



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Машины и технология литейного производства»

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА**

### **ПРАКТИКУМ**

**по одноименному курсу для студентов  
специальности 1-36 02 01 «Машины и технология  
литейного производства»  
дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

**Гомель 2006**

УДК 621.7.07(075.8)  
ББК 30.605я73  
Т38

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 1 от 10.10.2005 г.)*

Автор-составитель: *Л. К. Воронина*

Рецензент: доц. каф. «Обработка материалов давлением» ГГТУ им. П. О. Сухого *В. Ф. Буренков*

**Технологическая** оснастка : практикум по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» днев. и заоч. форм обучения / авт.-сост. Л. К. Воронина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2006. – 24 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 985-420-485-5.

Практикум содержит общие положения о роли технологической оснастки в производстве литых заготовок, принципы выбора типа оснастки, последовательность разработки технической документации. Приведены примеры расчета размеров моделей, что позволит закрепить знания и приобрести практические навыки в проектировании и производстве техоснастки.

Для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 621.7.07(075.8)  
ББК 30.605я73**

**ISBN 985-420-485-5**

© Воронина Л. К., составление, 2006  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2006

## 1. Общие положения

Интенсивное развитие машиностроения предъявляет повышенные требования к качеству и точности литых заготовок, которые в значительной степени зависят от качества оснастки. Она должна быть такой, чтобы обеспечить получение отливок с требуемой точностью геометрических размеров и заданной шероховатостью поверхности отливок.

По своему назначению литейная оснастка в процессе изготовления отливок подразделяется на формообразующую (основную) и универсальную (вспомогательную).

Формообразующая оснастка представляет собой модельный комплект, в который входят модели, стержневые ящики, элементы литниково-питающей системы, модельные плиты.

*Модель* – это приспособление для получения отпечатка в литейной песчаной форме в основном воспроизводящего конфигурацию будущей отливки.

Отличается конфигурация модели от конфигурации отливки наличием знаковых частей, в которые устанавливаются и закрепляются стержни.

## 2. Классификация модельных комплектов

2.1. Модельные комплекты можно классифицировать по различным признакам. Наиболее важными являются: вид материала для изготовления моделей и стержневых ящиков; способ изготовления литейной формы; размер моделей; точность и прочность их изготовления; сложность конфигурации моделей; род сплава отливки.

2.2. По роду материала модельные комплекты подразделяются на деревянные, металлические и неметаллические (гипс, цемент, пластмассы, пенопласты). Выбор материала модели зависит, в первую очередь, от характера производства и способа формообразования.

Основным материалом при единичном и мелкосерийном производствах отливок служит древесина, а для серийного, крупносерийного и массового производств – алюминиевые сплавы, сталь, чугун и другие сплавы. Металлические модели применяются также при изготовлении отливок на формовочном оборудовании с применением повышенных усилий воздействия на формовочную смесь при уплотнении (импульсная формовка и др.).

**Сравнительная характеристика материалов  
для модельных комплектов**

<b>Материал</b>	<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
Сосна, ель, бук и др.	Хорошая обрабатываемость, низкая стоимость	Склонность к деформации (набухание, усушка, коробление), низкая прочность и износостойкость
Алюминиевые сплавы ГОСТ 2685–75 АЛЗВ, АЛ7В, АЛ–1013 и др.	Хорошая обрабатываемость, низкая плотность ( $\gamma = 2,7 \div 2,8 \text{ г/см}^3$ ), антикоррозионность	Высокая стоимость, ограниченные прочностные свойства
Серый чугун (не ниже СЧ-15)	Высокая прочность, хорошая обрабатываемость	Высокая плотность ( $\gamma = 7,2 \text{ г/см}^3$ ), склонность к коррозии
Сталь 15Л÷45Л (ГОСТ 977–85) Ст 0... Ст6 (ГОСТ 380–94)	Высокая прочность, хорошая обрабатываемость, низкая шероховатость поверхности после механической обработки	Высокая плотность ( $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ ), склонность к коррозии
Пластмассы ЭД-20, ЭД-16 (ГОСТ 10587–76)	Высокая прочность, простота изготовления модели, практически отсутствует потребность в механической обработке	Высокая токсичность, ограниченность размеров модели
Пенополистирол ПСБ-Л ПСВ-Л	Низкая плотность ( $\gamma = 0,02 \div 0,03 \text{ г/см}^3$ ), простота изготовления модели, хорошая обрабатываемость	Разовое использование модели, необходимость хорошей вытяжки на участке заливки

*Примечание.* Ориентировочная стоимость изготовления моделей из древесины, Al-сплавов, чугуна, стали соотносится как 1:8:12:15.

Наиболее важные характеристики основных модельных материалов можно условно оценить по пятибалльной системе (табл. 2.2).

**Характеристика основных модельных материалов**

Характеристика материалов	Материалы и их оценка в баллах			
	дерево	Al-сплавы	чугуны	пластмассы
Обрабатываемость резанием	4	3	2	3
Износостойкость	1	4	5	2
Прочность	2	3	5	3
Возможность снижения веса оснастки	4	3	1	3
Простота ремонта	5	2	3	2
Сопротивляемость коррозии	4	4	1	4
Сопротивляемость разбуханию	1	5	5	4

Металлические и пластмассовые модели, по сравнению с деревянными, более длительное время сохраняют точность геометрических размеров и четкость конфигурации отливок, гладкость поверхности, не коробятся и не разбухают при контакте с влажной формовочной смесью. Но стоимость изготовления их в 3–5 раз превышает стоимость деревянных. Выбор материала модели должен быть экономически обоснован.

2.3. По способу изготовления литейных форм модельные комплекты могут быть для ручной и машинной формовки.

Для ручной формовки модели могут иметь как один, так и более разъемов, а также отъемные части.

Для машинной формовки модель должна иметь более простую конфигурацию, без отъемных частей и не более одного разъема.

Чтобы исключить необходимость отъемных частей и упростить конфигурацию модели при машинной формовке целесообразно вводить наружные стержни.

