

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

Ж. А. ШАХАЕВ

# **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЕЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ:

- «Расчет припуска на обработку и размеров по технологическим переходам»;
- «Расчет режимов резания и техническое нормирование механической операции»;
- «Проектирование технологического процесса механической обработки детали»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом государственного  
образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2010

УДК 621 113(07)

ББК 39.33Я7

Ш-31

Рецензент

доктор технических наук, профессор М. И. Филатов

**Шахаев, Ж.А.**

Ш-31 Основы технологии производства и ремонта автомобилей: методические указания к лабораторным работам: «Расчет припуска на обработку и размеров по технологическим переходам»; «Расчет режимов резания и техническое нормирование механической операции»; «Проектирование технологического процесса механической обработки детали» / Ж. А. Шахаев. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. – 101с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы технологии производства и ремонт автомобилей», ее первой части «Основы технологии производства автомобилей» для студентов специальностей 190601 и 190603.

УДК 621 113(07)

ББК 39.33Я7

© Шахаев Ж. А., 2010

© ГОУ ОГУ, 2010

## Содержание

1 Цель работы.....	5
2 Исходные данные.....	5
3 Порядок выполнения работы и содержание отчета.....	5
4 Этапы проектирования технологического процесса механической обработки детали.....	6
4.1 Данные для проектирования технологического процесса.....	6
4.2 Технологический контроль чертежи технических условий.....	7
4.3 Выбор заготовки.....	8
4.4 Выбор технологических баз.....	11
4.5 Проектирование технологического процесса механической обработки детали.....	12
4.5.1 Установление маршрута обработки отдельных поверхностей детали (план операции).....	12
4.5.2 Составление маршрута обработки детали.....	13
4.6 Выбор (расчет) припусков на обработку.....	14
4.6.1 Правила расчета припусков на обработку расчетно-аналитическим методом.....	15
4.6.2 Выбор припусков по опытно-статистическим данным.....	24
4.6.3 Определение размеров заготовки, ее массы и нормы расхода материала на ее изготовление.....	28
4.7 Построение операций механической обработки детали.....	30
4.8 Расчет режимов резания.....	31
4.9 Техническое нормирование.....	34
4.10 Составление карты эскиза.....	36
5 Контрольные вопросы.....	36
Список использованных источников.....	38
Приложение А Данные полей допусков и предельных отклонений.....	39
Приложение Б Установка детали при механической обработке.....	43

Приложение В Технологическое обеспечение шероховатости обработки.....	45
Приложение Г Точность и качество поверхности при обработке.....	46
Приложение Д Ориентировочное значение припусков.....	48
Приложение Е Схемы расчета основного времени.....	49
Приложение Ж Допуски формы поверхностей и обозначения их отклонений.....	51
Приложение И Параметры шероховатости в зависимости от кавалитета.....	53
Приложение К Примеры оформления чертежа заготовки и технологических карт.....	54
Приложение Л Рабочие чертежи деталей.....	59

## **1 Цель работы**

Освоение методики проектирования технологического процесса изготовления детали, с расчетом припусков на обработку и размеров по технологическим переходам, с расчетом режимов резания и техническим нормированием механической обработки, с оформлением технологической документации.

## **2 Исходные данные**

Рабочий чертеж детали, с указанием ТУ на изготовление и материал.

Примечание – каждому студенту выдается один рабочий чертеж детали для выполнения лабораторных работ, на котором поставлен номер варианта. (Приложение Л)

## **3 Порядок выполнения работы и содержание отчета**

3.1 Провести анализ рабочего чертежа детали с обоснованием: назначения квалитетов точности и класса шероховатости; правильности выбора измерительных баз; достаточности проекций, видов и сечений и т.д.

3.2 Составить эскиз заготовки с указанием общего припуска на обработку и технологических баз (Приложение К, рисунки К.1; К.2).

3.3 Составить маршрут обработки с расчленением его на операции и выбором оборудования, приспособлении, режущих и измерительных инструментов. Заполнить маршрутную карту (Приложение К, рисунок К.3).

3.4 Исходя из маршрута обработки, спроектировать операционную карту формирования заданной поверхности (согласовать с преподавателем) с разбивкой на переходы и установки. Уточнить содержание переходов. Окончательно выбрать режущие, вспомогательные и измерительные инструменты.

3.4.1 Рассчитать режимы обработки переходов и определить штучное время по переходам. Заполнить операционную карту (Приложение К, рисунок К.4).

