания на проект, в котором:

а) приводится характеристика отливки - ее материал, масса, сложность, толщина стенки (минимальная, максимальная, средняя), назначение, количество поверхностей, подлежащих механической обработке и т.п.;

б) указывается характер производства (единичное, серийное, массовое). В результате анализа определяется оптимальный способ изготовления отливки, т.е. вид формы.

2. Выбор и обоснование положения отливки в форме при заливке и формовке, а также поверхности разъема формы и модели.

3. Обоснование решений, принятых при разработке эскиза и чертежа литейной формы. При этом обязательны расчеты:

а) параметров литниково-питающей системы (скорости и времени заливки, размеров элементов литниковой системы и прибылей);

б) нагрузки на форму перед заливкой или запирающего усилия кокиля, пресс-формы с учетом гидравлического удара;

в) оптимальной емкости заливочного ковша;

г) продолжительности кристаллизации и охлаждения отливки в форме и толщины прогрева формы с применением ЭВМ;

д) высоты наполнительных рамок.

4. Обоснование решений, принятых при разработке чертежей модельной оснастки.

5. Выбор состава сплава для чугуновой отливки.

6. Выбор плавильного агрегата и расчет состава шихты.

7. Определение физико-механических свойств стержневой и формовочной смесей и выбор их рецептуры.

8. Разработка и заполнение технологических карт.

Сведения по решению большинства из перечисленных вопросов можно найти в справочной [14] и специальной [5, 7, 8, 11, 13] литературе и ГОСТах (раздел 7 настоящего методического пособия).

В качестве примеров ниже приведены расчеты:

а) параметров литниковой системы;

б) оптимальной емкости заливочного ковша.

Расчеты и принимаемые технологические решения должны иллюстрироваться эскизами и расчетными схемами. Обязательны эскизы литейной формы (вид сверху и разрезы), литниковой системы и ее элементов.

В записке не должно быть общеизвестных положений из литературы, а только обоснование и объяснение принятых решений с обязательной ссылкой на литературные источники и ГОСТы.

Карты комплексного технологического процесса совместно с картами эскизов, схем, наладок составляют регламент технологического процесса изготовления отливки, который является существенной частью проекта, и их заполнению должно уделяться большое значение.

Карты выполняются на основании приведенных расчетов, а также литературных источников.

На отливку, требующую термическую обработку, заполняется карта единичных и типовых процессов термической обработки ГОСТ 3.1105-2011 (форма 3).

Регламент комплексного технологического процесса заполняется чернилами, а эскизы карандашом и подшиваются в конце записки (приложение В). Регламент комплексного технологического процесса может быть заполнен с использованием компьютерной техники.

## 6 ПРИМЕРЫ НЕКОТОРЫХ РАСЧЕТОВ

**Пример 1.** Пусть необходимо рассчитать параметры литниковой системы для стальной отливки. Масса отливки  $G=20$  кг; количество в разовой песчано-глинистой форме - 2, преобладающая толщина стенки отливки  $\sigma=12$  мм. Высота отливки в положении заливки  $C=16,5$  см; высота отливки от места подвода металла в форму  $P=10,5$  см. Высота стояка от места подвода металла в форму  $H=250$  мм.

Расчет ведем по методике Г.М. Дубицкого [6].

Определяем время заполнения формы металлом  $t_{зал}$  по формуле

$$t_{зал} = S \cdot \sqrt[3]{G' \cdot \sigma}, \text{ с,}$$

где  $S$  - коэффициент, учитывающий жидкотекучесть сплава, способ подвода его в форму и преобладающую толщину стенки отливки; принимается равным 1,6...2,2;

$G'$  - масса жидкого сплава в форме, кг; принимаем  $G'=46$  кг;

$\sigma$  - преобладающая толщина стенки отливки, мм.

$$t_{зал} = 1,6 \cdot \sqrt[3]{46 \cdot 12} = 13 \text{ с.}$$

Время заливки проверяется по скорости подъема металла в форме по формуле

$$V = \frac{H_{отл}}{t_{зал}}, \text{ мм/с,}$$

где  $H_{отл}$  - высота отливки при заливке (либо высота прибыли, если она есть), мм.

При  $\delta=7 \dots 10$  мм  $V > 20$  мм/с;  
 $\delta=10 \dots 40$  мм  $V > 10$  мм/с;  
 $\delta > 40$  мм  $V > 8$  мм/с.

Суммарную площадь сечения питателей  $\Sigma F_{num}$  определяем по формуле

$$\Sigma F_{num} = \frac{G}{\mu \cdot t_{зал} \cdot 0,317 \cdot \sqrt{H_p}}, \text{ см}^2,$$

где  $G$  - масса отливок в форме, кг;

$\mu$  - коэффициент расхода; принимается для стали равным  $0,25 \dots 0,42$ ;

$H_p$  - расчетный статический напор металла, см,

$$H_p = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \text{ см},$$

где  $H$  - высота стояка от места подвода металла в форму, см;

$P$  - высота отливки от места подвода металла в форму, см;

$C$  - общая высота отливки, см.

$$H_p = 25 - \frac{10,5^2}{2 \cdot 16,5} = 21,7 \text{ см}.$$

$$\Sigma F_{num} = \frac{40}{0,28 \cdot 13 \cdot 0,317 \cdot \sqrt{21,7}} = 7,43 \text{ см}^2.$$

Сечение питателей для одной отливки  $7,43/2=3,71$  см<sup>2</sup>. На каждую отливку принято по 2 питателя сечением  $3,71/2=1,85$  см<sup>2</sup>.