2.4. По габаритным размерам модельные комплекты разделяют на группы в соответствии с максимальным размером и с учетом характера формовки.

Модели для ручной формовки делят на малые модели размером до 500 мм, средние – от 500 до 5000 мм и большие – более 5000 мм.

Для машинной формовки модели делят на мелкие – размером до 150 мм, малые – от 150 до 500 мм, средние – от 500 до 1500 мм, большие – от 1500 мм.

2.5. По точности изготовления деревянные модельные комплекты делятся на три класса в зависимости от характера производства, требуемой точности изготовления отливок и состава модельного комплекта.

По первому классу точности изготавливают модельные комплекты для массового производства отливок, по второму – для серийного, по третьему – для единичного производства.

2.6. По прочности деревянные модельные комплекты подразделяют на три класса.

По первому классу прочности изготавливают модельные комплекты для серийного и мелкосерийного производства при непрерывной эксплуатации модельных комплектов.

По второму классу прочности изготавливают модели и стержневые ящики для серийного и мелкосерийного производства отливок при периодическом использовании модельных комплектов.

По третьему классу прочности изготавливают модельные комплекты для единичного производства отливок.

2.7. По сложности конструкции модели делят на пять групп.

Группа сложности определяется внешним контуром отливки, ее массой, числом стержней, наличием выступов, бобышек, а также заданными классами точности и прочности.

К первой группе сложности относят модели отливок простых по конфигурации, преимущественно плоских, изготавливаемых по неразъемной модели или с плоским разъемом, без стержней или со стержнями простого прямолинейного контура (плоские крышки, анкерные плиты, плоские кронштейны и др.).

Ко второй группе сложности относят модели отливок типа простейших тел вращения с одним и двумя стержнями (крышки фигурные, рычаги, ступицы и др.).

К третьей группе сложности относят модели отливок с отъемными частями, выступами, с криволинейными и прямолинейными поверхностями. В комплект входят несколько стержневых ящиков (корпус задвижки и вентиля, шестерни, зубчатые колеса и др.).

К четвертой группе сложности относят более сложные по конфигурации модели отливок, преимущественно многорадиусные (корпуса насосов, корпуса редукторов, барабаны и др.).

К пятой группе сложности относят особо сложные модели, наружные поверхности которых образуются сопряжениями криволинейных поверхностей, труднодоступными углублениями, тонкими

ребрами, наличием резких переходов (блоки цилиндров, станины металлорежущих станков, крыльчатки и др.).

2.8. По роду сплава отливок различают модельные комплекты для отливок из чугуна, стали, цветных сплавов. От рода сплава зависит величина литейной усадки, которая учитывается при изготовлении модели и стержневых ящиков, а также величины припусков на механическую обработку. От рода сплава зависит также конструкция литниково-питающей системы и ее расположение в литейной форме.

Для отличия деревянных модельных комплектов по роду сплава их рабочие поверхности окрашивают в различные цвета: для стали – серый; для чугуна – красный; для цветных сплавов – желтый.

### 3. Проектирование модельных комплектов

#### 3.1. Понятие о технологичности литых деталей.

Литая деталь должна иметь такую геометрическую форму, которая отвечала бы не только ее функциональному назначению и качественным показателям (прочность, точность, эстетичность и др.), но также и удобству ее изготовления с наименьшими материальными затратами.

Под технологичной конструкцией литой детали понимают такую ее геометрическую форму, которая, с учетом марки литейного сплава, гарантирует получение требуемых эксплуатационных показателей ее с наименьшими затратами труда, энергии и материалов в конкретных условиях производства.

*Основные факторы, характеризующие степень технологичности литой детали*

##### 3.1.1. Равномерность толщины стенок.

В случае значительной разницы толщины сопрягающихся стенок переход от толстой стенки к более тонкой должен быть плавным (рис. 3.1):.

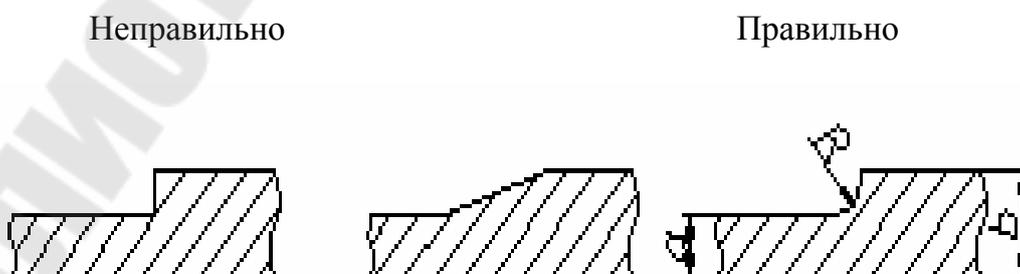


Рис. 3.1

$$R = \left( \frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right) \frac{a+b}{2};$$

$\frac{1}{3}$  принимается при  $\frac{a+b}{2} < 50 \text{ мм}$ ;  $\frac{1}{5}$  – при  $\frac{a+b}{2} > 50 \text{ мм}$ .

3.1.2. Возможность создания направленного затвердевания (метод выкатывания «шарика» показан на рис. 3.2).

