

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Методические указания к курсовой работе
по технологии конструкционных материалов

Санкт-Петербург
2017

УДК 621.18 (07)

Разработка процесса изготовления детали: методические указания к курсовой работе по технологии конструкционных материалов/ сост.: А.В. Гропянов,

Н. Н. Ситов, М.Н. Жукова, М.С. Локтева; ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2017.-26 с.

В методических указаниях рассмотрены содержание и последовательность выполнения курсовой работы. Даны рекомендации по проработке чертежа детали, выбору заготовки и оформлению её чертежа, разработке процесса механической обработки детали. Предназначены для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки бакалавров и магистров 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Рецензент: зам. директора института безотрывных форм обучения ВШТЭ СПбГУПТД, канд. техн. наук, доцент В.О. Варганов.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой материаловедения и технологии машиностроения Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (протокол №8 от 25.05.2017).

Утверждены к изданию методической комиссией института технологии ВШТЭ СПбГУПТД (протокол №6 от 01.06.2017).

Редактор и корректор В.А. Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Компьютерный набор и верстка М.С. Локтевой

Темплан 2017 г., поз. 82

Подп. к печати 29.05.2017. Формат 60х84/16. Бумага тип. № 1.

Печать офсетная. Объем 1,75 печ. л.; 1,75 уч. - изд. л.

Тираж 200 экз. Изд. № 82. Цена "С". Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД.
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

и энергетики СПбГУПТД, 2017

Содержание, объем и оформление курсовой работы

В состав курсовой работы входят следующие части:

1. Задание на курсовую работу, представляющее собой чертеж детали с указанием объема производства и материала детали.

2. Пояснительная записка, дающая обоснование принятых студентом решений и обеспечивающая полное представление о выполнении работы.

Записка должна быть аккуратно оформлена, написана чернилами от руки. На листах формата А4 должны быть оставлены чистые поля шириной 25 мм.

Текст записки должен быть ясным, стилистически выдержанным, по возможности кратким. В тексте слова пишутся полностью, допускаются лишь сокращения, предусмотренные правилами русской грамматики.

Расчеты и пояснения должны быть краткими, но исчерпывающими.

Нельзя помещать в пояснительную записку переписанные из учебников, справочников или конспекта лекций общие формулировки, например, что такое напуск, припуск на обработку и т.п.

При использовании в записке формул, справочных данных, теоретических положений необходимо делать ссылку на литературные источники, из которых они заимствованы, с указанием номеров страниц, таблиц. Например, [10, с.3], [7, табл.1].

Список использованной литературы приводится в конце пояснительной записки перед содержанием.

3. Графическая часть, которая включает в себя: чертеж детали, чертеж заготовки и чертежи, иллюстрирующие процесс конструирования заготовки. Графическая часть выполняется на листах формата А4 с соблюдением всех требований к машиностроительным чертежам согласно ГОСТам «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД). Примерный объем графической части 3 – 5 листов.

Все чертежи выполняются в карандаше, должны иметь основную надпись (штамп), достаточно полно и ясно отражать основные технологические и конструктивные элементы детали. Масштаб чертежей выбирается произвольно, но с учетом того, что лист должен быть достаточно плотно заполнен.

Особое внимание должно быть уделено техническим требованиям как к готовой детали, так и к заготовке.

Эти требования размещаются обычно в нижнем правом углу чертежа над основной надписью и содержат те условия, которые, как правило, невозможно изобразить графически.

Например:

- технологические указания по характеру обработки отдельных поверхностей;
- указания относительно термообработки;

- не указанные на чертеже общие радиусы закруглений, литейные уклоны;

- усадка литейного сплава;

- допустимые поверхностные дефекты и т.п.

Аккуратно выполненные чертежи, как показывает практика, содержат значительно меньше ошибок, легче контролируются и читаются, а следовательно, являются залогом качественного выполнения курсовой работы.

Содержание, последовательность выполнения и объем отдельных разделов курсовой работы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Разделы курсовой работы

№	Раздел	Объём
1	Описание конструкции и назначения детали	0,5 – 1 с.
2	Контроль и анализ чертежа детали	0,5 – 1 с.
3	Выбор заготовки	0,5 – 1 с.
4	Оформление чертежа заготовки	2 – 5 с., графики
5	Разработка процесса механической обработки детали	0,5 – 3 с., 2 – 3 таблицы
6	Список использованной литературы	0, 5 с.
7	Библиографический список	

**Общие указания по выполнению отдельных разделов
курсовой работы**

1. Описание конструкции и назначения детали

Получив задание на курсовую работу, студент должен выполнить чертеж готовой детали. Как правило, эта работа сводится к перечерчиванию данных чертежа с задания и осмысливанию всех элементов, составляющих конструкцию данной детали. По своему усмотрению на основании данных чертежа студент должен представить и кратко описать возможное назначение детали и условия ее работы. Представив работу данной детали в узле, студент получает возможность оценить значимость поверхностей детали. Следует выявить, какие элементы конструкции детали будут иметь основное,

решающее значения для функционального назначения детали, а какие – второстепенное.

Каждой поверхности необходимо присвоить цифровое или буквенное обозначение, например, плоскость 1 или торец А. Эти же цифры или буквы должны быть нанесены на соответствующие поверхности на чертеже детали. Кроме того, необходимо оценить, сформировать, изложить и обосновать свои соображения относительно правильности выбора материала для конкретных условий работы детали в узле и целесообразности его замены другими марками и какими именно.

В этом же разделе следует привести данные о материале детали: по химическому составу и механическим свойствам. Эти данные берутся из справочной литературы [1, 2, 4] и сводятся в таблицы.

Химический состав стали 45, % (ГОСТ 1050-88)

С	S	Mn	S	P	N
			не более	не более	
0,42÷0,50	0,17÷0,37	0,50÷0,80	0,04	0,035	0,25

Механические свойства стали 45

Предел текучести, МПа	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
не менее			
360	610	16	40

2. Контроль и анализ чертежа детали

Рабочий чертеж детали должен содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию. На чертеже должны быть проставлены все размеры. Поверхности, которые обрабатываются на металлообрабатывающих станках, помечаются знаком



. При обработке резанием с этих поверхностей заготовки срезается лишний слой металла (припуск) для придания изделию необходимой формы, точности заданных размеров и шероховатости поверхности. При конструировании литых деталей значительная часть поверхностей остается «черной», т.е. не требует последующей механической обработки. Шероховатость таких поверхностей указывается в правом верхнем углу чертежа знаком .

Знак шероховатости поверхности с соответствующими числовыми значениями ($\sqrt{Ra80}$; $\sqrt{Ra1,25}$; $\sqrt{Ra2,5}$ и т.п.) позволяет оценить величину шероховатости (чем численная величина больше, тем грубее шероховатость, и наоборот).

Анализируя чертеж детали, студент должен проверить обоснованность требований к шероховатости поверхностей детали, так как их устанавливают исходя из функционального назначения и конструктивных особенностей каждой отдельной поверхности и детали в целом. Так, например, чем ниже точность данного элемента конструкции детали, тем грубее можно задавать для него параметры шероховатости (это экономичнее).

На ответственные и точные поверхности дается малая шероховатость, аналогичную шероховатость устанавливают для трущихся поверхностей и т.д.

