



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Вакуумная и компрессорная техника»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК

Методические указания

**Минск
БНТУ
2012**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Вакуумная и компрессорная техника»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК

Методические указания
к выполнению практических работ студентам специальности
1-36 20 04 «Вакуумная и компрессорная техника»,
1-08 01 01 «Профессиональное обучение (машиностроение)»
высших учебных заведений

Минск
БНТУ
2012

УДК 621.7
ББК 34.6
П79

Составители :
В. В. Бабук, С. А. Иващенко

Рецензенты :
Е. Е. Петюшик, А. А. Дробыш

Проектирование и изготовление заготовок : методические указания к выполнению практических работ студентам специальности 1-36 20 04 «Вакуумная и компрессорная техника», 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (машиностроение)» высших учебных заведений / сост. В. В. Бабук, С. А. Иващенко. – Минск : БНТУ, 2012. – 45 с.
ISBN 978-985-525-798-2.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по дисциплине «Проектирование и изготовление заготовок» студентами специальностей 1-36 20 04 «Вакуумная и компрессорная техника» и 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (машиностроение)», включают общую методику и порядок проектирования заготовок, получаемых в литейных, кузнечно-прессовых и сварочных производствах, основные требования к оформлению чертежей заготовок и содержанию технических требований, перечень рекомендуемой литературы и основных стандартов ЕСКД.

ISBN 978-985-525-798-2

© Белорусский национальный
технический университет, 2012

Практическая работа №1

РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ОТЛИВКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЬЕМ В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ФОРМЫ

Цели работы:

1. Ознакомление с технологией изготовления литейных форм и основными способами ручной формовки.
2. Приобретение практических умений по разработке чертежа отливки.

Исходные данные чертеж детали; годовая программа выпуска детали.

Основные положения

Формовка в парных опоках

Технологический процесс изготовления отливок в разовых формах наиболее широко распространен в литейном производстве. Изготовление отливки начинается с подготовки модельно-опочной оснастки, изготовления и доводки моделей, модельных плит, подмодельных плит и щитков, стержневых ящиков, сушильных плит, шаблонов для проверки размеров стержней, кондукторов и шаблонов для проверки правильности установки стержней в форме, опок, штырей и т. д.

Процесс изготовления литейных форм называется **формовкой**. В литейном производстве применяется ручная и машинная формовка. Ручная формовка используется в единичном и мелкосерийном производстве. Формы в этом случае изготавливаются в основном по деревянным моделям. В массовом и серийном производстве формы изготавливаются на формовочных машинах по металлическим моделям.

Наиболее распространенным вариантом ручной формовки является получение форм в парных опоках по разъемной модели (рис. 1.1). Литейная форма выполняется из двух полуформ – верхней и нижней. Их изготавливают из формовочной смеси, уплотняемой в металлических рамках 1 и 5 (см. рис. 1.1, з), которые называются **опоками**.

Для получения полостей литейной формы, соответствующих наружной конфигурации отливки, применяются модели. *Модель* – приспособление для получения в литейной форме отпечатка, соответствующего конфигурации и размерам отливки. Модели делают из дерева, металла, гипса, пластмасс и других материалов. Разъемные модели состоят из двух или нескольких частей, которые центрируются с помощью шпиров (см. рис. 1.1, б).

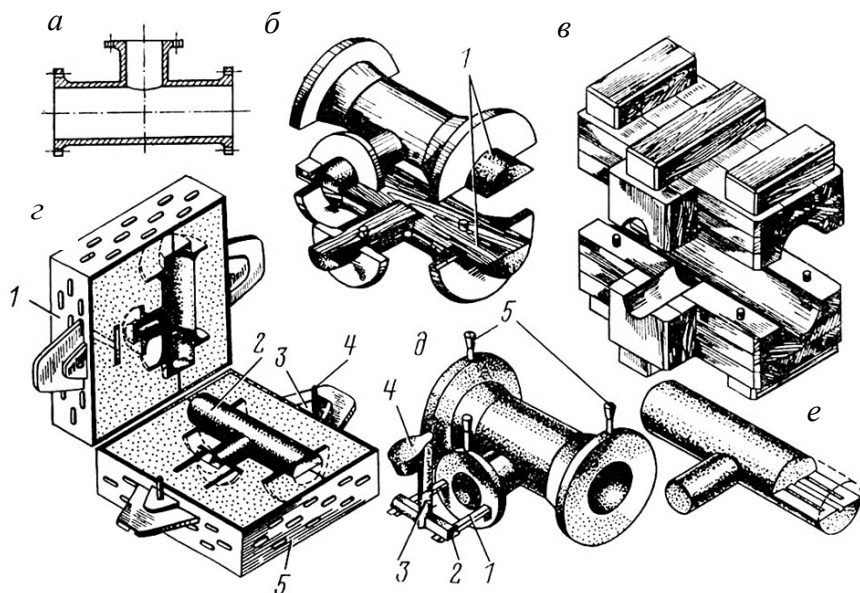


Рис. 1.1. Формовка в парных опоках по разъемной модели

Внутренние полости отливки образуются стержнями (см. рис. 1.1, е), которые получают с помощью стержневых ящиков или шаблонов (рис. 1.1, в). Готовые стержни подвергают сушке в специальных сушилах с целью увеличения газопроницаемости, общей и поверхностной прочности, а также уменьшения газотворной способности. При сборке литейной формы сухой стержень устанавливается так называемыми *стержневыми знаками* 2 (см. рис. 1.1, з) в соответствующие гнезда формы, полученные с помощью *знаковых частей* 1 (рис. 1.1, б) модели.

Отливка получается в результате заполнения полости литейной формы расплавленным жидким металлом. В зависимости от размеров, массы и толщины стенки отливки, а также от марки литейного сплава его заливают в сырые, сухие или химически твердеющие формы. Сырые формы применяют для изготовления мелких и средних отливок. В других случаях перед сборкой полуформы высушивают на всю глубину или на 20–30 мм от поверхности обеспечивая химическое твердение смеси в опоке.

После заливки металл охлаждается в форме и затвердевает, после чего ее разрушают. Эти формы называют *разовыми*. Их изготавливают из *формовочных смесей*, основными составляющими которых является кварцевый песок и огнеупорная глина.

Формы для несложных отливок могут быть изготовлены по неразъемной модели (рис. 1.2), допускающей ее извлечение из формы без разрушения последней.

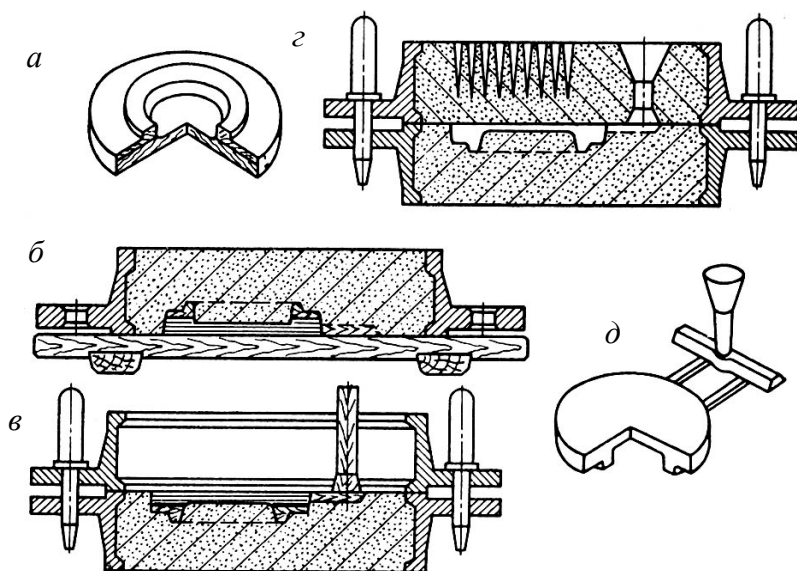


Рис. 1.2. Формовка в парных опоках по неразъемной модели:
a – деревянная модель; *б* – нижняя опока; *в* – установка верхней
 опоки; *г* – собранная литейная форма; *д* – отливка с литниками

Изготовление литейной формы

На подмодельный щиток 1 (рис. 1.3) устанавливают половину модели 2, по которой необходимо получить отпечаток в нижней полуформе, и опоку 3. Поверхность модели и подмодельного щитка посыпают сухим разделительным песком, после чего в опоку насыпают формовочную смесь и уплотняют ее. Излишек счищают с поверхности уплотненной полуформы, опоку переворачивают на 180° и устанавливают на подмодельный щиток. Затем на нижнюю половину модели устанавливают верхнюю половину модели, на нижнюю опоку – верхнюю (см.рис. 1.3, *и*). Вновь посыпают поверхность модели разделительным песком, ставят модели литниковой системы, засыпают формовочную смесь в опоку и уплотняют ее.

После этого снимают верхнюю полуформу, извлекают половину модели и модель литниковой системы, устанавливают стержень и собирают форму. Для точной сборки формы опоки имеют проушины, в которые входят центрирующие штыри.