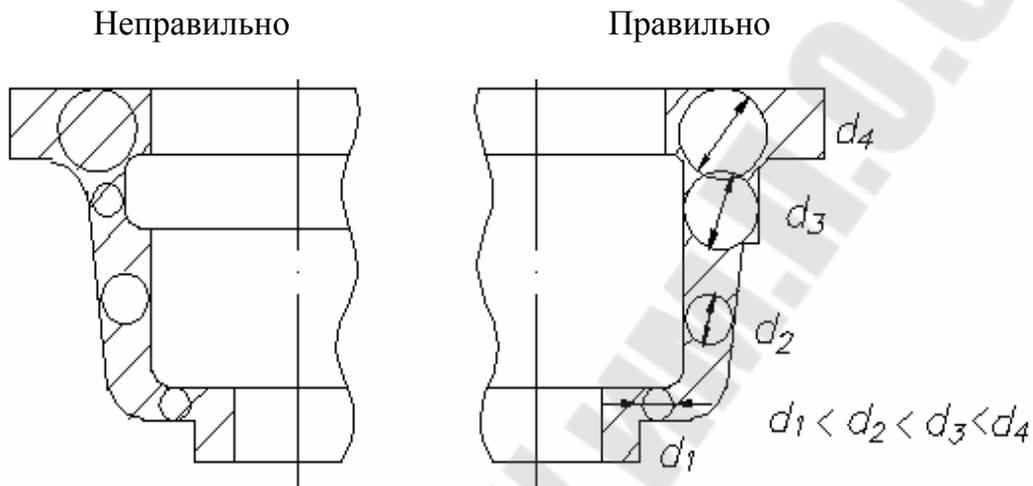


Рис. 3.2

3.1.3. Толщина, расположение и форма стенок и ребер отливки должны способствовать спокойному заполнению формы. Необходимо избегать тонких и плоских, с развитой горизонтальной поверхностью стенок. По возможности их предпочтительнее заменить наклонными, что позволит предупредить образование ужимин, газовых раковин, включений формовочной смеси (рис. 3.3).

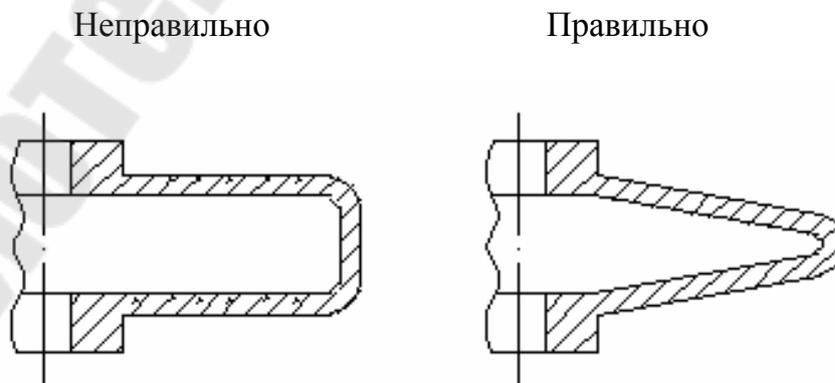


Рис. 3.3

3.1.4. Смежные внутренние полости детали следует объединить, что позволит повысить размерную точность отливок и избежать применения жеребеек (рис. 3.4):

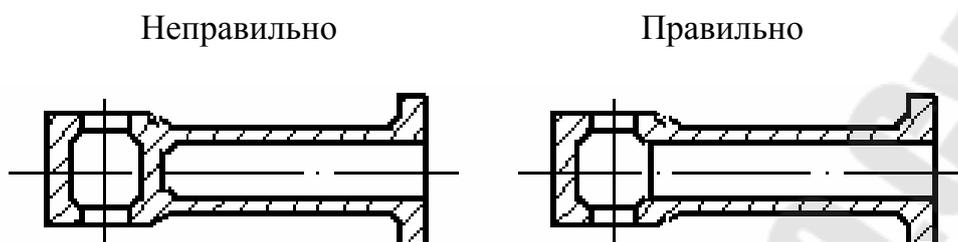


Рис. 3.4

3.1.5. Внешние поднутрения или выступы на боковых поверхностях, требующие применения отъемных частей желательно исключить или спрямить (рис. 3.5):

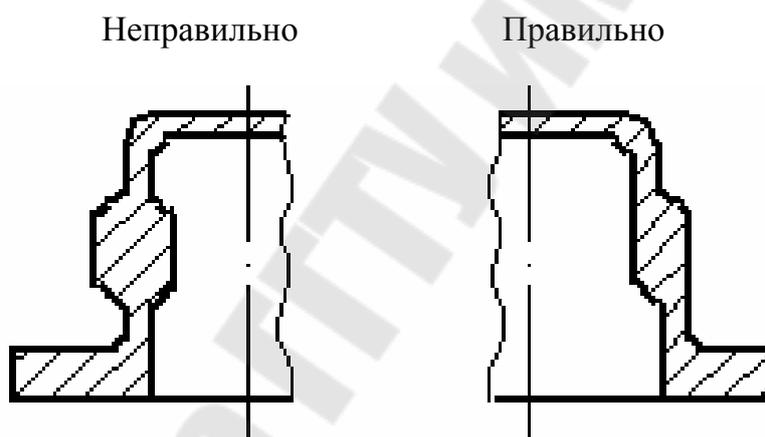


Рис. 3.5

3.2. Выбор положения отливки в форме при заливке и определение плоскости разъема.

3.2.1. При разработке техпроцесса изготовления отливки возможны несколько вариантов положения отливки в форме и плоскости разъема. При выборе оптимального варианта необходимо учитывать: условия заполнения формы и питания отливки; обеспечение геометрической точности размеров отливки (отсутствие перекоса по разъему, доступность надежной установки стержней и возможность контроля); упрощение конструкции модельного комплекта и снижение трудоемкости изготовления отливки; возможность рационального использования опочной оснастки в данном производстве.

3.2.2. Для получения качественной отливки необходимо обеспечить направленное затвердевание, когда кристаллизация расплава осуществляется от нижних слоев по направлению к питающим прибылям.

3.2.3. Верхние, в положении при заливке, поверхности в большей степени подвержены опасности образования шлаковых, газовых и песчаных раковин. Поэтому ответственные, развитые в горизонтальном направлении, поверхности необходимо стремиться располагать в нижней полуформе, наклонно или вертикально.

3.2.4. При выборе разъема формы необходимо стремиться к тому, чтобы отливка располагалась в одной полуформе (по возможности в нижней).

3.2.5. Массивные части отливки (особенно при литье стали или цветных сплавов) следует располагать в таком положении, при котором бы обеспечивалось их достаточное питание от прибыли.

3.2.6. Число разъемов формы должно быть минимальным, при этом выбранный разъем должен обеспечивать удобство уплотнения, подвода металла, сборки формы и контроля ее правильности.