На данном этапе работы студент может внести изменения в требования по шероховатости в соответствии с предложенным им назначением детали.

Все изменения, вносимые в чертеж детали, отражаются в пояснительной записке.

3. Выбор заготовки

Для получения заготовок в машиностроении используют следующие методы: литье, обработка металлов давлением и сварка, а также комбинации этих методов. Каждый из этих методов содержит несколько способов получения заготовок. Так, например, отливки можно получать в песчано-глинистых формах, в кокиль, по выплавляемым моделям, под давлением и т.д.

Многообразие способов получения заготовок и их сочетаний приводит к тому, что выбор способа получения заготовки становится сложной технико-экономической задачей, в основе решения которой лежит анализ возможных вариантов технологических процессов изготовления детали в условиях конкретного производства.

В курсовой работе следует руководствоваться общими принципами, не используя точные количественные критерии, применяемые в реальном производстве.

Прежде всего, следует определить, каким методом наиболее целесообразно получить заготовку для данной детали. При этом необходимо ориентироваться на материал детали. Так, например, если на чертеже детали указан материал чугун или марка стали с индексом «Л», то заготовку для такой детали получают методом литья, так как чугуны не могут быть подвержены обработке давлением, а индекс «Л» указывает, что сталь обладает повышенными литейными свойствами.

Для деталей, работающих в тяжелых условиях (знакопеременные нагрузки, специальная среда), в качестве метода получения заготовок следует использовать обработку давлением (ковка, штамповка), так как в процессе деформирования существенно улучшаются физико-механические свойства металла. Однако заготовки тех же деталей (валы, шестерни, зубчатые колеса), работающих при незначительных нагрузках, могут быть получены из круглого проката и даже литьем.

Выбрав метод получения заготовки, необходимо проанализировать возможные способы получения заготовки и остановиться на наиболее рациональном. Анализ и оценка возможных способов получения заготовки позволят выбрать наиболее экономичный, производительный и нетрудоемкий способ, обеспечивающий требуемое качество детали (с точки зрения как шероховатости поверхности, так и точности размеров).

При выборе способа, в первую очередь, следует учитывать фактор объема производства, руководствуясь следующим принципом: с увеличением объема производства предпочтение следует отдавать более сложным и дорогим способам производства заготовок.

Такой выбор будет экономически оправдан, так как несмотря на сложность и дороговизну, они позволяют снизить трудоемкость подготовительных операций, обеспечат максимальное приближение формы, шероховатости поверхности и размеров заготовки к параметрам готовой детали, благодаря чему снизится объем последующей механической обработки.

В условиях крупносерийного и массового производства становятся рентабельными такие способы производства заготовок, как горячая объемная штамповка, литье в кокиль и под давлением, в оболочковую форму и по выплавляемым моделям.

Для мелкосерийного и единичного производства характерно использование в качестве заготовок горячекатаного проката, отливок, полученных литьем в песчано-глинистые формы, и поковок, полученных ковкой. Эти способы дешевы, но обуславливают большие припуски и напуски, значительный объем последующей механической обработки.

Размеры детали и ее масса в ряде случаев при выборе способа получения заготовки играют решающую роль. Так, для большинства специальных способов литья (литье по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением и т.д.) размеры отливки ограничены техническими возможностями инструмента и оборудования. Точно так же на имеющемся универсальном оборудовании для горячей объемной штамповки не представляется возможным получение поковок массой более 1000 кг.

Выбор способа получения заготовки после согласования с преподавателем обосновывается в пояснительной записке.

4. Оформление чертежа заготовки

4.1. Заготовка, отливка

Для разработки чертежа заготовки отливки используется чертеж детали, на котором в соответствии с ГОСТ 2.423-73 наносят технологические указания, необходимые для изготовления модельного комплекта, формы, стержня и получают чертеж отливки. Эта операция называется проработкой чертежа детали и выполняется в следующей последовательности:

1. На чертеж детали наносят плоскость разъема модели и формы, которую обозначают буквами РМФ и двумя стрелками с буквами В (верх) и Н (низ).

Поверхность разъема модели и формы должна обеспечивать свободное извлечение модели из формы при минимальном количестве стержней. Обработываемые (наиболее ответственные) поверхности отливки необходимо располагать в нижней полуформе или вертикально, так как в верхней части отливки образуются дефекты, шлаковые включения, газовые раковины.

2. Отверстия, впадины, выточки, не выполняемые в заготовке, затушевываются красным цветом либо штрихуются красным цветом с наклоном штриховки, отличным от штриховки металла на рабочем чертеже. Эта операция называется определение напуска. Напуск – это дополнительный слой металла, упрощающий конфигурацию отливки для обеспечения возможности ее изготовления или облегчения процесса формообразования. В условиях учебного проектирования для отливок мелкие отверстия с резьбой рекомендуется заливать и получать последующей механической обработкой.

3. Припуски на механическую обработку обозначают тонкими линиями у поверхностей, где указан знак обработки , синим цветом. Величину припусков определяют по таблицам и наносят на чертеж (табл. 2).

4. Тонкой синей линией и штриховкой по контуру обозначают стержни со стержневыми знаками (конусные знаки у вертикальных стержней и цилиндрические – у горизонтальных).

5. На вертикальных стенках обозначают тонкими линиями формовочные (литейные) уклоны. Их величину определяют по таблицам в соответствии с ГОСТ 3212-80 (табл. 3).

Таблица 2

Припуски на механическую обработку
отливок из серого чугуна 1,2,3 классов точности, мм

Наибольший габаритный	Положение поверхности при	Номинальный размер, мм		
		до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260

размер детали, мм	заливке	1	2	1	2	3	1	2	3
до 120	верх низ, бок	2,5 2,0	3,5 2,5	2,5 2,0	4,0 3,0	4,5 3,5			
св. 120 до 260	верх низ, бок	2,5 2,0	4,0 3,0	3,0 2,5	4,5 3,5	5,0 4,0	3,0 2,5	5,0 4,0	5,5 4,5
св. 260 до 500	верх низ, бок	3,5 2,5	4,5 3,5	3,5 3,0	5,0 4,0	6,0 4,5	4,0 3,5	6,0 4,5	7,0 5,0
св. 500 до 800	верх низ, бок	4,5 3,5	5,0 4,0	4,5 3,5	6,0 4,5	7,0 5,0	5,0 4,0	6,5 4,5	7,0 5,0
св. 800 до 1250	верх низ, бок	5,0 3,5	6,0 4,0	5,0 4,0	7,0 5,0	7,0 5,5	6,0 4,5	7,0 5,0	8,0 6,0

Окончание табл. 2

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм								
		св. 260 до 500			св. 500 до 800			св. 800 до 1250		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
св. 200 до 500	верх низ, бок	4,5 3,5	6,5 5,0	7,0 6,0						
св. 500 до 800	верх низ, бок	5,5 4,5	7,0 5,0	8,0 6,0	5,5 4,5	7,5 5,5	9,0 7,0			
св. 800 до 1250	верх низ, бок	6,5 4,5	7,5 5,5	8,0 6,0	7,0 5,0	8,0 5,5	9,0 7,0	7,0 5,0	8,5 6,5	10,0 7,5
св. 1250 до 2000	верх низ, бок	7,0 5,0	8,0 6,0	9,0 7,0	7,0 5,0	9,0 6,5	9,0 7,0	7,5 5,0	9,0 6,5	10,0 8,0