Принимаем запертую литниковую систему с соотношением сечений элементов литниковой системы:

$$\Sigma F_{num} : \Sigma F_{вл} : \Sigma F_{см} = 1 : 1,3 : 1,6.$$

Отсюда

$$F_{вл} = 1,3 \cdot \Sigma F_{num};$$

$$F_{см} = 1,6 \cdot \Sigma F_{num}.$$

$$F_{вл} = 1,3 \cdot 7,43 = 9,66 \text{ см}^2;$$

$$F_{см} = 1,6 \cdot 7,43 = 11,89 \text{ см}^2.$$

Размеры шлакоуловителя рассчитываем, исходя из принятого трапецидального сечения (рисунок 1).

$$S_{мп} = \left( \frac{a + 0,8 \cdot a}{2} \right) \cdot 1,25 \cdot a; S_{мп} = F_{вл}; F_{вл} = 1,125 \cdot a^2;$$

$$a = \sqrt{\frac{9,66}{1,125}} = 2,9 \text{ см}.$$

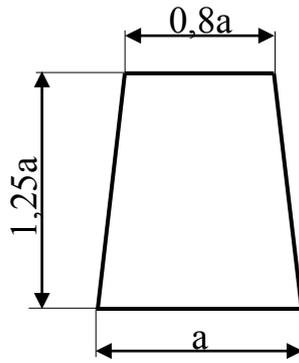


Рисунок 1

Размеры шлакоуловителя показаны на рисунке 2.

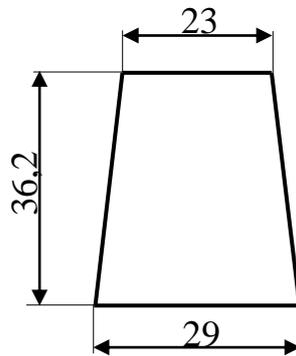


Рисунок 2

Высоту питателя принимаем равной  $1/4$  высоты шлакоуловителя

$$h_{num} = \frac{1}{4} \cdot 36,2 = 9 \text{ мм.}$$

Тогда основание прямоугольного питателя будет равно

$$b = \frac{F_{num}}{h_{num}};$$

$$b = \frac{185}{9} = 20 \text{ мм.}$$

На рисунке 3 представлен питатель.

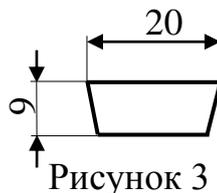


Рисунок 3

Диаметр стояка

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{cm}}{\pi}};$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 11,89}{3,14}} = 3,89 \text{ см.}$$

Принимаем диаметр стояка 40 мм.

**Пример 2.** Пусть необходимо рассчитать параметры литниковой системы для чугунной отливки. Исходные данные для расчета: масса отливки  $G=20,3 \text{ кг}$ ; количество в разовой песчано-глинистой форме – 2; средняя толщина стенки отливки  $\sigma=14,75 \text{ мм}$ ; общая высота отливки  $c=67 \text{ мм}$ ; высота отливки от места подвода металла в форму  $P=33,5 \text{ мм}$ ; высота стояка от места подвода металла в форму  $H=250 \text{ мм}$ ; количество отливок в литейной форме  $n=2 \text{ шт.}$

Расчет ведем по методу Озанна-Диттерта [11].

Время заполнения формы металлом определяем по формуле

$$t_{\text{зал}} = S \cdot \sqrt{G' \cdot n}, \text{ с,}$$

где  $S$  - коэффициент, учитывающий жидкотекучесть сплава, способ подвода его в форму и преобладающую толщину стенки отливки; принимается равным 1,3...1,8;

$G'$  - масса жидкого сплава в форме, кг; принимаем равным  $G'=24,3 \text{ кг}$ ;

$n$  - количество отливок в литейной форме, шт.

$$t_{\text{зал}} = 1,35 \cdot \sqrt{24,3 \cdot 2} = 9,4 \text{ с.}$$

Определяем расчетно-статический напор  $H_p$  по формуле

$$H_p = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \text{ см,}$$

где  $H$  - высота стояка от места подвода металла в форму, см;

$P$  - высота отливки от места подвода металла в форму, см;

$C$  - общая высота отливки, см.

$$H_p = 25 - \frac{3,35^2}{2 \cdot 6,7} = 24,16 \text{ см.}$$

Суммарную площадь сечения питателей  $\Sigma F_{\text{num}}$  определяем по формуле

$$\Sigma F_{\text{num}} = \frac{G}{\rho \cdot \mu \cdot t_{\text{зал}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}, \text{ см}^2,$$

где  $G$  - масса отливок в форме, г;

$\mu$  - коэффициент расхода.

$$\Sigma F_{\text{num}} = \frac{40600}{7,1 \cdot 0,34 \cdot 9,4 \cdot \sqrt{2 \cdot 980 \cdot 24,16}} = 8,2 \text{ см}^2.$$

Суммарное сечение стояка и шлакоуловителя определяем из соотношения:

$$\Sigma F_{\text{num}} : \Sigma F_{\text{шл}} : \Sigma F_{\text{см}} = 1 : 1,1 : 1,2.$$

Отсюда

$$F_{\text{шл}} = 1,1 \cdot \Sigma F_{\text{num}};$$

$$F_{cm} = 1,2 \cdot \sum F_{num}.$$

$$F_{шт} = 1,1 \cdot 8,2 = 9,02 \text{ см}^2;$$

$$F_{cm} = 1,2 \cdot 8,2 = 9,84 \text{ см}^2.$$

Диаметр стояка определяем по формуле

$$d_{cm} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{cm}}{\pi}};$$

$$d_{cm} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,84}{3,14}} = 3,5 \text{ см}.$$

Диаметр стояка принимаем равным 35 мм.