3.3. Основные положения разработки литейной технологии.

3.3.1. Исходными данными для разработки технологии получения отливки служат чертеж литой детали и технологические условия на ее изготовление, которые задаются конструктором, исходя из особенностей эксплуатации детали.

3.3.2. Чертеж отливки разрабатывается на основе чертежа детали, на который наносятся различные технологические указания в соответствии с [5].

При этом определяется положение отливки в форме и плоскость ее разъема, назначаются припуски на механическую обработку [7]; задаются формовочные уклоны; конфигурация и размеры стержневых знаков, величину сборочных зазоров [6]; назначается величина усадки сплава отливки.

Пример нанесения литейно-модельных указаний на чертеж детали «поршень» (рис. 3.6).

Положение отливки в форме при заливке обозначают буквами В (верх) и Н (низ), которые ставят у стрелок, показывающих направление разъема формы. Разъем модели и формы показывают отрезком или ломаной сплошной линией. Если модель разъемная, то по линии разъема около стрелок ставят буквы М.Ф. При неразъемной модели указывают только разъем формы – буквой Ф.

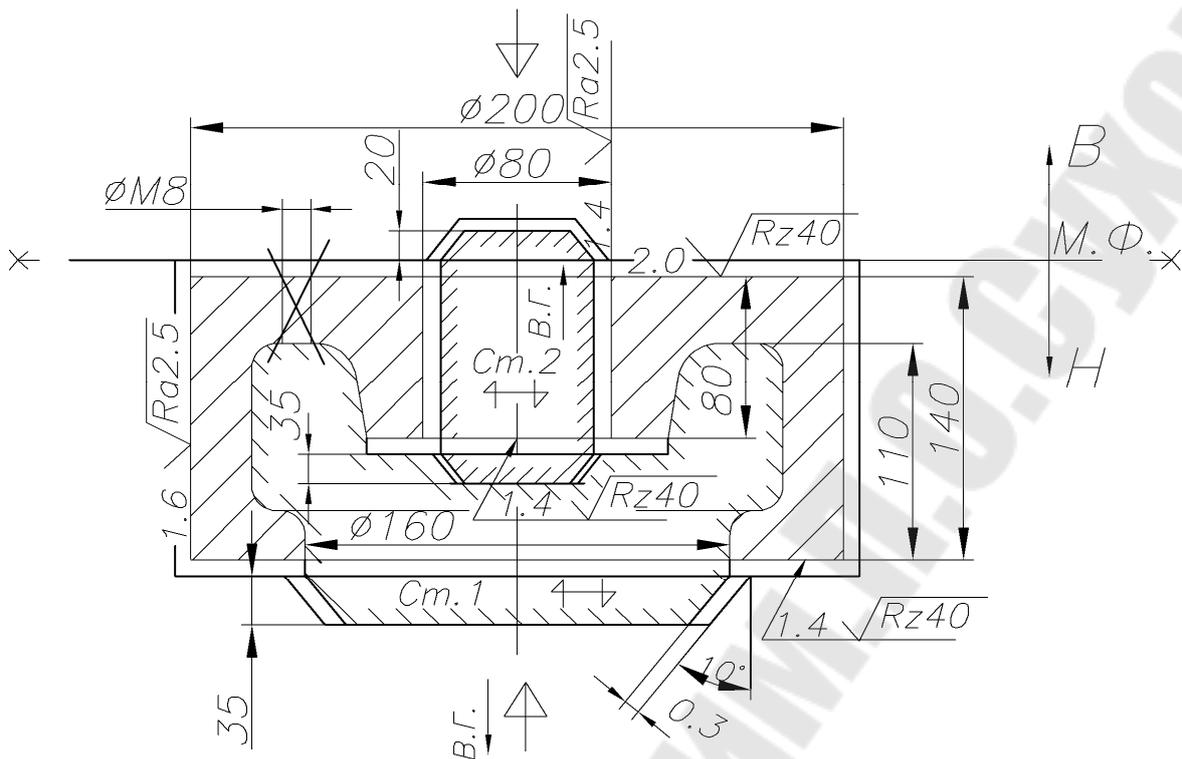


Рис. 3.6

Припуски на мехобработку обозначают сплошной тонкой линией по всей обрабатываемой поверхности; линейный размер припуска указывают цифрой перед знаком шероховатости.

Отверстия, углубления, впадины, не выполняемые литьем, крестообразно перечеркивают тонкими линиями.

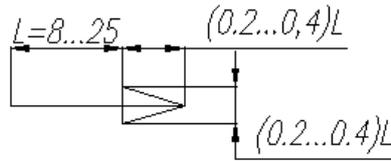
Стержни, стержневые знаки, сборочные зазоры изображают сплошной тонкой линией. Стержни в разрезе штрихуются только у контурных линий.

Номера стержням присваивают в порядке простановки их в форму.

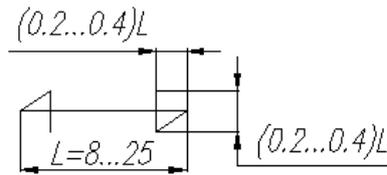
Направление набивки стержня (рис. 3.7, а), разъем стержневых ящиков (рис. 3.7, б), вывод газов из стержня (рис. 3.7, в) обозначаются специальными стрелками.

### 3.3.3. Припуски на усадку сплава.

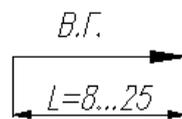
Усадкой называют уменьшение объема сплава при переходе его из жидкого состояния в твердое. Одни и те же сплавы могут давать различную усадку, которая зависит от линейных размеров и геометрической сложности конфигурации отливок, а также от свойств формовочных и стержневых смесей, температуры сплава при заливке.



a)



б)



в)

Рис. 3.7

При изготовлении моделей необходимо учитывать величину усадки сплава отливки, значения которых приведены в таблице 3.1.

$$L_m = l_0 \left( 1 + \frac{y}{100} \right),$$

где  $L_m$  – размер модели с учетом усадки, мм;

$l_0$  – размер отливки по чертежу, мм;

$y$  – литейная усадка, %.