Таблица 3

Величины формовочных уклонов, не более, мм

Высота модели или ящика, мм	Модели металлические		Модели деревянные			
	формовка машинная		формовка машинная		формовка ручная	
	мм	град	мм	град	мм	град
до 20	1,0	3 ⁰	1,0	3 ⁰	1,0	3 ⁰
20-50	1,0	1 ⁰ 15'	1,5	1 ⁰ 30'	1,5	1 ⁰ 30'
50-100	1,5	0 ⁰ 45'	2,0	1 ⁰ 15'	2,0	1 ⁰ 15'
100-200	2,0	0 ⁰ 30'	2,5	0 ⁰ 45'	2,5	0 ⁰ 45'
200-300	2,5	0 ⁰ 30'	3,0	0 ⁰ 30'	3,0	0 ⁰ 30'
300-500	3,0	0 ⁰ 30'	4,0	0 ⁰ 30'	4,0	0 ⁰ 30'
500-800	-	-	-	-	5,0	0 ⁰ 30'
800-1000	-	-	-	-	6,0	0 ⁰ 30'
1000-1200	-	-	-	-	7,0	0 ⁰ 30'
свыше 1200	-	-	-	-	8,0	0 ⁰ 30'

6. Сопряжения стенок следует оформлять радиусами или галтелью в соответствии с табл. 4.

7. Технические требования, предъявляемые к заготовкам и не отраженные на чертеже графическим способом, располагают над основной надписью чертежа.

В технических требованиях указывают:

1) способ получения заготовки (например: «литье в песчано-глинистые формы по 3 – му классу точности»);

2) усадку сплава (%), из которого изготавливают отливку;

3) величины литейных уклонов, литейные радиусы (если они не указаны на чертеже).

На рис. 1 в качестве примера приведен чертеж чугунной детали (шестерни).

Таблица 4

Значения внутренних радиусов при сопряжении стенок разной толщины в литых деталях, мм

Отношение толщины сопрягаемых стенок, T_1/T_2	Минимальная толщина стенки, мм						
	до 6	6÷10	10÷15	15÷20	20÷25	25÷35	35÷40
от 1 до 2	5	8	10	12	15	20	25
св. 2 до 3	8	10	12	15	20	25	30
св. 3	10	12	15	20	25	30	35

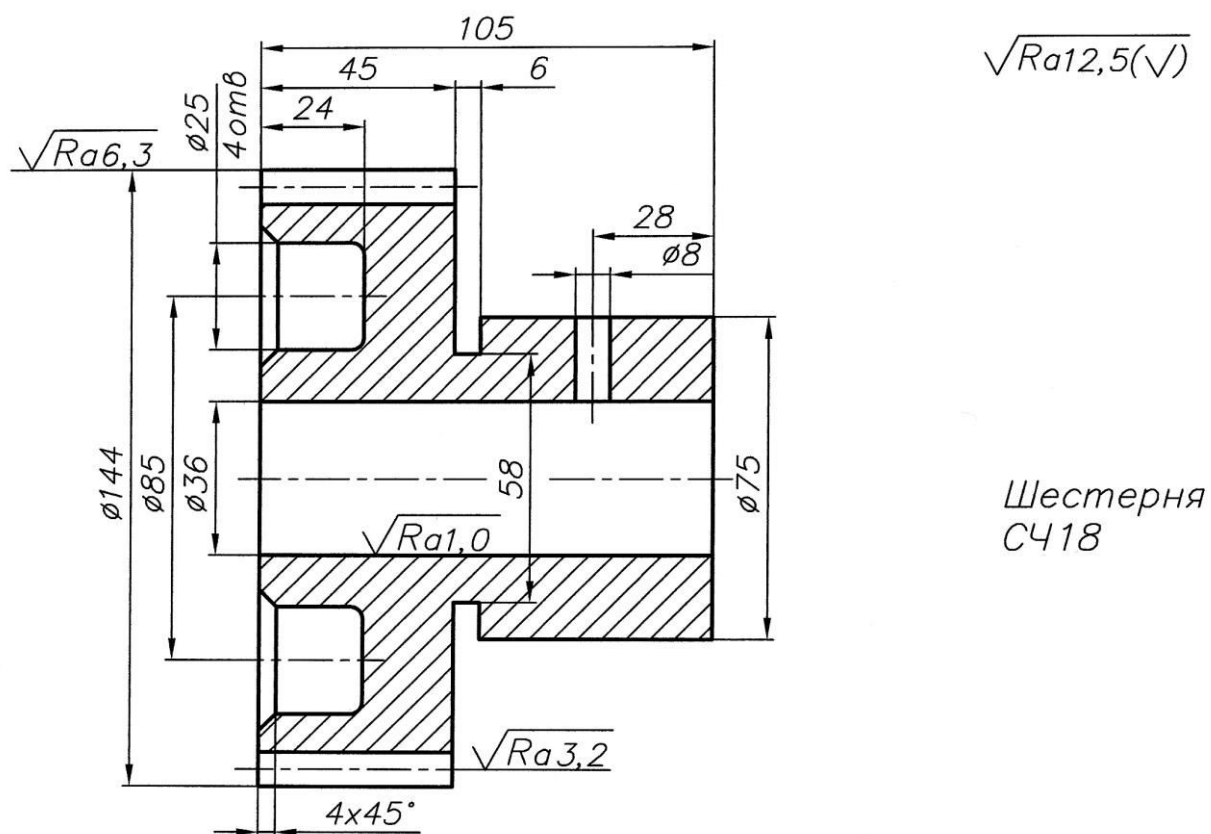


Рис. 1. Чертеж детали

На рис. 2 приведена проработка этого чертежа, служащая основой для разработки технологического процесса изготовления отливки и ее чертежа.