При заполнении формы жидким металлом он давит на стенки формы, в результате чего верхняя опока может приподняться и в образовавшийся зазор будет вытекать металл. Для предупреждения этого верхнюю полуформу крепят к нижней скобами, а иногда ставят на верхнюю опоку груз.

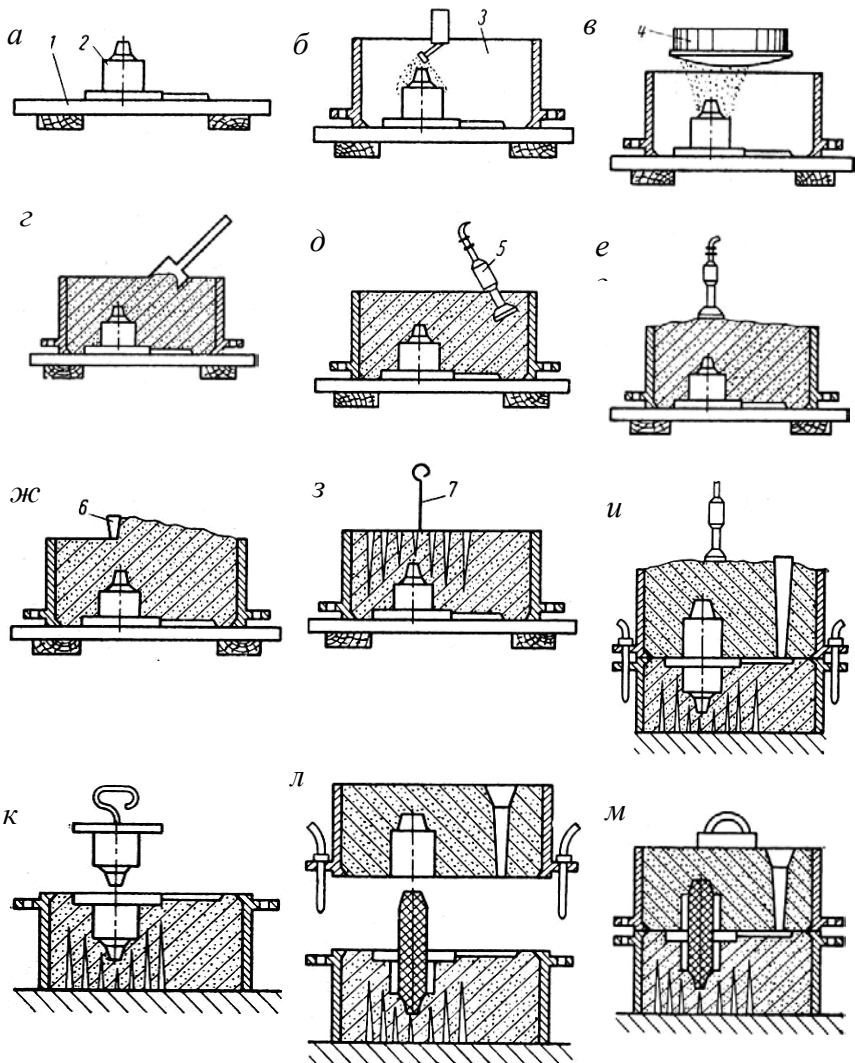


Рис. 1.3. Изготовление литейной формы

Жидкий металл при заливке поступает в полость формы по литниковым каналам, называемым **литниковой системой**. Литниковая система (рис. 1.4) состоит из литниковой чаши 1, стояка 2, шлако-

уловителя 3 и питателя 4 и коллектора. Литниковая чаша служит для уменьшения удара струи металла и отделения шлака. Стояк располагается вертикально или наклонно и имеет форму усеченного конуса с сужением книзу. К литниковой системе относится также выпор 5, служащий для выхода из формы воздуха и газов, а также контроля заполнения формы металлом.

Литниковую систему стараются расположить так, чтобы заполнение происходило спокойно, без разрушения формы. Система должна иметь небольшую массу, не осложнять процесса формовки, обеспечивать равномерно направленное затвердевание металла и не препятствовать свободной усадке.

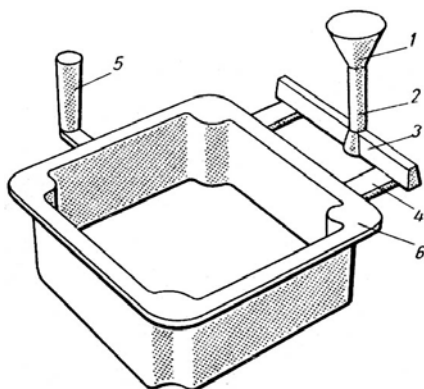


Рис. 1.4. Литниковая система

Заливка литейной формы

Заливку форм расплавленным металлом производят из чайниковых, барабанных, стопорных и других ковшей. Металл перед заливкой должен быть очищен от шлака. Большое значение при заливке формы имеет выбор температуры расплавленного металла. При повышенной температуре заливки возрастает жидкотекучесть металла, улучшается питание формы. Однако горячий металл более газонасыщен, сильнее окисляется, вызывает пригар на поверхности отливки.

Низкая температура заливки увеличивает опасность захвата воздуха и незаполнения полости формы.

Охлаждение отливок

После заливки формы отливка охлаждается и затвердевает. Полностью затвердевшая отливка должна определенное время охлаждаться с формой до температуры выбивки. Продолжительность выдержки отливок в форме может быть от нескольких минут (для мелких отливок) до нескольких суток (для крупных толстостенных отливок массой 50–60 т). Для сокращения продолжительности охлаждения массивных отливок применяют различные методы принудительного охлаждения: воздухом, водой, воздушно-водяной смесью. Качество отливок при этом не ухудшается.

Выбивка отливок

Выбивка отливки – процесс удаления затвердевшей и охлажденной до определенной температуры отливки из опоки, литейную форму при этом разрушают. Для выбивки отливок используют механические, пневматические, эксцентриковые и инерционные решетки, реже – вибрационные скобы и коромысла.

Обрубка отливок

Обрубка отливок – процесс удаления с отливки прибылей, литников, выпоров и заливок (облоев) по месту сопряжения полуформ. Обрубку производят пневматическими зубилами, ленточными и дисковыми пилами, абразивными кругами, газовой резкой и на прессах. От стальных отливок литники отрезают газовой или плазменной резкой, от чугунных отбивают молотками сразу же после выбивки из формы перед удалением стержней. Ленточные и дисковые пилы используют для обрубki отливок из алюминиевых, магниевых, медных сплавов. После обрубki отливки зачищают, удаляя мелкие заливы и остатки литниковой системы. Зачистку выполняют маятниковыми и стационарными шлифовальными кругами, пневматическими зубилами, газопламенной обработкой и другими способами.

Очистка отливок

Выбитые из формы отливки имеют на своей поверхности слой пригоревшей формовочной смеси. Пригоревшую и приставшую

смесь, а также остатки стержней удаляют в галтовочных барабанах периодического или непрерывного действия, гидropескоструйных и дробеметных камерах, химической или электрохимической обработкой и другими способами.

Методические указания

Рекомендации по разработке чертежа отливки

1. Графическое изображение отливки должно быть выполнено в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

2. Чертеж должен содержать виды, разрезы, сечения, необходимые для получения полного представления о конфигурации отливки.

3. Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в литье, изображают сплошной тонкой линией.

4. На чертеже должны быть указаны необходимые размеры отливки с предельными отклонениями.

5. При вычерчивании отливки следует учитывать все припуски с указанием их величины.

6. На чертеже отливки указывают литейные радиусы и уклоны, если они не оговорены техническими требованиями.

7. Положение отливки в форме при заливке обозначают буквами **В** (верх) и **Н** (низ). Буквы проставляют у стрелок, показывающих направление разъема формы.

8. Разъем модели и формы показывают отрезком или ломаной штрихпунктирной линией, заканчивающейся знаком **X— —X**, над которой указывается буквенное обозначение разъема **МФ**.

9. Направление разъема показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной к линии разъема.

10. При применении неразъемных моделей указывают только разъем формы **Ф**.

11. Значком ∇ указывают базы механической обработки.

Расположение отливки в форме

При выполнении чертежа отливки определяют оптимальное расположение линии разъема модели и формы, положение отливки в

форме при заливке, которое устанавливают в зависимости от конфигурации отливки, вида формы литниковой системы, требований к плотности металла, шероховатости поверхности и т. д.

Для получения плотной отливки в соответствии с принципом направленной кристаллизации наиболее массивные ее узлы располагают при заливке сверху, ответственные поверхности отливки стремятся расположить внизу или вертикально.

При определении разъема модели и формы выбирают такой вариант, который обеспечивает наименьшую трудоемкость изготовления модельной оснастки и формы, беспрепятственное удаление модели из формы, повышение размерной точности отливки и уменьшение затрат на ее очистку и дальнейшую обработку.