Таблица 3.1

Значение усадки для отливок из различных сплавов

Материал отливки	Усадка, %	
	Линейная (свободная)	Литейная (затрудненная)
Чугун:		
серый	0,9...1,3	0,8...1,0
белый	1,6...2,3	1,5...1,8
высокопрочный	0,7...1,2	0,6...1,0
Сталь:		
углеродистая	2,0...2,4	1,8...2,0
высоколегированная	2,8...3,0	2,2...2,5

Материал отливки	Усадка, %	
	Линейная (свободная)	Литейная (затрудненная)
Цветные сплавы:		
оловянная бронза	1,4...1,6	1,2...1,4
силумины	1,0...2,0	0,8...1,7
магниево-алюминиевые сплавы	1,3...1,9	1,0...1,6

### 3.4. Технология изготовления моделей.

3.4.1. Техпроцесс изготовления деревянной модели начинается с вычерчивания в натуральную величину чертежа детали с нанесенными литейными указаниями [5] на модельном щитке. Щиток представляет собой лист фанеры или склеенные доски, или алюминиевый лист, покрытый слоем темной краски.

На щитке вычерчивают основную проекцию детали, а также важнейшие разрезы, без которых нельзя представить конфигурацию отливки. Чертеж выполняется по усадочному метру. При этом наносятся формовочные уклоны [6], т. е. фактически определяются контуры будущей модели и ее геометрические размеры. По чертежу на щитке определяют размеры и форму заготовок модели, по нему контролируют размеры модели и стержневых ящиков в процессе их изготовления и приемки ОТК модельного цеха.

### 3.4.2. Техпроцесс изготовления металлических моделей.

Если деревянные модели можно выполнить по чертежу литой детали, то для металлического модельного комплекта разрабатывают чертежи его отдельных элементов.

Изготовление металлической модели производится в следующем порядке:

- 1) изготовление деревянной промодели;
- 2) изготовление литой заготовки металлической модели;
- 3) механическая обработка заготовки;
- 4) контроль ОТК на соответствие размеров обработанной модели чертежным размерам.

При определении размеров металломодели учитывают: припуски на мехобработку детали [7], формовочные уклоны [6] и литейную усадку сплава отливки.

Пример расчета размеров металлической модели и деревянной промодели для отливки «поршень» (см. рис. 3.6).

Для расчета размеров модели необходимо назначить припуски на мехобработку, определить величину формовочных уклонов и размеры знаковых частей.

В соответствии с [7] припуски на мехобработку устанавливаются на каждый обрабатываемый размер. В зависимости от способа литья, наибольшего габаритного размера отливки и рода сплава отливки определяется класс точности размеров и ряд припусков на мехобработку.

Затем по [7, прил. 1, табл. 1] определяются допуски размеров, после чего по [7, табл. 5] устанавливается размер основного припуска для поверхностей, расположенных при заливке снизу или сбоку. На верхние при заливке поверхности назначается увеличенный припуск.

Для отливки «поршень», изготавливаемой из Сч-20 в условиях массового автоматизированного производства, и наибольшим габаритным размером 200 мм точность размеров – 7Т, ряд припусков – 2. Расчет размеров припусков сведен в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Обрабатываемый размер, мм	Точность размеров	Ряд припусков	Допуск размеров, мм	Припуск на мехобработку, мм (низ, бок)	Припуск на мехобработку, мм (верх)
∅ 200	7 Т	2	1,1	1,6	–
140	7 Т	2	1,0	1,4	2,0
∅ 80	7 Т	2	0,9	1,4	–

В соответствии с [6] назначаются формовочные уклоны.

Величина формовочного уклона зависит от высоты формообразующей поверхности, перпендикулярной плоскости разъема, и от материала модели.

Для массового производства модель изготавливается металлической. Высота формообразующей поверхности для рассматриваемой отливки – (с учетом припусков на мехобработку) 143,4 мм.

Для песчано-глинистых смесей линейный размер формовочного уклона составляет 0,95 мм [6, табл. 1].

На обрабатываемых поверхностях отливки формовочный уклон выполняется сверх припуска на мехобработку за счет увеличения размеров отливки.

Таким образом, размер отливки складывается из размера детали, припусков на мехобработку и формовочных уклонов (рис. 3.8).

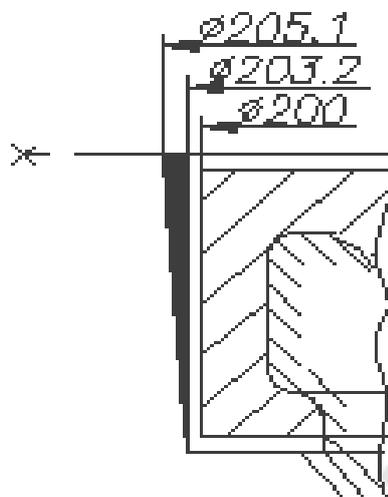


Рис. 3.8

Размеры модели увеличиваются по сравнению с размерами отливки на величину усадки сплава отливки (табл. 3.1). Конфигурация модели включает в себя и знаковые части.

Размеры знаковых частей стержня определяются по ГОСТ 3212–92. Для отливки «поршень» стержень № 1 будет иметь один нижний вертикальный знак. В соответствии с [6, табл. 7] высота  $h$  нижнего знака стержня № 1 (при  $D = 160$  и  $H = 110$ ) составляет 35 мм.

Размер нижнего вертикального знака ст № 2 ( $D = 77,2$ ,  $H = 80$ ) – 35 мм.

Для верхнего вертикального знака (при  $D = 77,2$  и  $H = 80$ ), который в соответствии с [6, п. 2.3.3] составляет 0,5 высоты нижнего знака, размер составит:  $0,5 \cdot 35 = 17,5$  мм.

Принимаем 20 мм.

Формовочные уклоны на формообразующих поверхностях знаковых частей назначают в зависимости от высоты знака и расположения его в форме относительно плоскости разъема по [6, табл. 8].