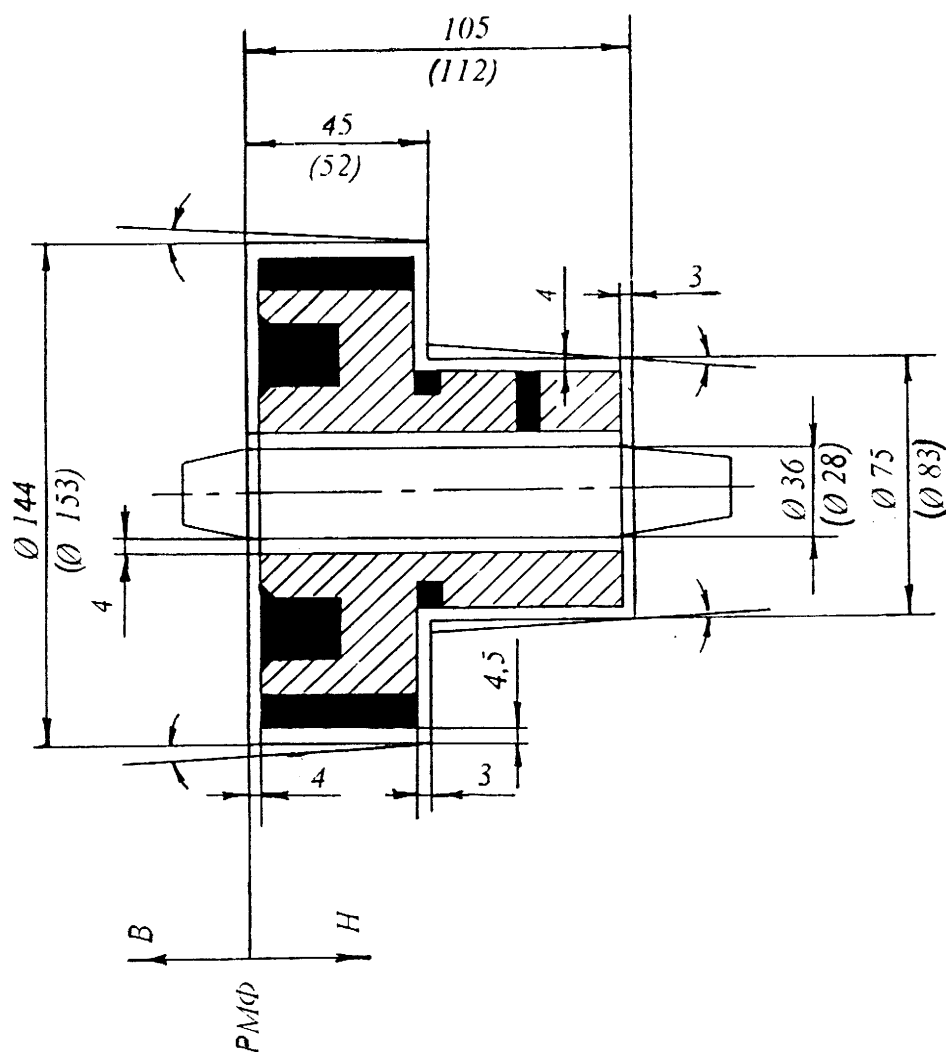


Рис. 2. Проработка чертежа детали

На этом чертеже размеры отливки проставляются под размерной линией в скобках, а над размерной линией указываются размеры детали.

На втором листе формата А4 выполняется чертеж отливки в том положении, в котором она отливается, проставляются все размеры (с учетом припусков) и допускаемые отклонения на них. Величина допускаемых отклонений по размерам отливок из серого чугуна и стали определяются по табл. 5.

Таблица 5

Допускаемые отклонения по размерам отливок
из серого чугуна и стали по ГОСТ 1855-55 и ГОСТ 2009-55

Наибольшие габариты отливки, мм	Номинальные размеры, мм						
	до 50	50-120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000
	1-й класс точности						
до 120	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	-	-	-	-	-
от 120 до 260	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	-	-	-	-
от 260 до 500	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	-	-	-
от 500 до 1250	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	-
от 1250 до 3150	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$
от 3150 до 5000	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
	2-й класс точности						
до 260	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	-	-	-	-
от 260 до 500	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,5$	-	-	-
от 500 до 1250	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	-
от 1250 до 3150	$\pm 1,2$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	$\pm 3,5$	$\pm 5,0$
от 3150 до 6300	$\pm 1,5$	$\pm 1,8$	$\pm 2,2$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 6,0$
	3-й класс точности						
до 500	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	-	-	-
от 500 до 1250	$\pm 1,2$	$\pm 1,8$	$\pm 2,2$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$	-
от 1250 до 3150	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 3,5$	$\pm 5,0$	$\pm 6,0$	$\pm 7,0$
от 3150 до 6300	$\pm 1,8$	$\pm 2,2$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$	$\pm 5,5$	$\pm 6,5$	$\pm 8,0$
от 6300 до 10000	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 3,5$	$\pm 4,5$	$\pm 6,0$	$\pm 7,5$	$\pm 9,0$

Пример выполнения чертежа отливки представлен на рис. 3.

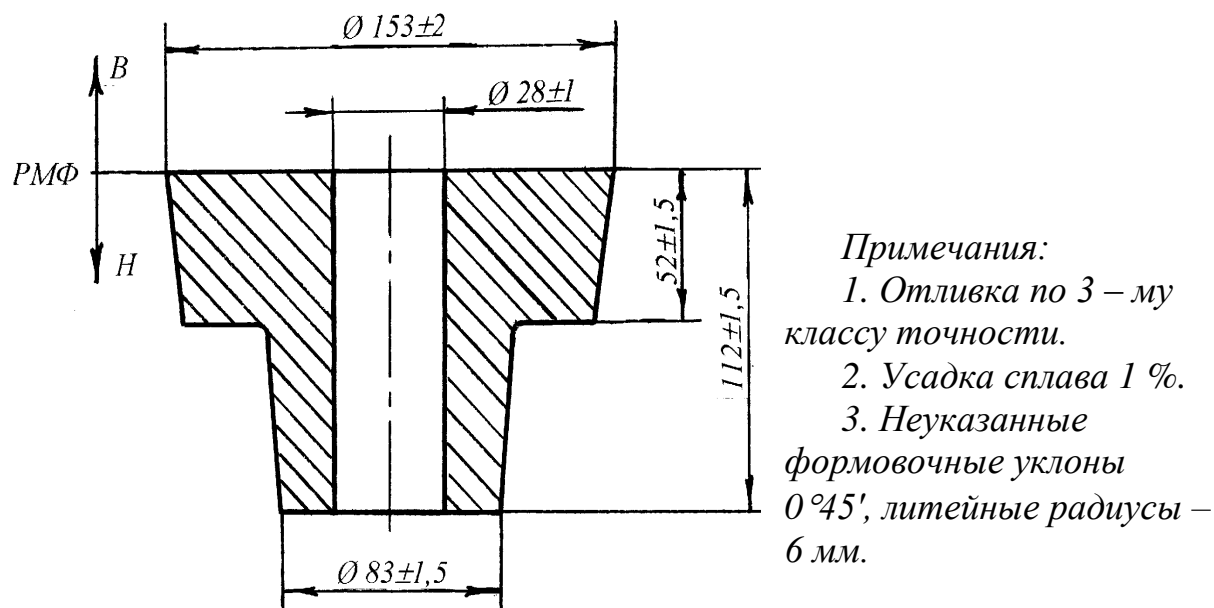


Рис. 3. Чертеж отливки

На третьем листе выполняется чертеж модели для литья в песчано-глинистые формы (рис. 4). Стержневые знаки модели должны быть закрашены черным цветом. Модель должна иметь формовочные уклоны и радиусы скруглений в местах перехода стенок.