Литейные уклоны и радиусы

Конструкция модели должна обеспечивать извлечение ее из формы без разрушения отпечатка. Для облегчения извлечения модели из формы на ее вертикальных поверхностях, перпендикулярных к плоскости разъема, выполняются уклоны. Они могут быть конструктивными и формовочными. Уклоны, предусмотренные при конструировании отливок, называют *конструктивными*. Действительные размеры отливки в этом случае соответствуют размерам, которые установлены чертежом. Для поверхностей отливки или ее элементов уклоны данного вида должны назначаться в соответствии с направлением разъема формы. Конструктивные уклоны устанавливают в зависимости от высоты расчетного элемента отливки.

Формовочные уклоны выполняются на литейных моделях, если отливка не имеет конструктивных уклонов. В этом случае действительные размеры отдельных конструктивных элементов отливки отличаются от размеров по чертежу.

При сопряжении стенок отливки под прямым или тупым углом (острые углы в отливке не допускаются) обязательно предусматривают галтели. *Галтель* – скругление внутреннего угла модели с целью получения в отливке плавного перехода от одной ее поверхности к другой. Галтели облегчают извлечение модели из формы и снижают вероятность появления трещин в сопряжениях элементов отливки.

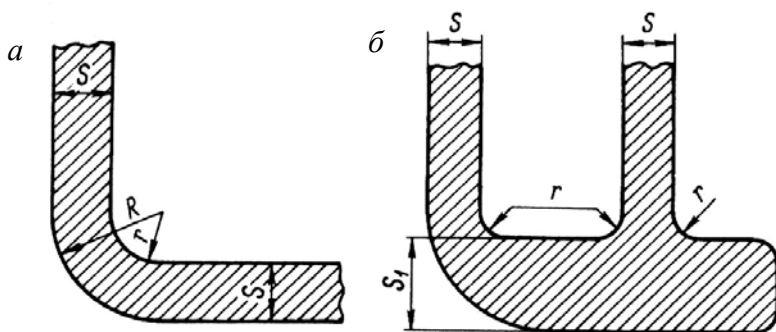


Рис.1.5. Схема сопряжения стенок отливки:
 а – одной толщины; б – различной толщины

Если сопрягаются стенки одной толщины, закругления необходимо производить из одного центра (рис. 1.5) как для внутреннего, так и для наружного радиусов. Радиусы закруглений выбирают в пределах 1/5–1/3 средней арифметической толщины двух стенок, образующих угол модели. Для отливок рекомендуются следующие радиусы закруглений: 1, 2, 3, 5, 8, 10, 16, 20, 25, 32, 40 мм.

Технические требования

В технических требованиях указывают:

- сведения о материале отливки и его термической обработке;
- нормы точности отливки (класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы, допуск смещения отливки);
- допуски формы и расположения поверхностей отливки (отклонения от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, заданного профиля);
- неуказанные на чертеже литейные радиусы и уклоны;
- требования к качеству поверхностей и устранению дефектов литья;
- требования к покрытию поверхностей отливки;
- условия и методы испытания (при необходимости);
- указание о маркировании (клеймении).

Алгоритм пользования ГОСТ 26645-85

1. Определение класса размерной точности отливки	⇒	В зависимости от габарита детали, материала и метода литья – табл. 9, прил. 1
2. Назначение допусков размеров отливки	⇒	В зависимости от класса размерной точности и номинального размера – табл. 1, п. 2.1.–2.3
3. Определение степени коробления элементов отливки	⇒	В зависимости от метода литья, характера термообработки – табл. 1, прил. 2
4. Назначение допусков формы и расположения поверхностей отливки	⇒	В зависимости от степени коробления и номинального размера – табл. 2
5. Определение степени точности поверхности отливок	⇒	В зависимости от метода литья и габаритного размера – табл. 11, прил. 3
6. Назначение допусков неровности поверхности отливки	⇒	В зависимости от степени точности поверхности – табл. 3
7. Назначение общих допусков элементов отливок	⇒	В зависимости от допуска размера, допуска формы и расположения поверхностей – табл. 16, п. 2.11.
8. Определение класса точности массы отливки	⇒	Табл. 13, прил. 5
9. Назначение допусков массы отливки	⇒	Табл. 4
10. Определение ряда припуска	⇒	В зависимости от степени точности – табл. 14, прил. 6
11. Назначение минимального литейного припуска на сторону	⇒	В зависимости от ряда припуска – табл. 5
12. Назначение общего припуска элементов отливки	⇒	В зависимости от общего допуска элементов поверхности – табл. 6
13. Уточнение величины общего припуска	⇒	В зависимости от допуска размера отливки и соотношения между допусками размера детали отливки – таблица 7; в зависимости от допуска размера отливки и соотношения между допусками формы детали и отливки – табл. 8
14. Назначение общего припуска на сторону	⇒	В зависимости от общего допуска поверхности отливки, вида обработки и ряда припуска отливки – табл. 6
15. Назначение увеличенных или уменьшенных значений припусков	⇒	В зависимости от технического уровня – табл. 15, прил. 7

Порядок выполнения работы

1. Изучить чертеж детали и проанализировать исходные данные.
2. Определить значения припусков на механическую обработку поверхностей.
3. Установить истинные размеры заготовки.
4. Определить значения допусков на размеры отливки.
5. Разработать чертеж отливки с указанием припусков на механическую обработку, необходимых размеров заготовки и предельных их отклонений.
6. Разработать технологический маршрут изготовления отливки.
7. Эскизно изобразить последовательность изготовления литейной формы.
8. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Название и цель работы
2. Чертеж детали
3. Расчет припусков на механическую обработку и допусков на размеры отливки.
4. Чертеж отливки с техническими требованиями.
5. Технологический маршрут изготовления литейной формы, иллюстрированный соответствующими эскизами.

Контрольные вопросы

1. Какие металлы и сплавы применяются в литейном производстве?
2. Какие основные требования предъявляются к литейным материалам?
3. Что такое формовка?
4. Какие существуют способы формовки?
5. Из чего изготавливают модели?
6. Из чего состоит формовочная смесь?
7. Что необходимо указывать в технических требованиях на чертеже отливки?
8. Что такое припуск?
9. Что такое допуск.

10. От чего зависит допуск на размер отливки?
11. От чего зависит припуск на механическую обработку поверхности отливки?
12. Основные операции технологического процесса изготовления отливки в ПГФ.

Рекомендуемая литература

1. Клименков, С.С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Минск.: Техноперспектива, 2008. – 407 с.
2. Абрамов, Г.Г. Справочник молодого литейщика / Г.Г. Абрамович, Б.С. Панченко – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 224 с.
3. Титов, Н.Д. Технология литейного производства / Н.Д. Титов, Ю.А. Степанов. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1978. – 388 с.

Практическая работа № 2

РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ В ОТКРЫТОМ ШТАМПЕ

Цель работы:

1. Ознакомление с технологией изготовления поковки методом горячей объемной штамповки в открытом штампе.
2. Приобретение практических умений по разработке чертежа поковки.

Исходные данные: чертеж детали; годовая программа выпуска детали.

Основные положения

Горячая объемная штамповка является одним из способов обработки металлов давлением, при котором свободное течение металла ограничивается поверхностями полостей штампа. Металл заполняет полость (ручей) штампа, имеющую форму изделия – поковки. Горячая объемная штамповка находит широкое применение в современном машиностроении, поскольку дает возможность изготовить поковку с высокими механическими свойствами и по конфигурации близкой к готовой детали.

Общий технологический процесс изготовления поковок горячей объемной штамповкой состоит из ряда операций. Основными из них являются: 1) резка прутков на мерные заготовки; 2) нагрев заготовок под штамповку; 3) горячая штамповка; 4) обрезка облоя и прошивка перемычек; 5) правка; 6) термическая обработка; 7) очистка поковок от окалины; 8) калибровка; 9) контроль качества поковок.

В большинстве случаев для горячей объемной штамповки применяется прокат круглого, квадратного, прямоугольного, иногда фасонного профиля. Пруток режут на мерные заготовки на одну или несколько поковок.

Наиболее распространенными способами резки пруткового материала являются:

- на кривошипных пресс-ножницах;

- резка механическими пилами;
- электромеханическая;
- анодно-механическая;
- газовая резка;
- ломка на хладноломах.

Штамповка иногда производится от прутка с последующим отделением поковки на самой штамповочной машине.

Основными видами горячей объемной штамповки являются штамповка с облоем в открытых штампах и штамповка без облоя в закрытых штампах.

Облойная штамповка характеризуется тем, что после заполнения полости ручья штампа металлом избыток его вытесняется в специальную полость, образуя заусенец – облой.

В первоначальный момент (рис. 2.1, а) заготовка 3 зажата между верхним 1 и нижним 2 штампами. Далее металл заготовки 3 начинает затекать в углубления штампа и в зазор между штампами (рис. 2.1, б). При смыкании половинок штампа (рис. 2.1, в) происходит заполнение его полости и выдавливание избытка металла в виде облоя 4 в заусенечную канавку 5.