Знаковая часть стержня при сборке должна входить в знаковую часть формы без усилий, что обеспечивается сборочными зазорами.

Величина их регламентируется ГОСТ 3212–92 [6, табл. 9].

Модель «поршня» в месте знаковых частей будет выглядеть следующим образом:

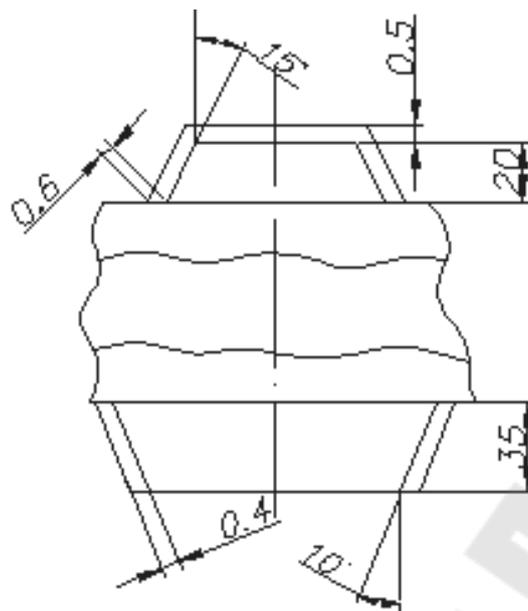


Рис. 3.9

#### 3.4.4. Расчет размеров промодели.

Для получения металлической модели требуемой конфигурации и заданных геометрических размеров, которые могут быть обеспечены только механической обработкой, сначала отливают заготовку металлической модели. Для этого служит деревянная промодель (промежуточная или «модель для модели»). При определении размеров деревянной промодели учитывают размеры будущей металлической модели, припуски на мехобработку заготовки модели и литейную усадку сплава модели.

Например, промодель для модели из Al-сплава, предназначенной для получения чугуновой отливки, должна быть сделана с усадкой 2,2 % (1 % – усадка серого чугуна; 1,2 % – усадка силумина).

Конструкция металлической модели.

Готовая металлическая модель должна быть максимально облегченной и в то же время достаточно жесткой, что особенно важно при изготовлении полуформ с использованием повышенного давления.

Этому требованию отвечают облегченные пустотелые модели, снабженные ребрами жесткости внутри литой заготовки.

Модели со средним габаритным размером до 160 мм изготавливаются сплошными, монолитными.

Исходными данными для определения толщины тела модели являются ее длина  $L$  и ширина  $B$ , определяющие средний габаритный размер  $\frac{L+B}{2}$ .

Толщину стенки модели, исходя из ее материала и среднего габаритного размера модели, можно определить по номограмме:

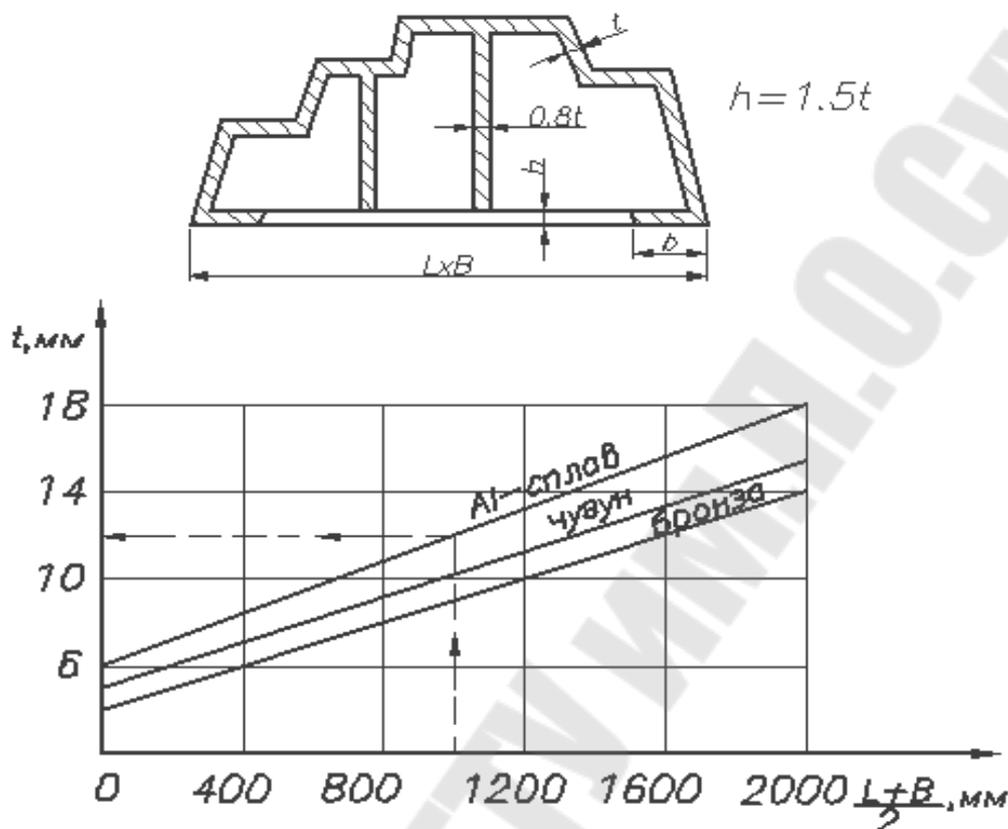


Рис. 3.10. Зависимость толщины стенки металло модели от среднего габаритного размера и материала модели

#### 4. Модели из неметаллических материалов

##### 4.1. Модели из гипса.

4.1.1. Некоторые свойства гипса для изготовления моделей и оснастки.

Различают два сорта гипса – строительный и высокопрочный. Модельную оснастку изготавливают только из высокопрочного гипса. Он обладает ценными свойствами: пластичностью, быстротой схватывания, высокой прочностью при статическом сжатии и изгибе. При этом гипс имеет низкую стоимость вследствие больших запасов месторождений.