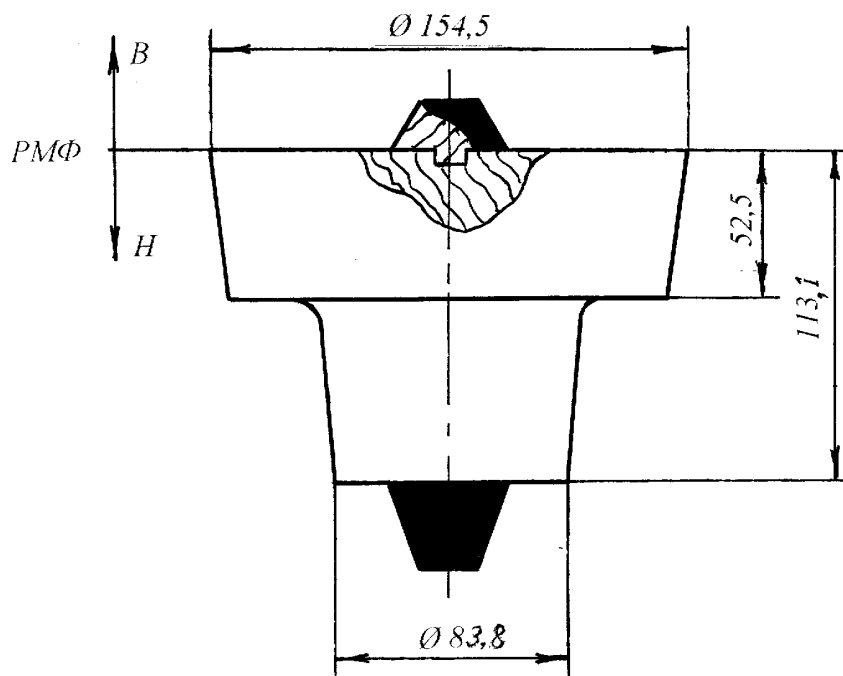


Рис. 4. Чертеж модели

Размеры модели выполняются с учетом припусков на механическую обработку и усадку сплава.

Допускаемые отклонения на размеры модели не проставляются.

На четвертом листе выполняется чертеж деревянного разъемного ящика для ручной набивки стержня.

На чертеж проставляются диаметр стержня и его длина, без учета стержневых знаков (рис. 5).

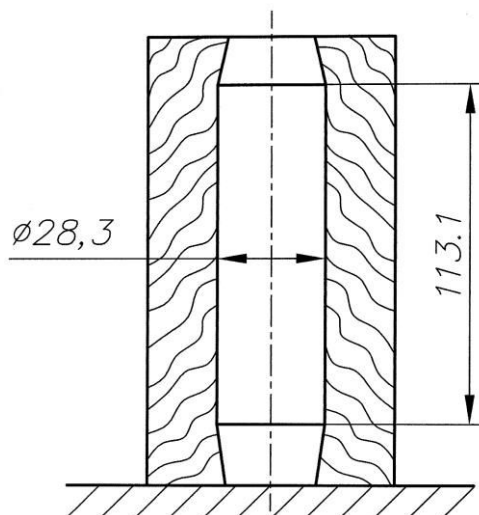


Рис. 5. Деревянный разъемный ящик для ручной формовки стержня

На пятом листе выполняется чертеж собранной литейной формы с литниковой системой. Студент самостоятельно решает вопрос о целесообразности установки в форме шлакоуловителей, выпоров, прибылей или холодильников (рис. 6).

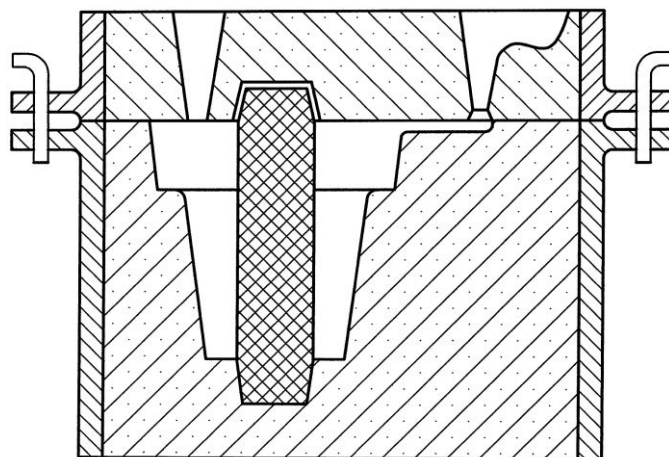


Рис. 6. Собранный литейная форма

4.2. Заготовка, сортовой прокат

Сортовой прокат в виде прутков, как правило, используют в качестве заготовок для получения деталей типа вала, когда его профиль незначительно отличается от профиля проката, а объем производства невелик.

Заготовка изображается в виде отрезка, отделенного от прутка. Внутри заготовки из проката вычерчивается основной контур обработанной детали. Размер проката выбирается из сортамента горячекатаной стали [4, 5].

4.3. Заготовка, поковка

Чертеж поковки составляется на основании чертежа готовой детали с учетом величин припусков для механообработки, допусков и напусков [3]. Значения припусков на обработку и допусков на ковку, а также условия оборудования уступов, выемок и фланцев буртов определены ГОСТ 7829-70 для поковок, изготавливаемых на молотах, и ГОСТ 7062-79 – для прессовых поковок массой до 100 т, табл. 6 и 7.

Таблица 6

Припуски и предельные отклонения на кованные прессовые поковки, $\pm \frac{\Delta}{2}$
(ГОСТ 7062-79)

Длина детали, мм	Диаметр детали, мм					
	250÷280	280÷315	315÷355	355÷400	400÷450	450÷500
до 1000	13±2	13±2	14±2	16±3	17±3	17±3
от 1000 до 1250	13±2	14±2	16±3	17±3	17±3	17±3
от 1250 до 1600	14±2	16±3	17±3	17±3	17±3	18±3
от 1600 до 2000	16±3	17±3	17±3	17±3	18±3	18±3
от 2000 до 2500	17±3	17±3	17±3	18±3	18±3	20±4
от 2500 до 3150	17±3	17±3	18±3	18±3	20±4	20±4
от 3150 до 4000	17±3	18±3	18±3	20±4	20±4	21±4

Примечания: 1. В случае обработки поверхностей детали по более высокому параметру шероховатости ($R_z=40÷20$) допускается увеличение соответствующих табличных значений припусков, но не более чем на 1 мм на сторону.

2. Припуски и предельные отклонения для прямоугольных сечений детали назначаются в зависимости от наибольшего размера сечения.

Таблица 7

Припуски и предельные отклонения на кованные молотовые поковки, $\pm \frac{\Delta}{2}$
(ГОСТ 7829-70)

Длина детали, мм	Диаметр детали D или размер сечения В, Н мм								
	до 50	50-70	70-90	90-120	120-160	160-200	200-250	250-300	300-360
до 250	5±2	6±2	7±2	8±3	9±3	-	-	-	-
св. 250 до 500	6±2	7±2	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4
св. 500 до 800	7±2	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4
св. 800 до 1200	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±4
св. 1200 до 1700	-	10±3	11±3	12±4	13±4	14±4	15±4	16±5	17±5
св. 1700 до 2300	-	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±5	17±5	18±5
св. 2300 до 3000	-	-	13±4	14±4	15±4	16±5	17±5	18±5	19±5
св. 3000 до 4000	-	-	-	15±5	16±5	17±5	18±5	19±5	20±6
св. 4000 до 5000	-	-	-	16±5	17±5	18±5	19±5	20±6	21±6

Примечания: 1. В случае обработки поверхностей детали по более высокому параметру шероховатости ($R_z=40\div20$) допускается увеличение соответствующих табличных значений припусков, но не более чем на 1 мм на сторону.

2. Припуски и предельные отклонения для прямоугольных сечений детали назначаются в зависимости от наибольшего размера сечения.