3.5 Составить карту эскиза заданного (согласованного с преподавателем) перехода с указанием: способов закрепления и базирования; направления рабочего движения детали и режущего инструмента (рабочий ход); размера, соответствующего к данному переходу; режимов обработки. Оформить карту эскиза (Приложение К, рисунок К.5).

## **4 Этапы проектирования технологического процесса механической обработки детали**

Процесс проектирования содержит взаимосвязанные и выполняемые в определенной последовательности этапы. К ним относятся: анализ исходных данных и технологический контроль рабочего чертежа; выбор метода получения заготовки и установление предъявляемых к ней требований; выбор технологических баз; выбор последовательно выполняемых способов обработки отдельных поверхностей и составление маршрута обработки в целом, с выбором типа оборудования и оснастки; расчет припусков; построение операции расчета режимов резания и техническое нормирование операции; оформление технологической документации.

### **4.1 Данные для проектирования технологического процесса**

Исходными данными для проектирования технологического процесса механической обработки детали являются: рабочий чертеж, определяющий материал, конструктивные формы и размеры детали; техническое условие на изготовление детали, характеризующие точности и качество обработанных поверхностей, а также особое требование – твердость, термическая обработка и т.д.

## 4.2 Технологический контроль чертежа и технических условий

Этот этап предусматривает проверку правильности выполнения чертежа с точки зрения технолога-изготовителя. Требования к конструктивному оформлению наружных поверхностей вращения: при сопряжении точно обрабатываемых поверхностей ( $9^{бил}$  квалитет и ниже) следует предусмотреть выточку для выхода режущего инструмента; ступенчатые поверхности должны иметь по возможности минимальный перепад диаметральных размеров; размеры канавок, фасок и проточек должны быть унифицированы.

Целесообразно предусмотреть в деталях сквозное отверстие. Конструктивное оформление глухого отверстия должно быть увязано с конструкцией и размером зенкера и развертки, а в случае обработки растачиванием (шлифованием) – выточка для выхода инструмента. В ступенчатых отверстиях более точную ступень следует делать сквозной.

Обрабатываемые плоскости поверхности должно быть открытыми, по возможности уменьшить их протяженность и располагать на одной плоскости.

Следует избежать закрытых пазов и гнезд; предпочтительнее переходную часть паза делать криволинейной. Ширину пазов выбирают в соответствии с размерами стандартных концевых и дисковых фрез.

На рабочих чертежах назначение квалитетов точности и классы шероховатости должны быть обоснованы. При назначении точности и шероховатости желательно принимать значения предельных отклонений предпочтительных полей допусков и параметров шероховатостей (Приложение А, таблицы А.1-А.4; Приложение Ж, таблицы Ж.1-Ж.3; Приложение И, таблица И.1).

Размеры канавок, фасок, проточек, отверстий, переходных поверхностей должны быть унифицированы, и согласованы с размерами режущего инструмента.

### 4.3 Выбор заготовки

Выбор заготовки определяются:

- технологической характеристикой материала детали, т.е. его литейными свойствами и способностью претерпевать пластические деформации при обработке давлением, а также изменениям при термической обработке.
- конструктивными формами и размерами.
- требуемой точностью выполнения заготовки, шероховатостью и качеством ее поверхностей.

Если на чертеже указаны такие материалы, как чугун, литейная сталь и сплавы цветных металлов, то способ получения заготовки – литье – решается однозначно.

Если детали типа гладких или ступенчатых валов с незначительными перепадами диаметральных размеров, то в качестве заготовок принимается прокат.

Заготовки деталей достаточно сложной конструктивной формы из стали и других материалов получают либо ковкой, либо штамповкой, в зависимости от программы.

Вопросы метода получения заготовки, определения их конфигурации, размера, допуска и припуска в каждом конкретном случае решаются из исходного данного разрабатываемого объекта – рабочего чертежа детали

Заготовки, получаемые горячим пластическим деформированием на горизонтально ковочных машинах (ГКМ) или на молотах и горячие штамповочных прессах выбирается в зависимости от контура детали по рисункам 1 и 2.

Штамповкой на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) получают поковки массой от 0,1 до 100 кг с максимальным диаметром 315 мм. Штамповка на ГКМ является одним из производительных способов и может быть рентабельной для определенного вида заготовок. Производительность до 400 поковок в час. Штамповка производится из прутков и труб горячекатаного металла повышенной точности длиной до 4 м и диаметром от 20 до 270 мм. Иногда используют



холодотянутую сталь, что значительно повышает точность поковки. Допуски и припуски на поковки, изготавливаемые на ГКМ, регламентируются ГОСТом

На ГКМ изготавливаются следующие поковки: конические шестерни с валом, цилиндрические шестерни с валом, кольца, втулки, шестерни, шестерни с фланцем, двухвенцовые шестерни, втулки с квадратным фланцем и т.д.