Прочность гипса зависит от ряда факторов: избытка воды при затвердевании, продолжительности смешивания его с водой, наличия в нем примесей и др.

Максимальная прочность гипса достигается через семь суток. Ускорить процесс можно сушкой при температурах не более 60 °С.

Замедлить процесс нарастания прочности для возможности обработки модели шаблонами можно добавкой в него, например, столярного клея 0,5 %, извести 2...3 % к весу гипса.

Недостатком гипса является его хрупкость. Поэтому модели из гипса армируют гвоздями или проволочными каркасами.

#### 4.1.2. Изготовление гипсовых моделей.

Для получения гипсовой модели деревянную промодель заформовывают в песчаную форму. После извлечения промодели форму тщательно отделяют, накладывают чугунную рамку для формирования модельной плиты заодно с моделью и заполняют гипсовой массой, предварительно установив каркас (рис. 4.1). Через 1–2 часа гипсовая модель затвердевает и ее извлекают из формы. При затвердевании гипс почти не изменяет объема. Доводку модели до требуемых размеров производят ручным инструментом, применяемым для обработки древесины. Затем модель сушат в течение 1...2 суток в сухом помещении при комнатной температуре. После этого модель дважды, с промежутком 3...4 часа, покрывают модельным лаком.

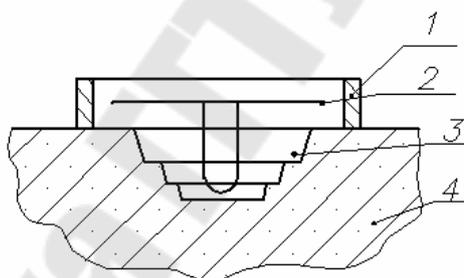


Рис. 4.1. Изготовление цельной гипсовой модели и плиты:  
1 – рамка; 2 – каркас; 3 – полость формы; 4 – песчаная форма

Из гипса изготавливают небольшие модели простой конфигурации для ручной формовки, чаще всего в опытном производстве.

#### 4.2. Модели из пластмассы.

4.2.1. Практика изготовления и эксплуатации оснастки из пластмассы показала ее преимущества перед оснасткой из дерева и металла. Модели из пластмасс обладают малой плотностью, высокой коррозионной стойкостью, большей, чем деревянные, прочностью, негигроскопичностью и постоянством размеров, высокими адгезионными свойствами, т. е. отсутствием прилипаемости формовочных смесей, хорошей обрабатываемостью, высокой гладкостью поверхности.

Применение пластмассы сокращает сроки изготовления модельного комплекта, снижает трудоемкость, позволяет экономить металл, а также дает возможность сократить производственные площади и парк станочного оборудования модельных цехов.

Пластмассовые модели и стержневые ящики применяются в серийном и мелкосерийном производстве.

#### 4.2.2. Исходные материалы.

Для изготовления моделей и стержневых ящиков применяют пластмассы на основе эпоксидных, акриловых, полиэфирных, полиуретановых смол. Наиболее широко в модельном производстве используют пластмассы на основе эпоксидных смол марок ЭД-5 и ЭД-6 и акриловых смол марок ТШ и АСТ-Т.

Модельные составы на основе эпоксидных смол содержат смолу, пластификатор, отвердитель и наполнитель. Такая композиция называется компаундом.

Пластификаторы придают готовым затвердевшим моделям эластичность и прочность. Наиболее употребляемыми пластификаторами являются дибутилфталат и полиэфирная смола ПН-1.

Отвердители добавляют в эпоксидный компаунд для отверждения моделей в результате полимеризации смолы. Выбор отвердителя зависит от назначения компаунда, от требуемых физико-механических свойств пластмассы. Для холодного отверждения при комнатной температуре в качестве отвердителя используют полиэтилен-полиамин.

Наполнители применяют для снижения расхода дорогостоящих эпоксидных смол и повышения прочности моделей. В качестве наполнителя для небольших моделей используют тальк или железный порошок, средних – железный порошок или смесь цемента с асбестом, для более крупных – алюминиевый порошок. Ответственные модели можно армировать стекловолокнистым наполнителем или стеклотканью.

#### 4.2.3. Особенности конструирования пластмассовых моделей.

Модели из пластмассы изготавливают двух классов прочности:

I – для серийного и крупносерийного производства отливок.

II – для мелкосерийного и единичного производства.

Модели класса I должны изготавливаться из эпоксидных и акриловых композиций, для изготовления моделей класса II допускается применение фенолформальдегидных смол.

В зависимости от габаритных размеров модели изготавливаются цельнолитыми или полыми (если объем модели больше  $0,5 \text{ дм}^3$ ).

Для повышения прочности и жесткости полых моделей они выполняются с ребрами жесткости, с деревянными, гипсовыми или другими вставками.

При изготовлении полых моделей толщина стенок определяется в зависимости от среднего габаритного размера  $\frac{L+B}{2}$  (рис. 4.2).

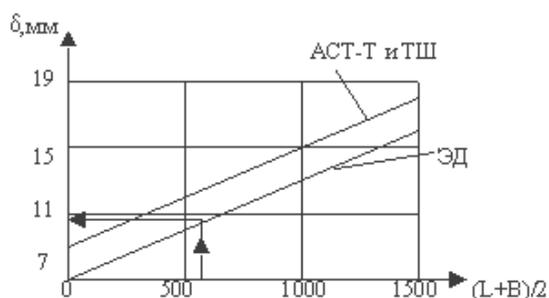


Рис. 4.2. Зависимость толщины стенок пластмассовых моделей от их размеров

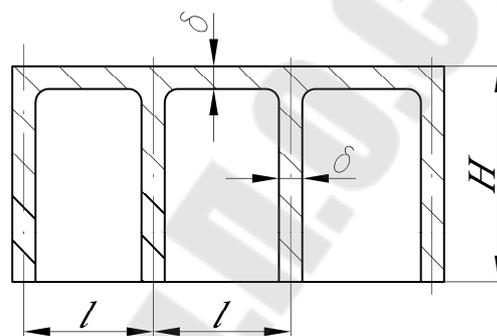


Рис. 4.3. Тонкостенная пластмассовая модель с ребрами жесткости

Расстояние между ребрами  $l$  выбирается в зависимости от высоты  $H$  (рис. 4.3).