После определения величины припусков контур полученной заготовки упрощается при помощи напусков. Количество и размеры уступов и выемок на поковке зависят от возможности их получения при ковке и наличия соответствующего инструмента.

Следует помнить, что при небольшом числе поковок изготовление специального инструмента обходится дороже, чем потеря металла на напуски и увеличение объема механической обработки. В качестве примера: на рис. 7 представлена схема назначения напусков и припусков на поковку типа ступенчатого вала.

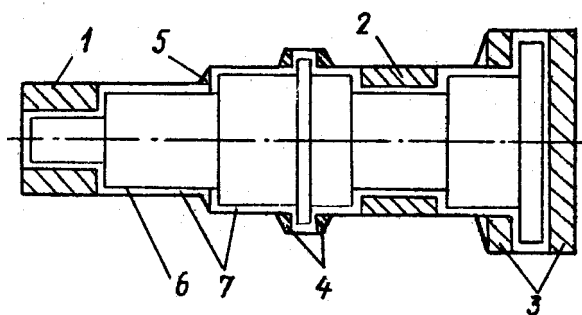


Рис. 7. Схема назначения напусков и припусков на поковку типа вала:
1 – на уступ; 2 – на выемку; 3 – на фланец; 4 – на бурт; 5 – напуски на вертикальные поверхности-уклоны; 6 – контур готовой детали; 7 – припуски

Пример чертежа поковки круглого сечения с уступами и выемками, выполненного в соответствии с ГОСТ 7062-79 из стали, приведен на рис. 8. Габаритный контур готовой детали или заготовки для последующей механической обработки вычерчивают на чертеже поковки тонкими линиями. Цифры без скобок над размерной линией обозначают номинальные размеры, цифры в скобках под размерной линией – номинальные размеры детали или обдирочные размеры заготовки. Цифрами со знаками плюс и минус, расположенными справа от номинального размера поковки, указывают величины допускаемых отклонений.

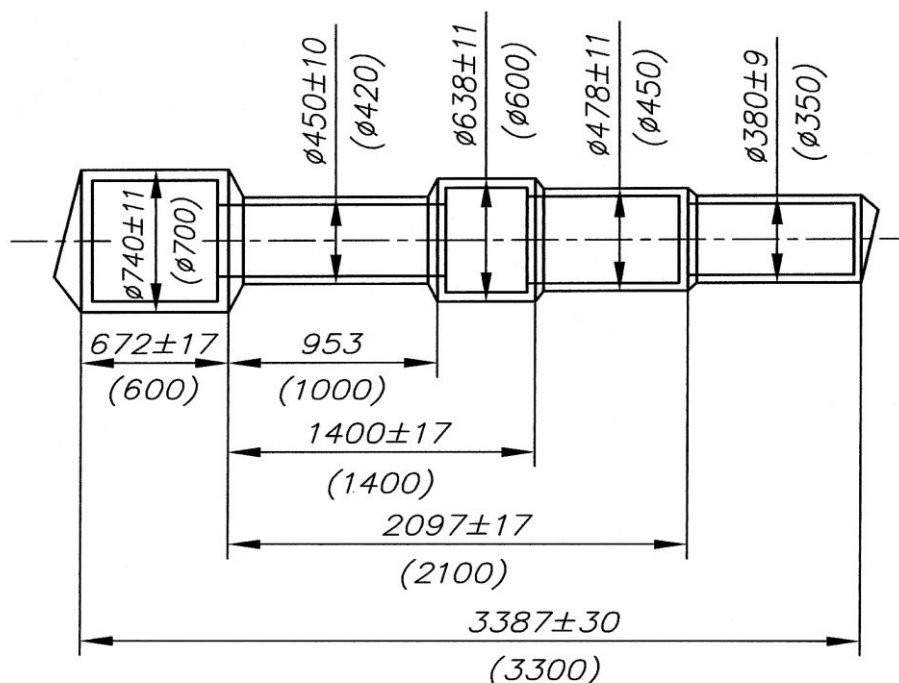


Рис. 8. Пример чертежа поковки

5. Разработка процесса механической обработки детали

На данном этапе работы студент должен предложить вариант технологического маршрута механической обработки заготовки, состоящий из одной или нескольких операций на металлорежущих станках.

Современные способы механической обработки и большое разнообразие станков и способов получения заготовок позволяют предложить множество вариантов технологии, обеспечивающие изготовление детали в полном соответствии с требованиями чертежа.

На практике выбирают один, обеспечивающий наиболее экономичное решение. Для условий курсовой работы вопрос о целесообразности предложенного студентом маршрута обработки может быть окончательно решен после консультации с руководителем работы.

Очевидно, что одна и та же деталь может быть получена различными вариантами обработки на различных станках.

Начиная разработку технологического маршрута, студент может руководствоваться тем, что существует определенная связь между достигаемой шероховатостью поверхности детали и методом обработки. Для этого студент использует рабочий чертеж детали с пронумерованными поверхностями, подлежащими механической обработке (рис. 9), и табл. 8 – 10.

Сведя в таблицу поверхности детали, подлежащие обработке, и возможные методы их обработки, можно определить тип станка (токарный, фрезерный и т.п.) и установить, из каких операций может состоять процесс механической обработки заготовки.

Таблица 8

Обработка наружных поверхностей вращения

Метод обработки поверхности	Достижимая шероховатость поверхности, R_a , мкм
Исходная заготовка	80÷100
Обтачивание черновое	20
Обтачивание получистовое	5÷10
Обтачивание чистовое	2,5÷5
Тонкое чистовое (алмазное) обтачивание	1,25÷2,5
Шлифование черновое	1,25÷2,5
Шлифование чистовое	0,32÷1,25

Таблица 9

Обработка внутренних поверхностей вращения (отверстий)

Метод обработки поверхности	Достижимая шероховатость поверхности, R_a , мкм
Сверление	10÷40
Протягивание	0,65÷5
Зенкерование	5÷10
Развертывание	1,25÷5
Растачивание черновое	5÷10
Растачивание чистовое	1,25÷5
Шлифование	0,63÷2,5

Таблица 10

Обработка плоских поверхностей

Метод обработки поверхности	Достижимая шероховатость поверхности, R_a , мкм
Фрезерование черновое	2,5÷20
Фрезерование чистовое	1,25÷5
Строгание черновое	2,5÷20
Строгание чистовое	1,25÷5
Шлифование предварительное	0,63÷2,5
Шлифование чистовое	0,16÷0,63
Протягивание	1,25÷5