Размеры шлакоуловителя рассчитываем исходя из принятого трапецидального сечения. Эскиз сечения шлакоуловителя представлен на рисунке 4.

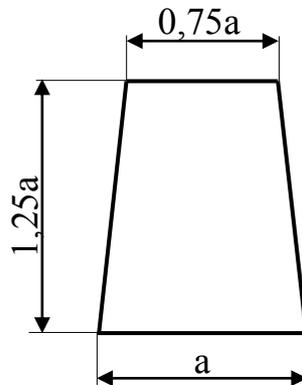


Рисунок 4 – Эскиз сечения шлакоуловителя

$$S_{mp} = \left( \frac{a + 0,75 \cdot a}{2} \right) \cdot 1,25 \cdot a = 1,09 \cdot a^2.$$

$$S_{mp} = F_{шт}.$$

$$F_{шт} = \frac{\sum F_{шт}}{n_{шт}}.$$

$$F_{шт} = \frac{9,02}{1} = 9,02 \text{ см}^2.$$

$$a = \sqrt{\frac{9,02}{1,09}} = 2,9 \text{ см}.$$

$$b = 0,75 \cdot 2,9 = 2,2 \text{ см}.$$

$$h = 1,25 \cdot 2,9 = 3,6 \text{ см}.$$

Размеры шлакоуловителя показаны на рисунке 5.

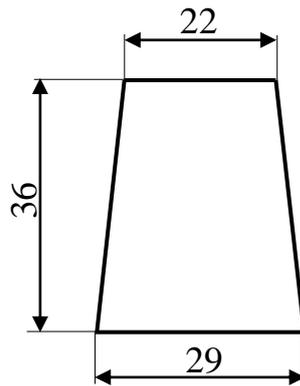


Рисунок 5 – Эскиз сечения шлакоуловителя

Высоту питателя принимаем равной 1/3 высоты шлакоуловителя

$$h_{num} = \frac{1}{3} \cdot 36 = 12 \text{ мм.}$$

Тогда основание прямоугольного питателя будет равно

$$e = \frac{F_{num}}{h_{num}};$$

$$F_{num} = \frac{\sum F_{num}}{n_{отл} \cdot n_{num}};$$

$$F_{num} = \frac{8,2}{2 \cdot 1} = 4,1 \text{ см}^2 = 410 \text{ мм}^2;$$

$$e = \frac{410}{12} = 34 \text{ мм.}$$

На рисунке 6 показаны размеры питателя.

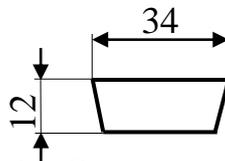


Рисунок 6 – Эскиз сечения питателя

Размеры литниковой воронки определяем по формулам

$$D_B = 2,7 \cdot d_{cm};$$

$$H_B \leq D_B$$

$$D_B = 2,7 \cdot 35 = 95 \text{ мм.}$$

$$H_B = 95 \text{ мм.}$$

**Пример 3.** Необходимо определить оптимальную емкость заливочного ковша для заливки отливки из примера 1.

Известно, что температура металла при окончании заливки формы  $T_k$  обычно превышает температуру ликвидуса на 30...50 К. Для стали 35 -  $T_k=1793$  К. Для того, чтобы иметь возможность маневрировать на заливочном участке, устанавливают верхнюю границу температуры заливки металла  $T_m$ , превышающую  $T_k$  на 50...80 К. Разность  $(T_m-T_k)$  называют допустимым интервалом температуры заливки. В нашем случае он составляет 60 К.

Металлоемкость формы составляет

$$m_{\phi} = m + m_{л}, \text{ кг},$$

где  $m$ - масса двух отливок, кг;

$m_{л}$  - масса литниковой системы, кг.

$$m_{\phi} = 40 + 8 = 48 \text{ кг}.$$

Обычно из заливочного ковша или дозатора заливают 5...6 форм. Тогда ориентировочно его емкость составит  $(48 \cdot 6=288 \text{ кг})$  примерно 300 кг. По справочнику [14, с. 483] выбираем ближайшее стандартное значение емкости ковша  $g_{зал}$ . Проверим правильность выбора.

Время опорожнения полного ковша  $t_{он}$  с оптимальной скоростью заливки не должно превышать времени  $t_{охл}$ , в течение которого температура металла в нем снизится от заданного технологией верхнего уровня  $T_m$  до нижнего  $T_k$ , т.е. основное условие опорожнения  $t_{он} < t_{охл}$ .