Рекомендуется  $l = 0,4H$ . В местах пересечения стенок и ребер необходимо выполнять закругления радиусом 3...5 мм.

Пластмассовые модели хорошо обрабатываются металлорежущими и шлифовальными инструментами. Однако рабочие поверхности литых моделей не рекомендуется подвергать мехобработке в целях сохранения плотного поверхностного слоя.

При изготовлении модели литьем или наслаиванием вначале изготавливают промодель, затем по ней выполняют форму из гипса, а в полученной форме – пластмассовую модель. Размеры промодели складываются из размера пластмассовой модели, припусков на обработку модели и усадку пластмассы.

Припуски на мехобработку предусматриваются на плоскости разъема.

Усадка смоляной композиции составляет  $0,35 \div 0,08$  % с наполнителем – железным или алюминиевым порошком.

#### 4.3. Модели из пенополистирола.

4.3.1. Особенности способа литья по моделям из пенополистирола заключается в том, что модель после формовки не извлекается, а газифицируется расплавленным металлом при заливке его в форму.

Полученная таким образом по однократно используемой модели отливка точно соответствует конфигурации модели (рис. 4.4).

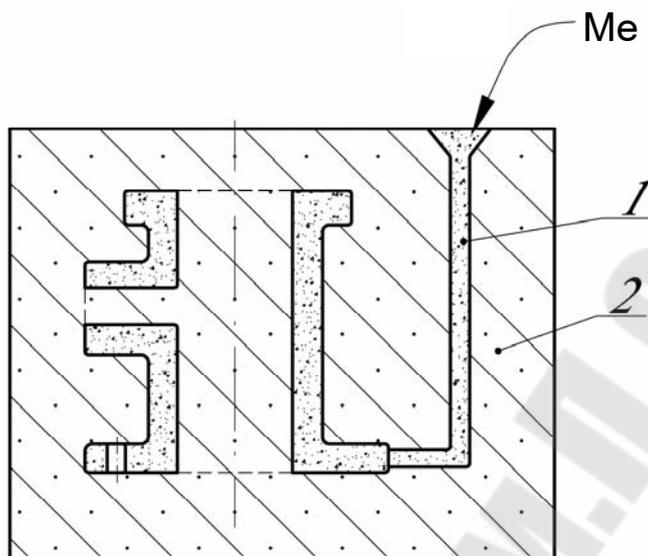


Рис. 4.4. Схема получения отливки по газифицируемой модели:  
1 – модель из полистирола; 2 – форма

4.3.2. Основные достоинства способа литья по газифицируемым моделям:

- неразъемность модели, отсутствие необходимости ее извлечения из формы значительно сокращают и упрощают процесс формовки;
- неразъемность формы, отсутствие смещения полуформ при сборке повышают точность геометрии отливок;
- отсутствие формовочных уклонов, технологических припусков снижает расход металла на изготовление отливок;
- возможность изготовления отливок сложной конфигурации без необходимости в стержнях, что снижает себестоимость литья;
- отсутствие заливов и заусенцев снижает трудоемкость обруб-ки и очистки отливок.

4.3.3. Материал для изготовления газифицируемых моделей.

Материалы для изготовления моделей должны отвечать следующим требованиям:

- температура плавления, испарения и газификации должны быть значительно ниже температуры заливаемого металла;
- при минимальной плотности прочность материала должна обеспечивать сохранность конфигурации и размеров модели при формовке;
- должны обладать минимальной адгезией к материалу формы;

– должны обладать минимальными гигроскопичностью и токсичностью выделяющихся продуктов деструкции.

Наиболее подходящим материалом является пенополистирол марок ПСБ-Л (блочный) и ПСВ-Л (вспененный, получаемый из гранул).

В единице объема вспененного полистирола содержится от 2 до 5 % твердого вещества. Объемный вес 20–25 кг/м<sup>3</sup>. Температура плавления пенополистирола 164 °С, а температура испарения 316 °С.

Пенополистирол хорошо обрабатывается режущим инструментом вручную и на станках (пилится, точится, режется, сверлится, фрезеруется).

Пенополистироловые модели сохраняют прочность при длительном хранении, не реагируют на влажность и температурные колебания в цехе.

Такие модели используются при ручной формовке, при формовке в ЖСС, а также формовке в сыпучих сухих материалах (кварцевый песок).

## Литература

1. Балабин, В. В. Модельное производство / В. В. Балабин. – Ленинград : Машиностроение, 1970.
2. Власов, А. Ф. Справочник конструктора модельной оснастки / А. Ф. Власов, П. В. Васильев. – Ленинград : Машиностроение, 1980.
3. Майоров, В. Н. Модельщик по деревянным моделям / В. Н. Майоров, Г. Г. Абрамов. – Москва : Высшая школа, 1990.
4. Ложичевский, А. С. Металлические модели / А. С. Ложичевский. – Москва : Машгиз, 1958.
5. ГОСТ 3.1125–88. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок. – Введ. 89–09–01. – Москва : Госстандарт 1989.
6. ГОСТ 3212–92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. – Введ. 93–07–01. – Москва : Госстандарт России.
7. ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 88–07–01. – Москва : Госкомитет СССР по стандартам.

## Содержание

1. Общие положения .....	3
2. Классификация модельных комплектов.....	3
3. Проектирование модельных комплектов .....	7
4. Модели из неметаллических материалов .....	17
Литература .....	23

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА**

**Практикум  
по одноименному курсу для студентов  
специальности 1-36 02 01 «Машины и технология  
литейного производства»  
дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

Автор-составитель: **Воронина** Лия Константиновна

Редактор  
Компьютерная верстка

*Н. И. Жукова*  
*Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 18.12.06.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,58.

Изд. № 201.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Издательский центр Учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0133207 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.