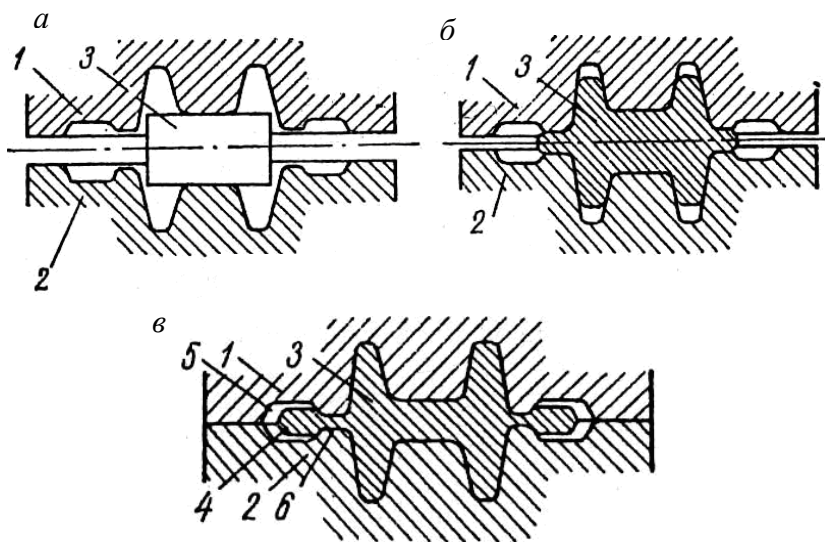


Рис. 2.1. Схема образования облоя в открытых штампах

Заполнение полости открытого штампа возможно лишь при достаточном сопротивлении течению металла в облой, что достигается за счет уменьшения зазора между половинками штампа и охлаждения металла на участке мостика б. Таким образом, в процессе штамповки заусенец служит как бы замыкающим кольцом, препятствующим вытеканию металла в зазор между штампами, пока не произошло заполнение формы. С этого момента в заусенечную канавку вытесняется только излишек металла. Заусенец после штамповки удаляют при помощи обрезных штампов, устанавливаемых на обрезных кривошипных прессах.

Безоблойная штамповка представляет собой деформацию металла в закрытых штампах, в которых образование облоя не предусматривается и поэтому полость для него отсутствует. При безоблойной штамповке необходимо строго соблюдать равенство объемов заготовки и поковки. В противном случае поковки будут получаться либо чрезмерно полными (при избытке металла), либо с незаполненными углами (при недостатке металла). Поэтому для резки заготовок должны применяться способы, обеспечивающие достаточно высокую точность, например, резка дисковыми или ленточными пилами.

Штамповка в закрытых штампах по сравнению со штамповкой в открытых штампах обеспечивает меньший расход металла, более высокую точность и более благоприятную макроструктуру поковок.

Горячая объемная штамповка производится на различных машинах, к числу которых относятся штамповочные молоты, кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП), горизонтально-ковочные машины (ГКМ), гидравлические и фрикционные прессы, ротационно-ковочные машины и др.

Выбор расположения плоскости разъема штампов

При выборе плоскости разъема штампов следует руководствоваться следующими основными требованиями:

– плоскость разъема должна обеспечивать свободное извлечение поковки из штампа;

– труднозаполняемые части форм поковки следует располагать в верхней половине штампа, поскольку металл легче течет вверх, чем вниз; нижний штамп больше контактирует с нагретой поковкой и поэтому имеет худшее состояние, что затрудняет течение металла;

– плоскость разъема следует устанавливать в том сечении поковки, где полость штампа имеет наименьшую глубину и наибольшую ширину и заполнение ручья металлом происходит легче; плоскость разъема для поковок, имеющих длину больше трех диаметров, следует назначать по продольной оси детали;

– плоскость разъема, по возможности, должна быть прямой;

– контуры поковки по плоскости разъема штампов должны быть одинаковы; при этом достаточно легко осуществляется контроль сдвига одной части поковки относительно другой.

Назначение припусков и допусков

Припуск – слой металла на обрабатываемых поверхностях поковки, удаляемый при ее механической обработке. Припуски зависят от конструктивных характеристик поковки, ее габаритных размеров, точности, массы, материала, а также от вида применяемого штамповочного оборудования.

В плоскости, перпендикулярной направлению удара штампа, припуски принимаются больше, чем по высоте вследствие того, что при штамповке имеются сдвиги штампов относительно друг друга, создающие перекося поковки. Поэтому малый припуск в плоскости разъема может не обеспечить получение годной поверхности детали после механической обработки.

Допуски представляют собой допустимые отклонения от номинальных размеров поковки. Эти отклонения могут быть следствием недоштамповки поковки по высоте, неполного заполнения ручьев штампов, износа штампов и пр. Поэтому допуск берется несимметричным. Для наружных поверхностей верхнее отклонение принимается в два раза больше нижнего, для внутренних – наоборот.

Сдвиг штампов не должен быть больше, чем разность между значением припуска на сторону и величиной абсолютного значения нижнего отклонения.

Припуски, допуски и кузнечные напуски установлены ГОСТ 7505–89.

Штамповочные уклоны и закругления

Отштампованная поковка удерживается в полости штампа силами трения. Для обеспечения свободного извлечения из ручья штампа поковки, боковые поверхности полости штампа должны иметь штамповочные уклоны. При наличии уклонов поковка отрывается от стенок штампа в результате небольшого ее смещения. Штамповочные уклоны для штамповки стальных поковок колеблются от 1 до 10° и зависят от конфигурации и высоты боковых поверхностей поковки, характера течения металла в штампе, а также вида оборудования (рис. 2.4).

Наружные штамповочные уклоны α относятся к поверхностям, по которым между поковкой и стенкой штампа образуются зазоры вследствие тепловой усадки при остывании металла. Внутренние штамповочные уклоны β относятся к тем поверхностям поковки, которые при ее остывании приводят к плотной посадке поковки на выступ штампа. Поэтому для наружных поверхностей поковки штамповочные уклоны принимают меньше, чем для внутренних.

Максимальные значения уклонов для штамповочных молотов, прессов с выталкивателями и без выталкивателей, горизонтально-ковочных машин и горячештамповочных автоматов установлены ГОСТ 7505–89.

При штамповке на КГШП штамповочные уклоны могут быть уменьшены до 2 – 3° за счет наличия у прессы выталкивателей.

При штамповке на ГКМ (рис. 2.2):

- на цилиндрических участках длиной более половины диаметра, высаживаемых в полости пуансона, уклоны принимают не менее 0°30';
- буртиках в глубоких круговых впадинах не менее 0°30' – 1°30';
- стенках глубоких несквозных отверстий, прошиваемых пуансоном – от 0°30' до 3°.

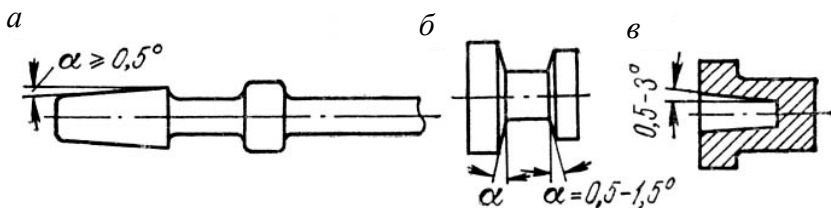


Рис. 2.2. Назначение уклонов для штамповки на ГКМ

Все переходы поверхностей поковки должны быть закруглены. Различают два вида радиусов закруглений поковок: внутренние R и наружные r . Наличие радиусов способствует лучшему заполнению металлом ручьев штампа, а также предохраняет его от преждевременного износа и поломок. Радиусы закруглений находятся в прямо пропорциональной зависимости от глубины полости. Чем глубже полость, тем большим принимается радиус закругления. Радиусы закруглений наружных углов r поковки обычно устанавливают в пределах 1,0–6,0 мм; на внутренних углах радиус закругления R принимают в 3–4 раза больше (табл. 2.1). Минимально допустимые радиусы закруглений наружных углов поковок в зависимости от глубины полости ручья штампа регламентированы ГОСТ 7505–89 и приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.1

Ориентировочные минимально допустимые радиусы закруглений наружных и внутренних кромок поковок в зависимости от глубины (высоты) h выемки на участке уклона и ширины выемки b

h/b	Наружный радиус r , мм	Внутренний радиус R , мм
≤ 2	$0,05h + 0,5$	$2,5r + 0,5$
$2 \geq 4$	$0,06h + 0,5$	$3,0r + 0,5$
≤ 4	$0,07h + 0,5$	$3,5r + 0,5$

Таблица 2.2

Минимальная величина радиусов закруглений наружных углов

Масса поковки, кг	Глубина полости ручья штампа, мм			
	≥ 10	10–25	25–50	≤ 50
$\geq 1,0$	1,0	1,6	2,0	3,0
$1,0 \geq 6,3$	1,6	2,0	2,5	3,6
$6,3 \geq 16$	2,0	2,5	3,0	4,0
$16 \geq 40$	2,5	3,0	4,0	5,0
$40 \geq 100$	3,0	4,0	5,0	7,0
$100 \geq 250$	4,0	5,0	6,0	8,0

Полости и наметка отверстий в поковках

При штамповке поковок с глухими полостями или сквозными отверстиями стремятся получить выемки большего объема с целью экономии металла и сокращения последующей механической обработки. Полость в поковке может быть образована тем легче, чем больше ее диаметр. При штамповке таких поковок в наиболее тяжелых условиях работают выступающие части штампа, называемые **знаками**. Вследствие малой стойкости штамповых знаков наметки диаметром менее 30 мм не выполняются. Наметки в деталях типа тел вращения выполняют в виде конических несквозных отверстий с одной или с двух сторон (рис. 2.3). Остающуюся между наметками перемышку (пленку) удаляют прошивкой. Сквозные отверстия или углубления в поковках выполняют, если диаметр отверстия больше или равен высоте поковки. При штамповке поковок небольшой высоты со сквозным отверстием наименьший расход металла обеспечивается при образовании одинаковых наметок с двух сторон при условии несовпадения плоскостей разреза штампа и образования пленки (см. рис. 2.3, *в*). При штамповке поковок деталей большой высоты с отверстием выполняют лишь глухие наметки (см. рис. 2.3, *б*).