Время охлаждения металла в ковше определим по формуле

$$\frac{T_m - T_k}{\Delta T},$$

где  $\Delta T$  - скорость падения температуры металла в коническом ковше, которая в зависимости от емкости ковша составляет:

1) для чугуна

Емкость, $10^3 \text{ кг}$	до 0,1	0,25...0,40	0,63...1,0	1,0...5,0	свыше 10
Скорость, $\text{К/мин}$	20...30	10...20	до 10	до 5	2...3

2) для стали

Емкость, $10^3 \text{ кг}$	до 0,15	0,15...0,7	0,7...4,5	4,5...6	6...12,5	свыше 12,5
Скорость, $\text{К/мин}$	25...60	9...25	6...12	5...10	3...6	2...4

Время опорожнения заливочного ковша определим по формуле

$$t_{он} = \frac{g_{зал} \cdot t'_{зал}}{60 \cdot m_{\phi}},$$

где  $g_{зал}$  – масса металла в ковше, кг;

$t'_{зал}$  - время заливки формы с учетом подготовительно-заключительных операций (ожидания формы, наклона ковша, возвращения его в исходное положение). Обычно продолжительность этих операций составляет  $(0,6...0,9) \cdot t_{зал}$ .

$$t'_{зал} = 12,5 + 0,9 \cdot 12,5 = 23,75 \text{ с.}$$

$$t_{он} = \frac{5 \cdot 23,75}{48} = 2,47 \text{ мин.}$$

Из условия  $t_{он} \leq t_{охл}$  определим максимальное значение заливочного ковша:

$$g_{зал} < \frac{60 \cdot m_{\phi} \cdot (T_m - T_k)}{\Delta T \cdot t'_{зал}},$$

$$g_{зал} < \frac{60 \cdot 48 \cdot 60}{25 \cdot 23,75} < 400 \text{ кг.}$$

## 7 ПЕРЕЧЕНЬ ГОСТов, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

### 7.1 ГОСТы Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации по оформлению чертежей

2.101-68	ЕСКД. Виды изделий
2.102-68	ЕСКД. Виды и комплектность конструкторской документации
2.104-2006	ЕСКД. Основные подписи
2.105-95	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам
2.106-95	ЕСКД. Текстовые документы
2.109-73	ЕСКД. Основные требования к чертежам
2.120-73	ЕСКД. Технический проект
2.301-68	ЕСКД. Форматы
2.302-68	ЕСКД. Масштабы
2.303-68	ЕСКД. Линии
2.304-81	ЕСКД. Шрифты чертежные
2.305-68	ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения
2.306-68	ЕСКД. Изображения графических материалов и правила их нанесения на чертежах
2.307-68	ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений
2.308-79	ЕСКД. Указания на чертежах допусков форм и расположения поверхностей
2.309-73	ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей
2.310-68	ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий термической и других видов обработки
2.311-68	ЕСКД. Изображение резьбы
2.312-72	ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
2.315-68	ЕСКД. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей
2.316-68	ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
2.319-81	ЕСКД. Правила выполнения диаграмм
2.413-72	ЕСКД. Правила выполнения конструкторской документации изделий,

- изготавливаемых с применением электрического монтажа
- 3.1107-81 ЕСТД. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения
- 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий
- 3.1125-88 ЕСТД. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливки
- 3.1401-85 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы литья
- 3.1405-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы термической обработки
- 3.1408-85 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы получения покрытий
- 3.1502-85 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль
- 7.1-2003 СИБИБД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления
- 7.32-2001 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- 17819-84 Оснастка технологическая литейного производства. Термины и определения
- 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

## **7.2 ГОСТы на литейные сплавы и отливки**

- 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
- 805-95 Чугун передельный. Технические условия
- 1412-85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки
- 1585-85 Чугун антифрикционный для отливок. Марки
- 4832-95 Чугун литейный. Технические условия
- 7293-85 Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки
- 28394-89 Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки
- 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия
- 19200-80 Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов
- 26358-84 Отливки из чугуна. Общие технические условия
- 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку

## **7.3 ГОСТы на модельный комплект и опоки**

- 13354-91 Комплекты модельные деревянные. Технические условия
- 13355-74 Ящики стержневые и модели литейные металлические. Шероховатость поверхностей
- 16234-70 Формы металлические (кокили) вытряхные. Основные размеры
- 19367-74 Борты алюминиевых стержневых ящиков. Размеры
- 19370-74 Толщина стенок и ребра жесткости металлических стержневых ящиков. Размеры
- 19381-74 Штыри для стержневых ящиков. Конструкция и размеры
- 19382-74 Штыри фиксирующие для стержневых ящиков. Конструкция и размеры
- 19384-74 Штыри крепежные для стержневых ящиков. Конструкция и размеры
- 19395-74 Венты литые для стержневых ящиков. Конструкция и размеры
- 19402-74 - Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Соединения и крепления
- 19410-74
- 19947-74 Пресс-формы для выплавляемых моделей. Основные размеры
- 19948-74 Пресс-формы для выплавляемых моделей. Шероховатость поверхностей
- 20084-74

- Плиты модельные. Конструкция и размеры
- 20121-74
- 20121-74-
- 20125-74 Штыри для модельных плит. Конструкция и размеры
- 20340-74 -
- 20345-74 Модели литейные металлические. Крепление моделей винтами
- 20351-74 Модели литейные. Крепление моделей на металлических модельных плитах. Технические требования
- 21083-75 Модели литейные металлические. Крепление частей моделей. Конструкция, размеры
- 21087-75 Модели литейные металлические. Технические требования
- 21293-75 -
- 21305-75 Ящики стержневые нагреваемые
- 22964-78 Втулки-штыри центрирующие и направляющие для литейных опок. Конструкция и размеры
- 22965-78 Штыри для литейных опок. Конструкция и размеры
- 14973-69 -
- 15018-69 Опоки литейные цельнолитые стальные. Конструкция и размеры
- 15491-91 -
- 15506-91 Опоки литейные. Конструкция, технические требования