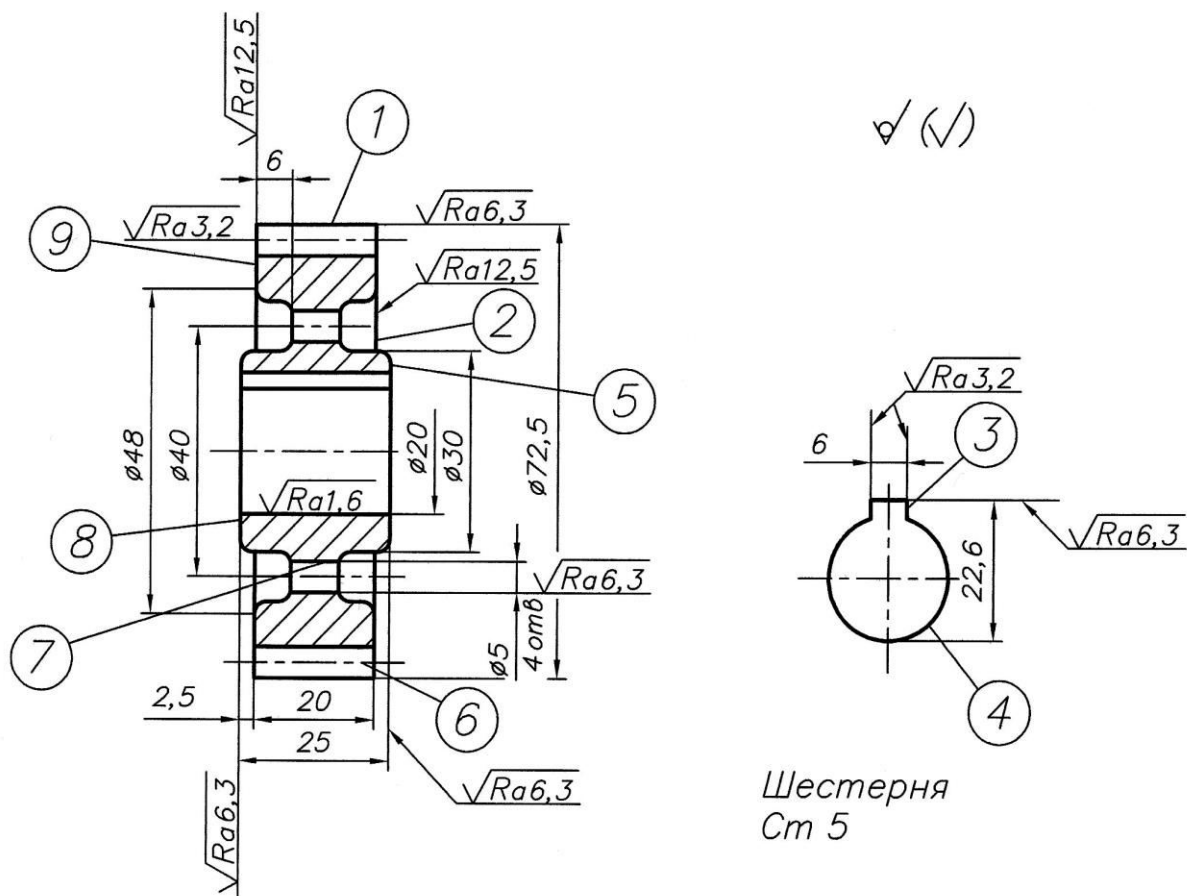


Рис. 9. Рабочий чертеж детали

Пример составления таблицы для детали «шестерня»

№ поверхности	Метод обработки	Наименование станка	Наименование операции
1, 2, 4, 5, 8, 9	Точение	Токарный	Токарная
4	Развертывание	Токарный	Токарная
4	Шлифование	Внутришлифовальный	Шлифовальная
3, 4	Протягивание	Протяжной	Протяжная
3	Долбление	Долбежный	Долбежная
6	Зубонарезание	Зубофрезерный	Зубофрезерная
		Зубодолбежный	Зубодолбежная
7	Сверление	Сверлильный	Сверлильная
6	Зубошлифование	Зубошлифовальный	Зубошлифовальная

Студенту следует помнить, что наименование операции соответствует типу станка, а не методу обработки.

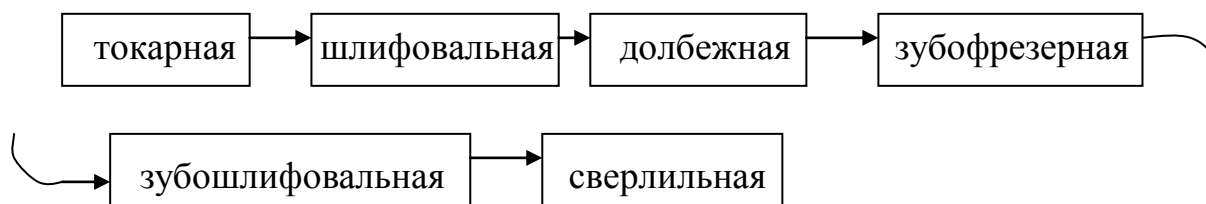
Так, например, если сверление отверстия производится на токарном станке, операция будет называться токарной.

Выбирая тип станка, следует придерживаться следующих правил:

- Не проектировать обработку на специализированных станках, так как в условиях мелкосерийного производства чаще используются универсальные станки, что технически и экономически оправданно;
- Токарно-винторезные станки предназначены для выполнения всех токарных операций, но сверлить и обрабатывать на них можно только те отверстия, центр которых находится на оси вращения детали.
- Строгальные станки эффективны в мелкосерийном производстве узких и длинных деталей.
- Протяжные станки можно использовать только в крупносерийном или массовом производстве.
- В условиях мелкосерийного производства более эффективно шлифование, а не тонкое алмазное обтачивание.
- Координатно-расточные станки используют вместо сверлильных в том случае, когда необходимо получить отверстия с высокой точностью формы и расположения их осей.
- После закалки единственная возможная обработка – шлифование.

Руководствуясь приведенными выше соображениями, студент предлагает один из вариантов маршрута обработки детали, согласовывает его с руководителем работы и записывает в виде схемы перечень операций и их последовательность.

Например:



Наиболее сложно установить последовательность обработки тех или иных поверхностей внутри операции. Как правило, при этом студент может руководствоваться следующими принципами:

- 1) обработку следует начинать с той части детали, которая позволит обработать максимальное количество поверхностей без перезакреплений;
- 2) за «черную» (необработанную) поверхность деталь можно закреплять только один раз за обработку;
- 3) начинать обработку следует с той поверхности, обработка которой создаст более благоприятный режим для обработки последующих.

Так, например, при расточке отверстия для создания нормальных условий врезания расточного резца целесообразно в первую очередь обработать прилегающую торцевую поверхность. Особенно это важно на стадии черновой обработки заготовки.

В большинстве случаев токарная обработка начинается с подрезки торца детали.

Содержание каждой из операций записывается в форме таблицы. Операция расчленяется на отдельные фрагменты (переходы). Под переходом понимают ту часть операции, которая характеризуется неизменностью обрабатываемой поверхности, инструмента и режима работы станка. Иными словами, в форме таблицы студент описывает, какие поверхности и в какой последовательности будут обрабатываться, какой режущий инструмент при этом используется и какая шероховатость будет получена после обработки.

Форма выполнения таблицы представлена ниже:

№	Содержание перехода	Режущий инструмент	Достигаемая шероховатость поверхности, R_a , мкм	Эскиз

Любая операция начинается с установки, закрепления детали и заканчивается раскреплением и снятием детали. Содержание этих переходов

обычно записывают одной строкой и обозначают заглавной буквой алфавита, в самом начале операции.

Например: А. Установить, закрепить и снять деталь; или А. Установить, выверить с точностью до 0,1 мм, закрепить и снять деталь и т.д.

Если деталь в ходе обработки перезакрепляется, то в этом случае установ обозначается следующей буквой алфавита (Б, В, Г и т.д.) и дается его краткое содержание.