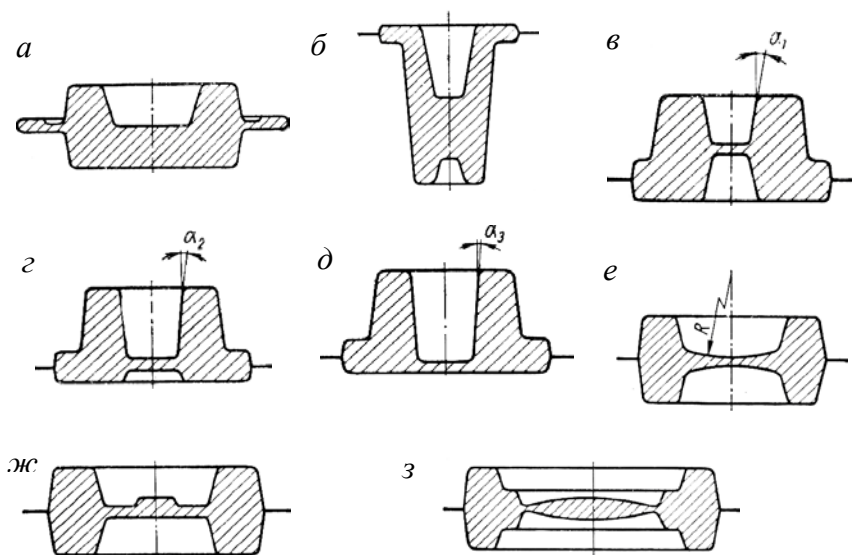


Рис. 2.3. Типы поковок с полостью

Геометрические параметры наметок рассчитывают в соответствии с рис. 2.5.

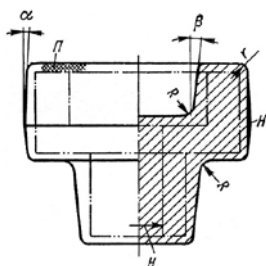


Рис. 2.4. Штампочные уклоны и радиусы закруглений поковки

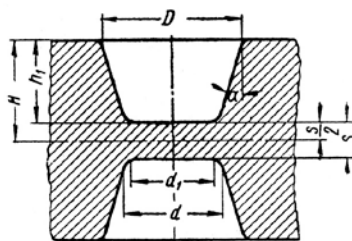


Рис. 2.5. Геометрические параметры наметок

Диаметр вершины наметки d определяется по формуле

$$d = D - 2h_1 \operatorname{tg} \alpha,$$

где D – диаметр основания наметки;

h_1 – глубина наметки.

Диаметр прошиваемой перемычки

$$d_1 = D - 2H \operatorname{tg} \alpha,$$

где H – расстояние от основания наметки до горизонтальной оси симметрии поковки.

Глубина наметки определяется из условия $h_1 \leq 0,8D$. Если требуется большая глубина наметки, или $2H/D \geq 1,7$, то прошивка отверстия не выполняется. В этом случае ограничиваются односторонней или двусторонней наметкой.

Толщину перемычки S принимают $0,1D$, но не менее 4 мм.

При выполнении глубокой прошивки отверстий на ГКМ глубина не должна превышать трех,- четырехкратной величины диаметра полости.

Примеры получения поковок

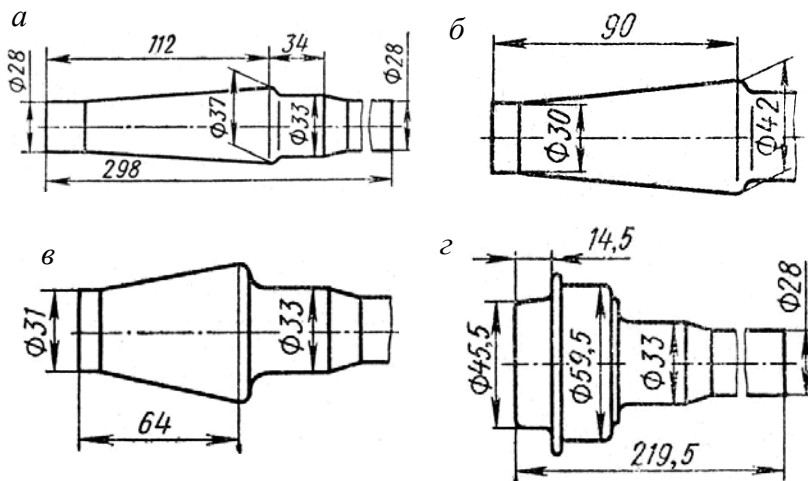


Рис. 2.6. Набор металла (а – в) и высадка головки заготовки детали (г)

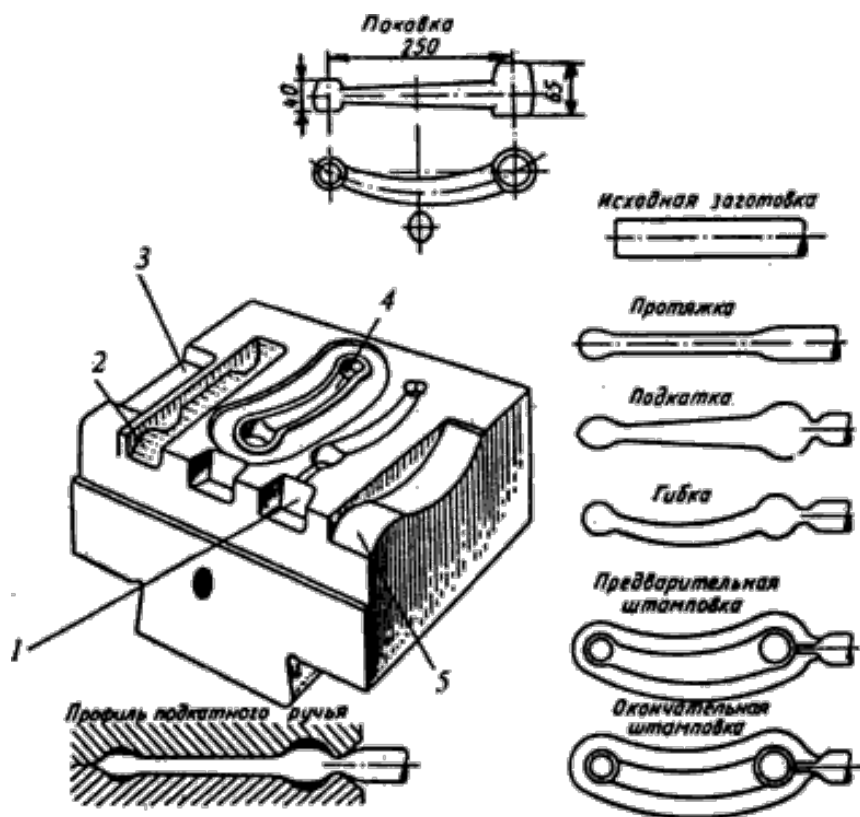


Рис. 2.7. Стадии получения сложной поковки в нескольких ручьях:
 1 – черновой ручей; 2 – подкатной; 3 – протяжной;
 4 – чистовой, 5 – гибочный

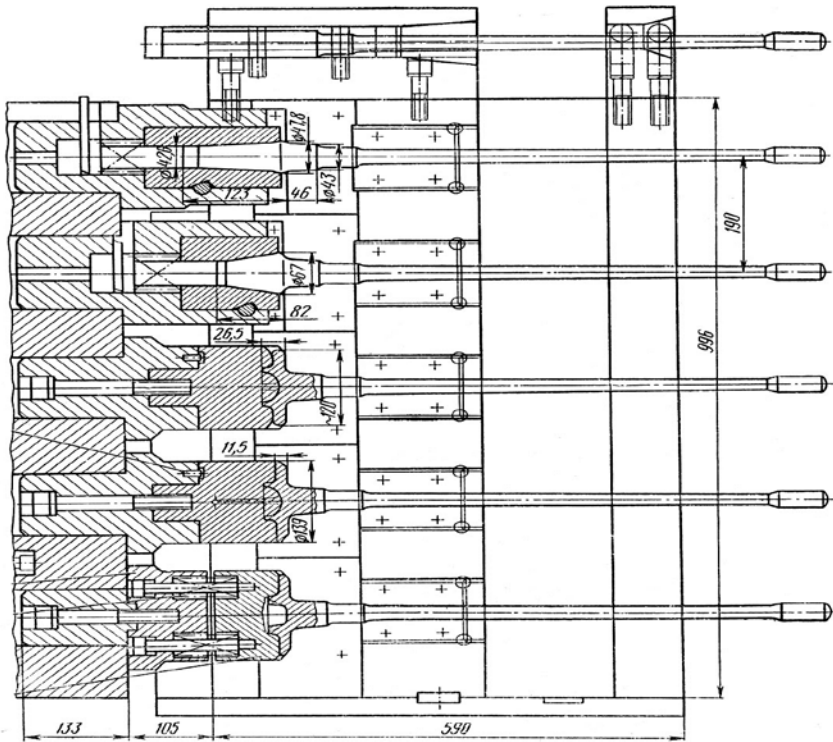


Рис. 2.8. Штамповка на ГКМ полуоси автомобиля

Методические указания

Рекомендации по разработке чертежа поковки

1. Чертеж поковки составляют по чертежу готовой детали с учетом припусков на механическую обработку в соответствии с ГОСТ 3.1126 – 88.