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов Н.Ф. Проектирование литых деталей / Н.Ф. Анисимов, Б.Н. Благов. - М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Балабин В.В. Модельное производство / В.В. Балабин. – М.: Машиностроение, 1970. – 301 с.
3. Болдин А.Н. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия. Справочник / А.Н. Болдин, Н.И. Давыдов, С.С. Жуковский и др. – М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.
4. Василевский П.Ф. Технология стального литья / П.Ф. Василевский. – М.: Машиностроение, 1974. – 406 с.
5. Вейник А.И. Теория затвердевания отливок / А.И. Вейник. - М.: Машгиз, 1960. – 437 с.
6. Дубицкий Г.М. Литниковые системы / Г.М. Дубицкий. - Москва–Свердловск: Машгиз, 1962. - 256 с.
7. Жуковский С.С. Формы и стержни из холоднотвердеющих смесей / С.С. Жуковский, А.М. Лясс. – М.: Машиностроение, 1978. – 224 с.
8. Изготовление стержней по нагреваемой оснастке. - М.: Машиностроение, 1970. – 216 с.
9. Карпенко М.И. Производство отливок отечественного назначения / М.И. Карпенко, В.А. Алов, А.П. Мельников, В.М. Карпенко. – Ярославль: Издательство «Еще не поздно!», 2012. Кн.1. – 256 с.
10. Литейное производство / Под ред. И.Б. Куманина. – М.: Машиностроение, 1971. – 318 с.
11. Ложичевский А. С. Литейные металлические модели / А.С. Ложичевский. - М.: Высшая школа, 1973. – 349 с.
12. Рубцов Н.Н. Технология литейного производства. Литейные формы / Н.Н. Рубцов, В.В. Балабин, М.И. Воробьев. - М.: Машгиз, 1959. – 560 с.
13. Скарбинский М. Проектирование технологических процессов в литейном производстве / М. Скарбинский. - М.: Машгиз, 1963. – 552 с.
14. Справочник по чугунному литью / Под ред. Н.Г. Гиршовича.– Л.: Машиностроение (Ленингр. отд.), 1978. – 758 с.
15. Титов Н.Д. Технология литейного производства / Н.Д. Титов, Ю.А. Степанов. - М.: Машиностроение, 1985. - 400 с.
16. Трухов А.П. Литейные сплавы и плавка / А.П. Трухов, А.И. Маляров. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
17. Трухов А.П. Технология литейного производства. Литье в песчаные формы / А.П. Трухов, Ю.А. Сорокин, М.Ю. Ершов и др.; Под редакцией А.П. Трухова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.- 528 с.
18. Чернышев Е.А. Литейные дефекты. Причины образования. Способы предупреждения и исправления / Е.А. Чернышев, А.И. Евстигнеев, А.А. Евлампиев. – М.: Машиностроение, 2008. – 282 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Форма титульного листа пояснительной записки курсового проекта

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Рубцовский индустриальный институт  
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Факультет (институт) \_\_\_\_\_

Кафедра "Техника и технологии машиностроения и пищевых производств"

Курсовой проект защищен с оценкой \_\_\_\_\_

Руководитель  
проекта (работы) \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О.Фамилия)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
дата

---

тема проекта

### Пояснительная записка к курсовому проекту (работе)

по дисциплине \_\_\_\_\_  
наименование дисциплины

обозначение документа

Студент группы \_\_\_\_\_  
группа И.О. Фамилия

Руководитель  
проекта (работы) \_\_\_\_\_  
должность, ученое звание И.О. Фамилия

Рубцовск 20\_\_



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Регламент комплексного технологического процесса изготовления отливки

РУБЦОВСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

## РЕГЛАМЕНТ

комплексного технологического процесса

изготовления отливки

«Стакан подшипника» 250.37.147-1

Обозначение

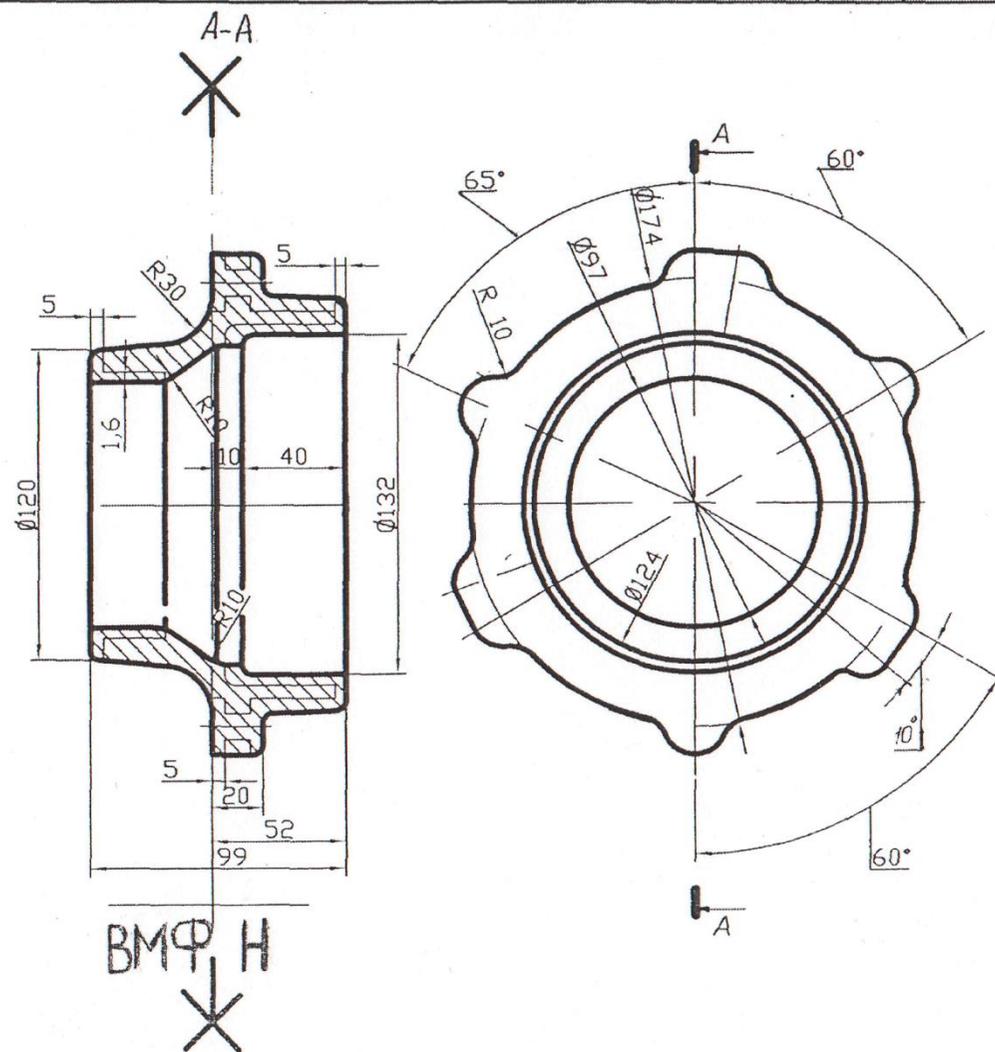
Разработал \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_