Все переходы внутри операции указываются арабскими цифрами, имеют сквозную нумерацию от начала операции и до ее конца и проставляются в первой графе таблицы.

Подробное содержание перехода дается в графе 2 «Содержание перехода» и включает в себя:

1) наименование метода обработки, выраженное глаголом в повелительном наклонении (например, обточить, расточить, шлифовать, сверлить и т.д.);

2) наименование обрабатываемой поверхности, материала или детали (например, торец, галтель, отверстие и т.д.);

3) номер обрабатываемой поверхности (например, подрезать торец 2);

4) наименование проходов черновых или чистового (например, обточить поверхность 2):

– начерно;

– начисто;

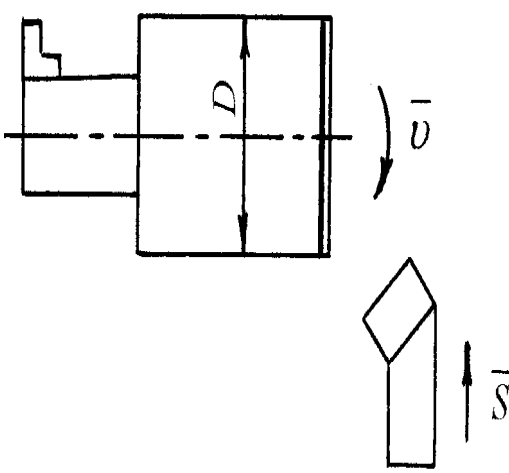
5) в графе 3 указываются используемые инструменты (например, резец проходной, правый, отогнутый; или сверло спиральное Ø 12,8). Диаметр инструмента указывают при обработке вращающимся инструментом – сверлом, фрезой, шлифовальный кругом и т.п.

В четвертой графе таблицы проставляется шероховатость, полученная при черновой и чистовой обработке поверхности детали на данном переходе.

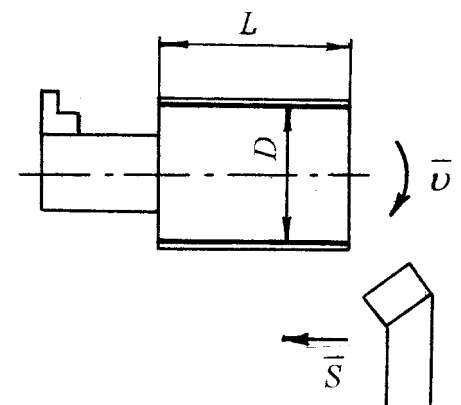
Содержание перехода иллюстрируется эскизом, на котором цветным карандашом выделены обрабатываемые поверхности, проставлены размеры, полученные на данном переходе и необходимые для его выполнения. Заготовка изображается в том положении, в котором она обрабатывается, движение заготовки и инструмента показывают стрелками.

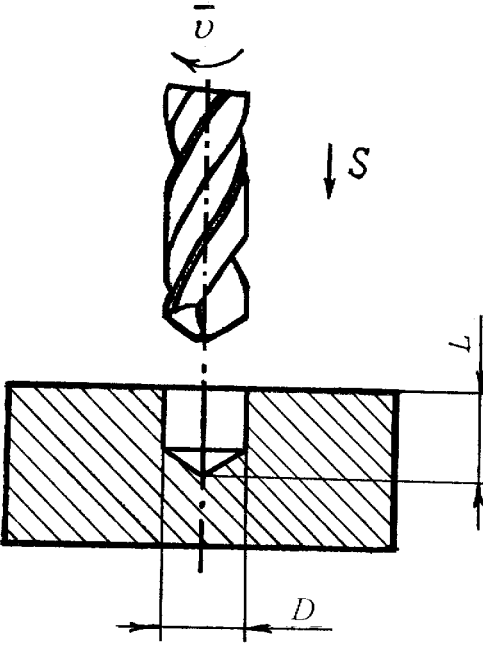
Пример заполнения таблицы и выполнения эскизов дается ниже.

№	Содержание перехода	Режущий инструмент	Достигаемая шероховатость поверхности, R_a , мкм	Эскиз
---	---------------------	--------------------	--	-------

Токарная операция				
А	Установить, закрепить и снять деталь			
1	Подрезать торец «как чисто»	Резец токарный проходной, правый отогнутый	12,5	

Окончание таблицы

№	Содержание перехода	Режущий инструмент	Достижимая шероховатость поверхности, R_a , мкм	Эскиз
Токарная операция				
2	Обточить поверхность $\varnothing D$ на длину L Начерно Начисто	Резец токарный проходной, правый отогнутый	12,5 6,3	
Сверлильная операция				

A 1	Установить и снять деталь Сверлить отверстие $\varnothing$ D на глубину L	Сверло спиральное $\varnothing D$	25	
-------------------	--	---	-----------	--

Эскизы и содержание переходов, а также названия режущих инструментов для различных видов обработки приведены в методических указаниях «Выбор инструментов» [7].

Пояснительная записка должна заканчиваться списком использованной для выполнения работы литературы.

Библиографический список

1. Дальский А.М., Барсукова Т.М., Бухаркин Л.Н. и др. Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроительных вузов / под общ. ред. А.М. Дальского. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2007.
2. Сорокин В.Г., Волошников А.В., Вяткин С.А. и др. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1989.
3. Арзамасов Б.Н., Бромстрем В.А., Буше Н.А. и др. Конструкционные материалы: справочник. – М.: Машиностроение, 1990.
4. Ковка и штамповка: справочник. В 4 т. / ред. совет: Е.И. Семёнов и др. – М.: Машиностроение, 1985. Т.1.
5. Справочник металлиста. В 5 т. / под ред. А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1976. Т.2.

6. Обработка металлов резанием: справочник технолога / под. ред. Г.А. Монахова. – М.: Машиностроение, 1974.

7. Выбор инструментов: методические указания к курсовой работе по технологии машиностроения / сост. Н.Н. Ситов, А.М. Пейсахов, А.М. Кучер; СПбГТУРП. – СПб., 2003.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание, объем и оформление курсовой работы.....	3
Общие указания по выполнению отдельных разделов курсовой работы.....	4
1. Описание конструкции и назначения детали.....	4
2. Контроль и анализ чертежа детали.....	5
3. Выбор заготовки.....	6
4. Оформление чертежа заготовки.....	7
4. 1. Заготовка, отливка... ..	7
4. 2. Заготовка, сортовой прокат.....	15
4. 3. Заготовка, поковка.....	15
5. Разработка процесса механической обработки детали.....	18
Библиографический список.....	25

Гропянов Антон Васильевич
Ситов Николай Николаевич
Жукова Мария Николаевна
Фёдорова Дарья Сергеевна

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Методические указания к курсовой работе
по технологии конструкционных материалов

Редактор и корректор Н.П. Новикова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Компьютерный набор и верстка Д.С. Федорова.

Темплан 2013 г., поз.114

Подп. к печати 26.12.13. Формат 60х84/16. Бумага тип. № 1.

Печать офсетная. Объем 1,75 печ. л.; 1,75 уч. - изд. л.

Тираж 100 экз. Изд. № 114. Цена "С". Заказ №

Ризограф Санкт-Петербургского государственного
технологического университета растительных полимеров,
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.