2. На чертеже поковки деталь следует показывать штрихпунктирной линией с двумя точками, давая лишь необходимые контуры детали, показывающие припуск на обработку. Такое изображение детали следует давать преимущественно в разрезах или сечениях один раз, не повторяя на других проекциях.

3. Чертеж поковки должен быть выполнен в масштабе изображения чертежа детали. Масштаб чертежей поковок выбирают обычно 1 : 1.

4. Расположение плоскости разъема формообразующих поверхностей штампа следует изображать тонкой штрихпунктирной линией, обозначенных на концах знаком **X— —X**.

5. Значком ∇ указывают базы механической обработки.

Система простановки размеров на чертеже поковки должна соответствовать требованиям ЕСКД и учитывать следующее:

– возможность проверки величины припуска путем сравнения размеров на чертеже поковки с соответствующими размерами на чертеже готовой детали;

– возможность измерения размеров на поковке;

– возможность разметки поковки при контроле и механической обработке.

На чертеже поковки не следует указывать размеры, определяющие положение линии разъема.

Технические требования

В технических требованиях указывают:

– сведения о материале поковки и ее термической обработке;

– точность поковки (группа стали, класс точности, степень сложности, исходный индекс);

– допуски формы и расположения поверхностей поковки (отклонения от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, заданного профиля);

– допускаемые значения смещения штампов;

– неуказанные на чертеже штамповочные радиусы и уклоны;

– требования к качеству поверхностей и устранению штамповочных дефектов;

– требования к покрытию поверхностей поковки;

– условия и методы испытания (при необходимости);

– указание о маркировании (клеймении).

Алгоритм пользования ГОСТ 7505–89

Определение расчетной массы поковки	Вычисляют по формуле $M_{\text{пр}} = M_g \cdot K_p$, кг, где M_g – масса детали, кг; K_p – расчетный индекс. В зависимости от характеристики детали – табл. 20
2. Выбор класса точности	В зависимости от основного деформирующего оборудования – табл. 19
3. Определение исходного индекса	В зависимости от массы поковки, марки стали, степени сложности и класса точности поковки – табл. 1, табл. 2
4. Определение припусков на механическую обработку	
Основной припуск на механическую обработку	– определяют в зависимости от исходного индекса, литейных размеров и шероховатости поверхности детали – табл. 3; – припуск на толщину поковки, подвергаемой холодной или горячей калибровке, определяют по приложению 4 в зависимости от площади поверхности подвергаемой калибровке
Дополнительные припуски	Учитывающие смещение поковки, изогнутость, отклонение от плоскостности и прямолинейности, межцентрового и межосевого расстояний, угловых размеров, определяют исходя из формы поковки, технологии изготовления, класса точности – табл. 4–6
5. Определение минимальной величины радиусов наружных углов поковок	В зависимости от глубины полости ручья штампа и массы поковки – табл. 7
6. Назначение допусков	
Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров	В зависимости от исходного индекса и размеров поковки – табл. 8
Допуски толщины поковки, подвергаемой холодной или горячей штамповке	В зависимости от поверхности подвергаемой калибровке – прил. 4
Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа; допускаемая величина остаточного облоя	В зависимости от массы поковки, конфигурации поверхности разъема штампа и класса точности – табл. 9
Допускаемая величина заусенца, образовавшегося по контуру пуансона	В зависимости от массы поковки и степени ее сложности – табл. 11
Допускаемые отклонения от концентричности, изогнутости, плоскостности, прямолинейности	В зависимости от размеров поковки – табл. 12, 13
Допускаемые отклонения межосевого расстояния	В зависимости от класса точности – табл. 14
Допускаемые отклонения угловых размеров элементов поковки	В зависимости от класса точности и длины элемента – табл. 16
Допуск радиусов закругления углов поковок	В зависимости от класса точности и радиуса закругления – табл. 17
7. Определение кузнечных напусков	Штамповочные уклоны назначаются в зависимости от оборудования – табл. 18

Порядок выполнения работы

1. Изучить чертеж детали и проанализировать исходные данные.
2. В зависимости от конфигурации детали определить тип ободования для получения поковки.
3. Определить точность поковки по ГОСТ 7505–89.
4. Определить расположение плоскости разъема штампов.
5. Разработать чертеж поковки с указанием припусков на механическую обработку, необходимых размеров и предельных их отклонений.
6. Сформулировать необходимые технические требования на поковку.
7. Разработать технологический маршрут изготовления поковки.
8. Эскизно изобразить последовательность формообразования поковки.
9. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Чертеж детали.
3. Определение точности поковки по ГОСТ 7505–89.
4. Расчет припусков на механическую обработку, допусков и кузнечных напусков.
5. Чертеж поковки с техническими требованиями.
6. Технологический маршрут изготовления поковки.
7. Эскизы этапов формообразования поковки.

Контрольные вопросы

1. Виды горячей объемной штамповки (ГОШ).
2. Материалы, применяемые для изготовления поковок.
3. Технологический маршрут получения заготовки методом ГОШ.
4. Способы получения исходных штучных заготовок для ГОШ.
5. От чего зависит расположение плоскости разъема штампа?
6. Что такое припуск? От чего зависит величина припуска?
7. От чего зависит величина допусков на размеры поковки?

8. Для чего необходимы штамповочные уклоны и закругления?
9. Что необходимо указывать в технических требованиях на чертеже поковки?
10. В чем отличие облойной и безоблойной штамповки?
11. Какое оборудование применяется для ГОШ?

Рекомендуемая литература

1. Клименков, С.С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Минск.: Техноперспектива, 2008. – 407 с.
2. Безручко, И.И. Обработка металлов давлением / И.И. Безручко, Л.Н. Балакина. – Л.: Машиностроение, 1967. – 312 с.: ил.
3. Юсипов, З.И. Каплин Ю.И. Обработка металлов давлением и конструкции штампов: учебник для машиностроительных техникумов / З.И. Юсипов, Ю.И. Каплин. – М.: Машиностроение, 1981. – 272 с.: ил.

Практическая работа № 3

РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СТАЛИ

Цели работы:

1. Разработка рабочих чертежей свариваемых деталей.
2. Формирование умения в выборе электродов и режимов для ручной дуговой сварки конструкций из сталей.

Исходные данные: чертеж сварной конструкции; материал свариваемых деталей.

Основные положения

Сварным соединением называется неразъемное соединение, выполняемое сваркой. Сварные комбинированные заготовки экономичны при любом характере производства в случае изготовления сложных или крупногабаритных деталей, получение которых удорожает оснастку, увеличивает объем механической обработки, снижает точность и качество изготовления.

В сварных заготовках взаимосвязаны применяемые материалы, конструктивные формы соединяемых элементов и технологические процессы сварки.

Одним из основных факторов, определяющих целесообразность использования сварки для получения комбинированных заготовок, является материал свариваемых элементов. Прежде всего, он должен обладать высокой свариваемостью, т. е. легко свариваться без дополнительного подогрева, использования дополнительной оснастки. Наиболее распространенным материалом сварных заготовок является сталь. Химический состав стали оказывает существенное влияние на свариваемость. Присутствие в стали хрома, молибдена, вольфрама, кремния, марганца понижают свариваемость стали. Особенно сильно влияет углерод. При содержании его до 0,25 % сталь сваривается легко, без применения подогрева и специальной оснастки. Дальнейшее увеличение содержания углерода ухудшает процесс свариваемости, служит причиной закалки в переходных

зонах, способствует возникновению трещин. Поэтому наибольшее применение при изготовлении сварных заготовок имеют малоуглеродистые и низколегированные стали с суммарным содержанием легирующих элементов до 2 %. Тем не менее, для изготовления сварных заготовок применяют различные углеродистые и легированные стали, обладающие необходимыми для сварки технологическими свойствами – пластичностью и незначительной склонностью к прокаливаемости.