Н.контролер \_\_\_\_\_

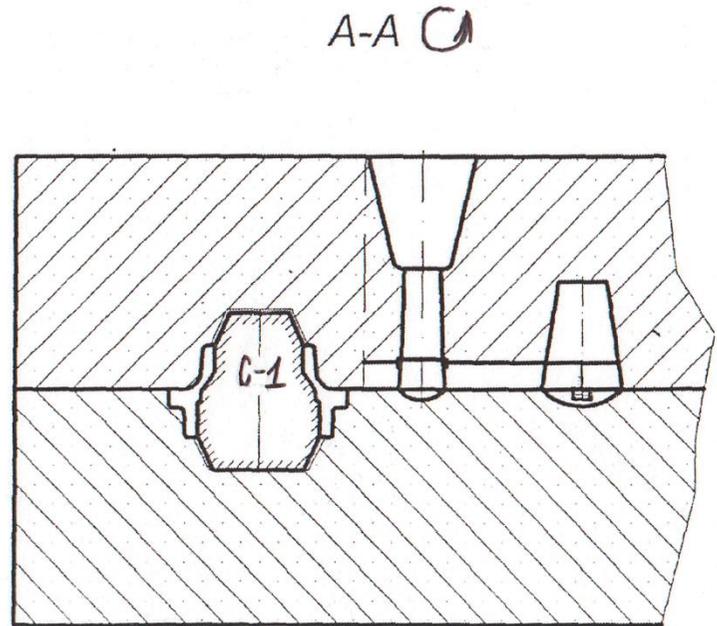
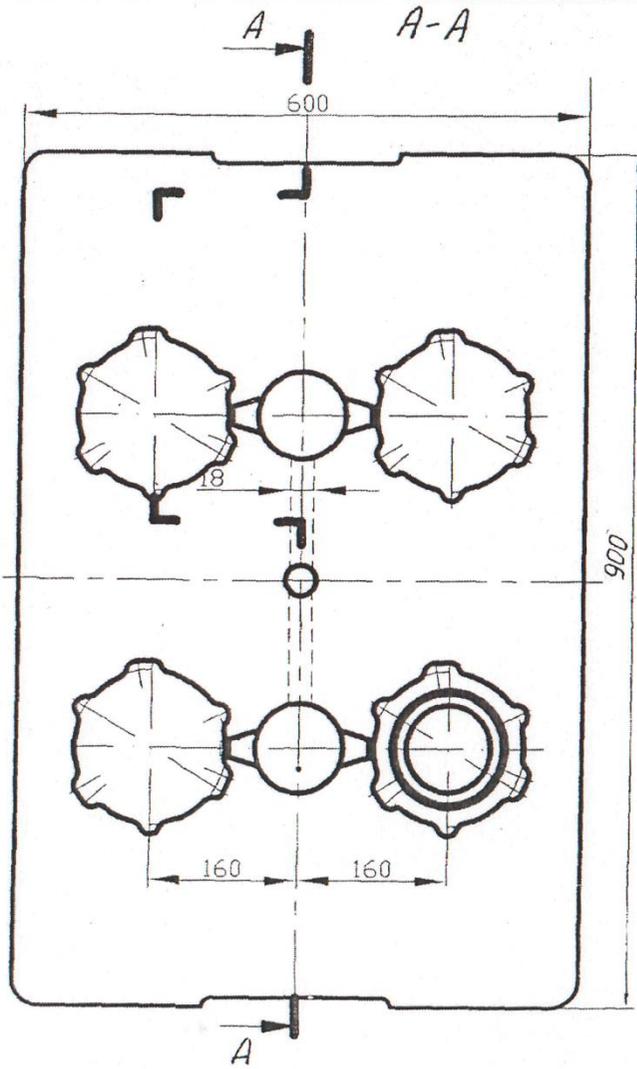
Утвердил \_\_\_\_\_

РИИ	Карта эскиза отливки	Цех	Обозначение детали	Лист	Листов
			250.37.147-1	2	13



Разработал		Н. контр.		Проверил			
------------	--	-----------	--	----------	--	--	--

РИИ	Карта эскиза технологии литейной формы	Цех	Обозначение детали	Лист	Листов
			250.37.147-1	3	13



Разработал		Н. контр.		Проверил			
------------	--	-----------	--	----------	--	--	--

РИИ		Карта комплексного технологического процесса изготовления формы					Цех	Лист	Листов								
Наименование детали		№ детали, шифр	Количество отливок в форме	Вес единой смеси в форме, кг	Вес наполнительной смеси, кг	Вес облицовочной смеси, кг	Всего смеси, кг	Норма на деталь, кг									
Стакан		250.37.147-1	4	436,0	436,0	875	900	1101									
Опока	Размеры в свету, мм	900×600			Заливка	Температура металла, град С	1530-1580										
	Высота, мм	250×250				Время заполнения формы, с	10										
Плотность формы по твердости		70 ÷ 80/70 ÷ 80 ед				Время охлаждения отливки в форме, с	589										
Холодильники, № эскизов																	
Стержни	№ стержня в порядке простран. их в форме	С-1															
	Кол-во стержней в форме	4															
Участок	№ операции	Обозн. тип. карты	Наименование, содержание операций	Оборудование		Кол. исп.	Время, мин	Операции перемещения и складирования									
				тип, модель	шифр			шифр испол.	обозн. тип. карты	индекс тары, приспособ., инструмента	кол. дет. в партии, шт	расст. транс., м	К <sub>исп</sub>	время, мин			
01	005		Приготовление наполнит. смеси	БПД													
				15328													
02	010		Формовка полуформы низа	ИЛ225													
03	015		Формовка полуформы верха	ИЛ225													
Разработал		Н. контр.		Проверил													



РНИ	Карта эскиза стержня С-1	Цех	Обозначение детали	Лист	Листов
			250.37.147-1	6	13

The drawing shows a shaft with a total length of 169 units. It features two segments of length 35 units each, separated by a central section. The diameter of the shaft is indicated as  $\varnothing 79$ . The shaft has a complex profile with chamfered ends and a central section that appears to be a groove or a specific diameter section.

Разработал		Н. контр.		Проверил			
------------	--	-----------	--	----------	--	--	--

РИИ		Карта комплексного технологического процесса изготовления стрежня					Цех	Лист	Листов				
Наименование		№ детали, шифр детали	№ стержня	Количество стержней на деталь	№ стержневой смеси	Вес сухого стержня	Норма расходов стержневой смеси на деталь, кг	7	13				
Стакан		250.37.147-1	ст 1	1	СС-1	3кг	3,1кг						
Стержн. ящик	Кол-во мест в ящике	2											
	Кол-во отъемных частей	Продолжительность хранения на складе не более 140 часов											
Кол. стерж., уклад-ых на плиту - драйер					Промазка, склейка	№ промазки							
						№ клея							
Окраска	№ краски до сушки				Арматура, каркасы	№ эскизов							
	№ краски после сушки					Материал							
						Кол-во							
Участок	№ операции	Обозн. тип. карты	Наименование, содержание операций	Оборудование		Кол. исп.	Время, мин	Операции перемещения и складирования					
				тип, модель	шифр			шифр испол.	обозн. тип. карты	индекс тары, приспособ., инструмента	кол. дет. в партии, шт	расст. транс., м	Кисп
02	005	25210 00015	Приготовление стержневой смеси	БПД 15328									
02	010	Ф-С-1	Формовка стержня	Автомат 4509А									
02	015	ОС-1	Обработка стержня										
Разработал			Н. контр.		Проверил								

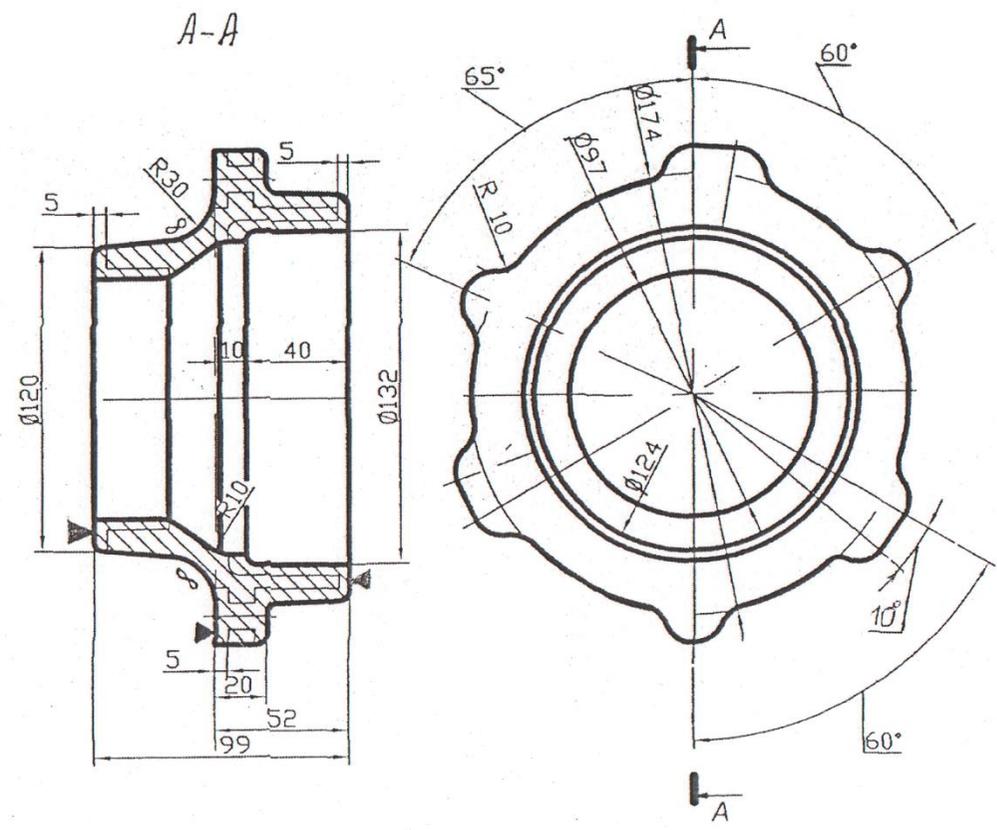
РИИ			Карта комплексного технологического процесса изготовления стержня				Цех	Лист	Листов					
							8	13						
Участок	№ операции	Обозн. тип. карты	Наименование, содержание операций	Оборудование		Кол. исп.	Время, мин	Операции перемещения и складирования						
				тип, модель	шифр			шифр испол.	обозн. тип. карты	индекс тары, приспособ., инструмента	кол. дет. в партии, шт	расст. транс, м	К <sub>исп</sub>	время, мин
02	020		Проверка стержня по размеру	шаблон										
02	025		Подача стержней на Участок формовки	подвесной конвейер										
Разработал			Н. контр.		Проверил									