Сварной вариант заготовки выполняется в том случае, если заготовка может быть расчленена на отдельные элементы. При расчленении цельнолитых и цельнокованых заготовок на отдельные исходные заготовки, получаемые литьем, ковкой или штамповкой, необходимо помнить, что применение сварки требует не только выбора мест расчленения, не простого копирования форм и размеров цельных заготовок, а создания исходных заготовок, технологичных для данного материала, выбранного способа сварки, условий производства. При этом в чертеж сварной заготовки вносят необходимые конструктивные изменения.

Ручная дуговая сварка металлическим электродом осуществляется за счет теплоты электрической дуги, горящей между электродом и свариваемыми частями металлической конструкции. Электрическая дуга в газовом промежутке характеризуется:

- низким напряжением на электродах (20–65 В);
- высокой температурой столба дуги (6000–10000°С);
- большой силой тока (100–500 А).

Для ручной дуговой сварки может быть применен постоянный или переменный род тока. При постоянном токе дуга горит устойчиво, что важно для сварки изделий малой толщины и специальных марок сталей. Однако в этом случае требуется более сложная и дорогостоящая аппаратура, увеличивается расход энергии и, как следствие, повышается себестоимость сварки.

При переменном токе условия сварки несколько ухудшаются (меньшая устойчивость горения дуги, возможна пористость шва), однако сам процесс более экономичен, чем в первом случае.

Питание дуги постоянным током осуществляется с помощью выпрямителей или генераторов, а переменным током – понижающих сварочных трансформаторов. Технические характеристики сварочных трансформаторов приведены в табл. 8.

Основными видами брака при сварке являются деформации сварных заготовок и дефекты сварочных швов.

При изготовлении сварных конструкций в них возникают внутренние напряжения, вызывающие деформации. Причинами возникновения внутренних напряжений могут быть:

- дефекты подготовки и сборки свариваемых элементов (неправильный угол скоса кромок, несовпадение стыкуемых плоскостей, непостоянство зазора между ними);
- неравномерность нагрева свариваемого металла;
- усадка наплавленного металла;
- структурные изменения в металле шва, происходящие при его затвердевании (при сварке легированных и высокоуглеродистых сталей).

Дефекты сварочных швов – это трещины, непровары, прожоги, натеки, шлаковые и окисные включения, дефекты формы швов.

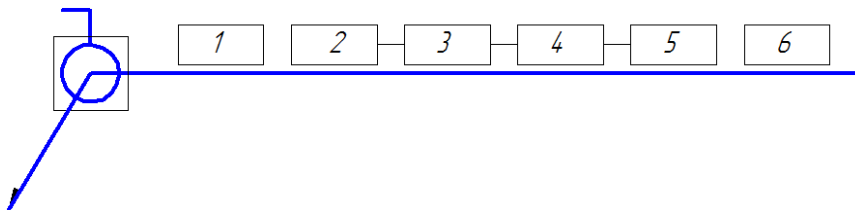
Методические указания

Для разработки чертежей деталей сварной конструкции студенту выдается чертеж сварной заготовки. На основании чертежа заготовки необходимо выполнить расшифровку условных обозначений сварных швов, выбрать марку электрода, определить параметры технологического процесса сварки, выполнить рабочие чертежи свариваемых деталей.

Основные типы и конструктивные элементы швов сварных соединений ручной дуговой сваркой регламентированы ГОСТ 5264–80.

Условное обозначение на чертежах сварных швов

Условное обозначение на чертежах сварных швов имеет вид:



где $\boxed{1}$ – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (табл. 3.1);

$\boxed{2}$ – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (табл. 3.2).

Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быть различно подготовлены под сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединениям. Подготовка кромок может быть:

- с отбортовкой кромок;
- двумя скосами двух кромок;
- скосом одной кромки;
- двумя скосами одной кромки;
- без скоса кромок.

Вид кромок свариваемых деталей выбирают по стандарту в соответствии с буквенно-цифровым обозначением шва.

Пример условного буквенно-цифрового обозначения стандартного шва:

C1; C2; C3...)	ГОСТ 5264–80
У; У2; У3...)	
Т1; Т2; Т3...)	
Н1; Н2; Н3...)	

Таблица 3.1


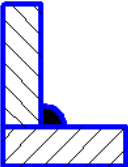
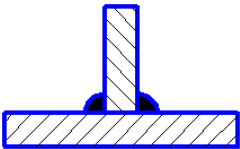

Стандарты на типы и конструктивные элементы швов
сварных соединений

ГОСТ	Наименование
5264–80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные
8713–79	Сварка под флюсом
11533–75	Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом
11534–75	Ручная дуговая сварка. Соединения под острыми и тупыми углами

ГОСТ	Наименование
15164–78	Электрошлаковая сварка
14771–76	Дуговая сварка в защитном газе
15878–79	Контактная сварка
14806–80	Дуговая сварка алюминия и его сплавов
16037–80	Сварка стальных трубопроводов

Таблица 3.2

Типы сварных соединений в зависимости от расположения деталей


Изображение	Обозначение	Название
	С	Стыковое (свариваемые детали соединяются своими торцами)
	У	Угловое (свариваемые детали располагаются под углом 90° и соединяются по кромкам)
	Т	Тавровое (торец одной детали с боковой поверхностью другой детали)
	Н	Нахлесточное (боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой)

\mathcal{J} – условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать) (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Буквенное обозначение способов сварки

Обозначение	Способ сварки
РнЗ	Ручная сварка алюминия. То же стальных трубопроводов
Р	Ручная сварка стальных трубопроводов
РнЗ/М-З	Ручная дуговая сварка стальных трубопроводов, первый проход – неплавящимся электродом в защитных газах, последующие – механизированная сварка плавящимся электродом
РнЗ/р	То же, первый проход - ручная сварка неплавящимся электродом в защитных газах, последующие – ручная дуговая сварка

\triangle – знак  и величина катета, согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (ГОСТ 16037–80).

Катет (К) – меньший катет вписанного в сечение шва треугольника.
Примеры катетов изображены на рис. 3.1.

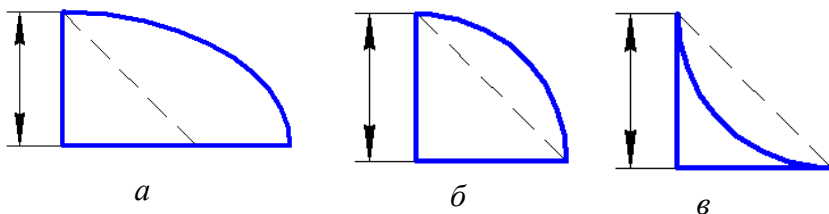

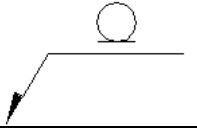


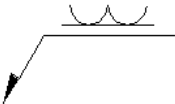
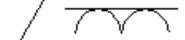

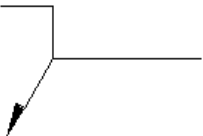
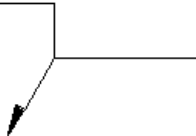

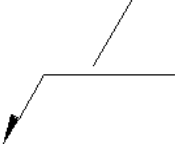
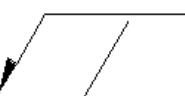

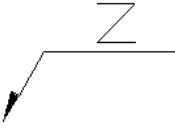
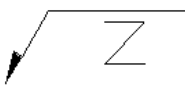


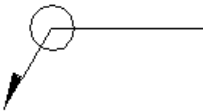
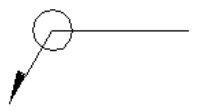

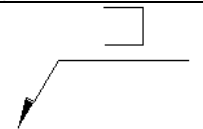
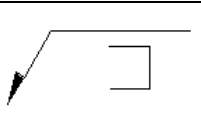
Рис. 3.1. Типы сварных швов в зависимости от величины катета:
а – неравнобоко-выпуклый шов; б – равнобоко-выпуклый шов; в – вогнутый шов

- 5 – для прерывистого шва – длина провариваемого участка, знаки «/» или «Z» и размер шага;
 – шва контактной точечной сварки – расчетный диаметр точки, знаки «/» или «Z» и размер шага;
 – шва контактной шовной сварки – расчетная ширина шва.
- 6 – вспомогательные знаки (табл. 3.4) по ГОСТ 2.312–72.

Таблица 3.4

Виды вспомогательных знаков и их расположение

Знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно линии выноски	
		лицевая сторона	оборотная
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		

Знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно линии выноски	
		лицевая сторона	оборотная
	Шов по замкнутой линии \varnothing 3–5 мм		
	Шов по незамкнутой линии		

Электроды и их обозначение

Тип электрода обозначается буквой Э с цифрой, указывающей гарантированное временное сопротивление разрыву наплавленного металла в кгс/мм². Буква А после цифры означает повышенную пластичность наплавленного металла.

В зависимости от механических свойств наплавляемого металла применяют электроды 14 типов: Э42; Э42А; Э50; Э50А ... Э150.

Различают следующие марки электродов:

1. По виду покрытия:

А – с кислотным покрытием – ОНМ-5, АНО-2, СМ-5, ЦМ-7; электроды обеспечивают устойчивое горение дуги при постоянном и переменном токе;

Б – основным покрытием – УОНИИ 13/45, АНО-7, ОЗС-2, ДСК-50; их применяют для сварки на постоянном токе обратной полярности;

Р – рутиловым покрытием – АНО-1, АНО-3, ОЗС-3, ОЗС-6, АНО-4, МР-1, МР-3; обеспечивают устойчивое горение дуги и хорошее формирование шва во всех пространственных положениях;

Ц – целлюлозным покрытием – ВСЦ-1, ВСЦ-2, ОЗС-1; применяют для сварки металлов малой толщины и в монтажных условиях.

II – с прочим покрытием – АНО-24 (рутиль-ильменитовое покрытие), АНО-30 (рутил-основное), АНО-Д (фтористо-кальциевое покрытие).

2. По марке свариваемого металла:

У – углеродистая и низколегированная сталь ($\sigma_{\text{в}}$ до 60 кгс/мм²);

Л – легированная конструкционная ($\sigma_{\text{в}} \geq 60$ кгс/мм²);

Т – легированная теплоустойчивая;

В – высоколегированные стали и стали с особыми свойствами;

Н – стали для наплавки поверхностных слоев, с особыми свойствами.

Выбор марки и типа электрода производится в зависимости от марки и механических свойств свариваемого материала (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Выбор типа и марки электрода

Марка стали	Механические свойства			Тип электрода	Марка электрода
	$\sigma_{\text{в}}$, кгс/мм ²	$\sigma_{\text{т}}$, кгс/мм ²	σ , %		
Ст 3	38	23	25	Э42, Э42А	АНО-5, АНО-6, ОМА-2, ВСП-1, СМ-II, УП-1-45 УП2-45
14Г, С9Г2	44	29	21	Э46	АНО-3, АНО-4, МР-3, СЗС-4, СЗС-6, СЗС-12, АНО-13, АНО-18
С9Г2С, 10Г2С1Д, 18Г2, 17ГС	46	33	21	Э50, Э50А	ВСЦ-3, ВСН-3 (пост. тока), ДСК-50, АНО-2
14Г2АСРД, 16Г2АРД, 10ХСНД	52	40	19	Э60 Э60А	УОНИ 13/65 (пост. тока)
15ХА, 15Г2ЛЮГ	60	45	16		
14Х2ГМР 12ХН2	70	60	12	Э70	МКЗ-70 (пост. тока)

Выбор диаметра электрода

Диаметр электрода выбирается в зависимости от положения сварки и толщины свариваемого материала (табл. 3.6).

Таблица 3.6

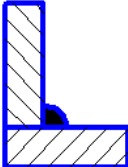

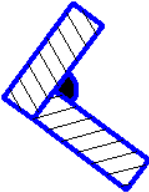
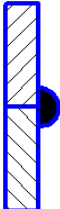
Выбор диаметра электрода

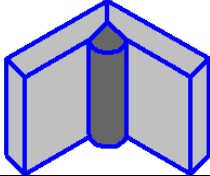
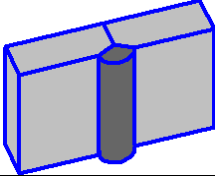
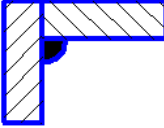
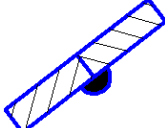
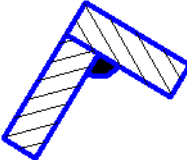

Положение сварки	Диаметр электрода, мм								
Нижнее	при толщине свариваемого материала								
	< 1,5	2	3	4-5	6-8	9-12	13-16	17-20	> 20
	1; 1,6	2	3	3,4	4,5	4,5	5	5; 6	6,8
Горизонтальное Вертикальное Потолочное	диаметр электрода принимается равным 4 мм								

Основные положения сварки и их буквенные обозначения приведены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Основные положения и буквенные обозначения сварки

Основное положение	Тип шва	
	угловой	стыковой
Нижнее – Н		
Горизонтальное – Г		

Основное положение	Тип шва	
	угловой	стыковой
Вертикальное – В		
Полупотолочное – Пп		
Потолочное – Пт		

Выбор тока

Род тока выбирается в зависимости от марки и толщины свариваемого материала:

– постоянный ток для тонкостенных заготовок и высоколегированных сталей;

– переменный ток – сварки углеродистых сталей.

Сила тока определяется в зависимости от положения сварки по следующим формулам:

$$I = K \cdot d \text{ (для сварки в нижнем положении);}$$

$I = (0,85 - 0,90) \cdot K \cdot d$ (горизонтальном и вертикальном положениях);

$$I = (0,80 - 0,85) \cdot K \cdot d \text{ (потолочном положении),}$$

где I – сила сварочного тока, А;

K – коэффициент пропорциональности, зависящий от марки электрода ($K = 40-60$ А/мм);

d – диаметр электрода, мм.

Напряжение устойчивого горения дуги определяется по формуле

$$U_э = U_{ка} + E_c \cdot l,$$

где $U_э$ – напряжение электрода, В;

$U_{ка}$ – суммарное падение напряжения на катоде и аноде (20–22 В);

E_c – градиент напряжения в столбе дуги (3,3–3,8 В/мм);

l – длина дуги (0,5–1,1) d , мм.

Выбор сварочного трансформатора осуществляется с учетом величины сварочного тока I , напряжения электрода $U_э$ и КПД по данным табл. 3.8.

Таблица 3.8

Технические характеристики сварочных трансформаторов

Типы трансформаторов	Технические данные					
	Напряжение питающей сети, В	Вторичное напряжение, В	Номинальный режим работы, В	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования тока, А	КПД, %
СТШ 250	380	61	20	250	80–260	73
СТШ 300	380/220	63	60	300	110–405	88
СТШ 500	380/220	60	60	500	145–650	90
ТС 300	380/220	68	65	300	110–385	84
ТС 500	380/220	62	65	500	163–650	85
ТСП-2	380/220	61; 79	20	300	90–300	76
ТД 300	380/220	59; 73	60	300	60–400	86
ТД 500	380	50	65	500	100–560	87
ТДЭ 250	380	50	20	250	90–250	67

Порядок выполнения работы

1. Выполнить чертеж (эскиз) сварной заготовки с указанием необходимых размеров и сварочных швов.
2. Расшифровать условные обозначения сварного шва на чертеже.
3. Выполнить чертежи (эскизы) свариваемых деталей.

4. Выбрать тип, марку и диаметр электрода.
5. Определить род тока, силу сварочного тока, напряжение устойчивого горения сварочной дуги.
6. Выбрать сварочный трансформатор.
7. Выбранные и рассчитанные параметры сварки занести в табл. 3.9.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Чертеж (эскиз) сварной заготовки.
4. Чертежи (эскизы) свариваемых деталей.
5. Таблица с результатами выбора технологических параметров сварки.
6. Выводы.

Таблица 3.9

Технологические параметры ручной дуговой сварки

Марка и толщина металла	Тип, марка и диаметр электрода	Напряжение горения дуги, В	Сила сварочного тока, А	Тип трансформатора

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое сварное соединение?
2. Каковы основные факторы, влияющие на свариваемость сталей?
3. Какими параметрами характеризуется электрическая дуга?
4. Какой род тока применяется при ручной дуговой сварке?
5. Каковы источники питания электрической дуги?
6. Преимущества и недостатки применения постоянного и переменного тока при электродуговой сварке.
7. Каковы основные формы подготовки кромок под сварку?
8. Виды брака при сварке.
9. Какие данные включает условное обозначение сварного шва?

10. Чем определяется марка электрода?
11. От каких параметров сварки зависит диаметр электрода?
12. Как рассчитывают необходимую силу сварочного тока?
13. Как определяют напряжение устойчивого горения сварочной дуги?
14. Каковы основные параметры, необходимые для выбора сварочного трансформатора?

Рекомендуемая литература

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Андреев. – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 3. – 557 с.
2. Верховенко, Л.В. Справочник сварщика / Л.В. Верховенко. – 2-е изд. – Минск: Вышэйшая школа, 1990. – 480 с.
3. Новичихина, Л.И. Справочник по техническому черчению / Л.И. Новичихина. – Минск: Вышэйшая школа, 1976. – 240 с.
4. Степанов В.В. Справочник сварщика / В.В. Степанов. – М.: Машиностроение, 1982. – 560 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическая работа № 1. Разработка чертежа отливки и технологического маршрута ее получения литьем в песчано-глинистые формы. 3
2. Практическая работа № 2. Разработка чертежа поковки и технологического маршрута ее получения в открытом штампе. 16
3. Практическая работа № 3. Разработка чертежей деталей сварной конструкции и технологического процесса ручной дуговой сварки конструкций из стали. 31

Учебное издание

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК**

Методические указания
к выполнению практических работ студентам специальности
1-36 20 04 «Вакуумная и компрессорная техника»,
1-08 01 01 «Профессиональное обучение (машиностроение)»
высших учебных заведений

Составители:

БАБУК Виталий Валентинович
ИВАЩЕНКО Сергей Анатольевич

Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 26.03.2012. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,67. Уч.-изд. л. 2,09. Тираж 100. Заказ 1113.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.