РИИ	Карта эскиза литниковой системы	Цех	Обозначение детали	Лист	Листов
			250.37.147-1	9	13

Разработал		Н. контр.		Проверил			
------------	--	-----------	--	----------	--	--	--

РИИ	Карта эскиза обрубki	Цех	Обозначение детали	Лист	Листов
			250.37.147-1	10	13



Условные обозначения  
 ▼ - точить  
 ∞ - обрубить пригар по мере необходимости

Разработал		Н. контр.		Проверил			
------------	--	-----------	--	----------	--	--	--

РИИ		Карта комплексного технологического процесса очистки и обрубki отливки				Цех	Лист	Листов						
Наименование детали		№ детали, шифр	Материал шифр      Обозначение по ГОСТ		№ шихты	Чистый вес детали, кг	Норма на деталь, кг							
Стакан		250.37.147-1	45Л ГОСТ 977-88		2		вес отливки	вес отливки и проб						
Высота остатка питателей, мм		3-5			Высота остатка прибылей, мм									
Высота остатков выпоров, мм					Места на отливки имеющие заливки и заусенцы	см. эскиз обрубki								
		ПРИМЕЧАНИЕ: время повторной очистки												
		50% от первоначальной очистки												
Участок	№ операции	Обозн. тип. карты	Наименование, содержание операций		Оборудование		Операции перемещения и складирования							
			тип, модель	шифр	Кол. исп.	Время, мин	шифр испол.	обозн. тип. карты	индекс тары, приспособ., инструмента	кол. дет. в партии, шт	расст. транс., м	K <sub>исп</sub>	время, мин	
07	005	РК-2	Разделка куста	РМД С1-60										
09	010	001	Очистка отливок	дробеметный барабан 4211Э										
09	015	001	Заточка	обдирочно-зачистной станок 1526										
Разработал			Н. контр.		Проверил									



РИИ	Карта технологического контроля	Цех	Обозначение детали		№ операции	Лист	Листов
						13	13
		Т <sub>обс</sub>		Т <sub>отл</sub>		Т <sub>шт</sub>	
<p>1 НВ 156...217.  2 Допускается изготовление из стали 40Л ГОСТ 977-88.  3 Неуказанные формовочные уклоны 2, радиусы 3...5 мм.  4 Точность отливки 10-0-0-11Т См. 1,5 ГОСТ 26645-85.  5 Допускаются без исправления:  а) на обрабатываемых поверхностях литейные дефекты, кроме трещин, не превышающие по глубине 2/3 припуска на механическую обработку;  б) на необрабатываемых поверхностях ситовидные раковины не более 10% от площади поверхности;  в) на поверхности Б зачищенный остаток питателя высотой не более 2 мм или вылом глубиной не более 3 мм.  6 Во внутренних углах допускается пригар.  7 Литейные дефекты, размеры которых превышают оговоренные п.5, подлежат исправлению заваркой до окончательной термической обработки.  8 Поверхность В, Г являются базовыми.  9 Маркировать на бирке.  10 Клеймить на бирке.  11 Остальные технические требования по ГОСТ 977-88.  12 Поверхности отливки загрунтовать грунтовкой ГФ-0119 по ГОСТ 23343-78.</p>	№ переходов	Элементы контроля	% контроля	Средства технического контроля			Время мин на _____
	1	Осмотр до грунтовки	100	визуально			
	2	Проверка твердости отливки	3	пресс-Бринелля отсчетный микроскоп			
	3	Учет годных отливок за смену, клеймение	100	Клеймо каучуковое			
	4	Учет и клеймение брака. Допускается закрашивание краской	100	Клеймо каучуковое			
	Разработал		Н. конт.		Проверил		

Дубинин Юрий Иванович  
Дубинина Наталья Викторовна

## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Методическое пособие для студентов, обучающихся  
по направлению подготовки Машиностроение  
(квалификация (степень) бакалавр)

Редактор Е.Ф. Изотова

Подписано к печати 28.05.15. Формат 60x84/ 16.  
Усл. печ. л. 2,44. Тираж 25 экз. Заказ 151431. Рег. №62.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института  
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/б.