(рисунок 1)

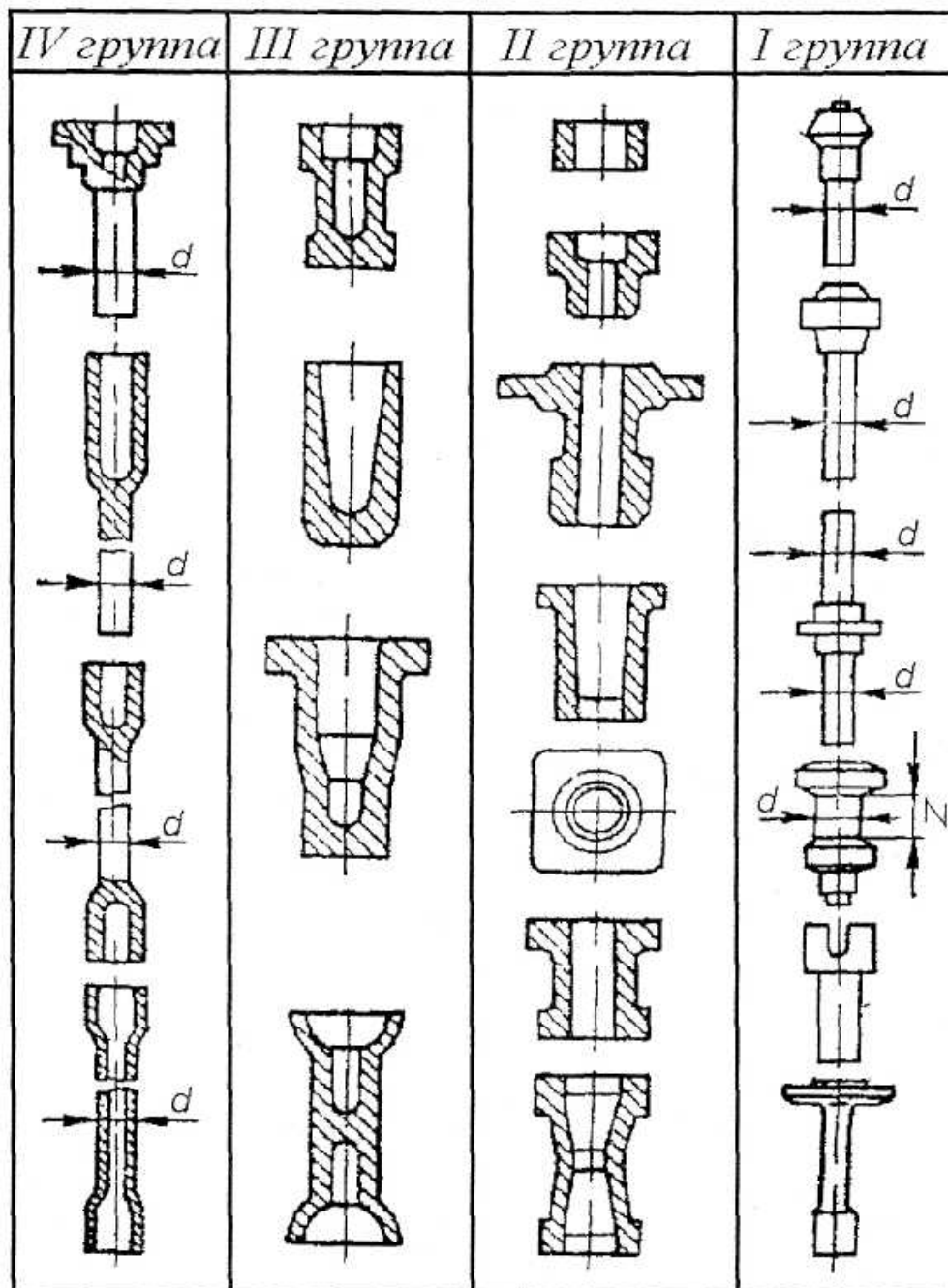


Рисунок 1-Классификация поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах

В том случае, когда поковку невозможно выполнить на ГКМ, необходимо проектировать штамповку на кривошипных прессах. На прессах можно

штамповать детали весом до 200 кг типа плоских поковок (штампующих в торец), шестерен, крестовин с круглой ступицей, круглых и квадратных фланцев со ступицами, ступенчатых валов, валов-шестерен, поворотных кулаков, рычагов, шатунов, коленчатых валов и т.д. (рисунок 2)

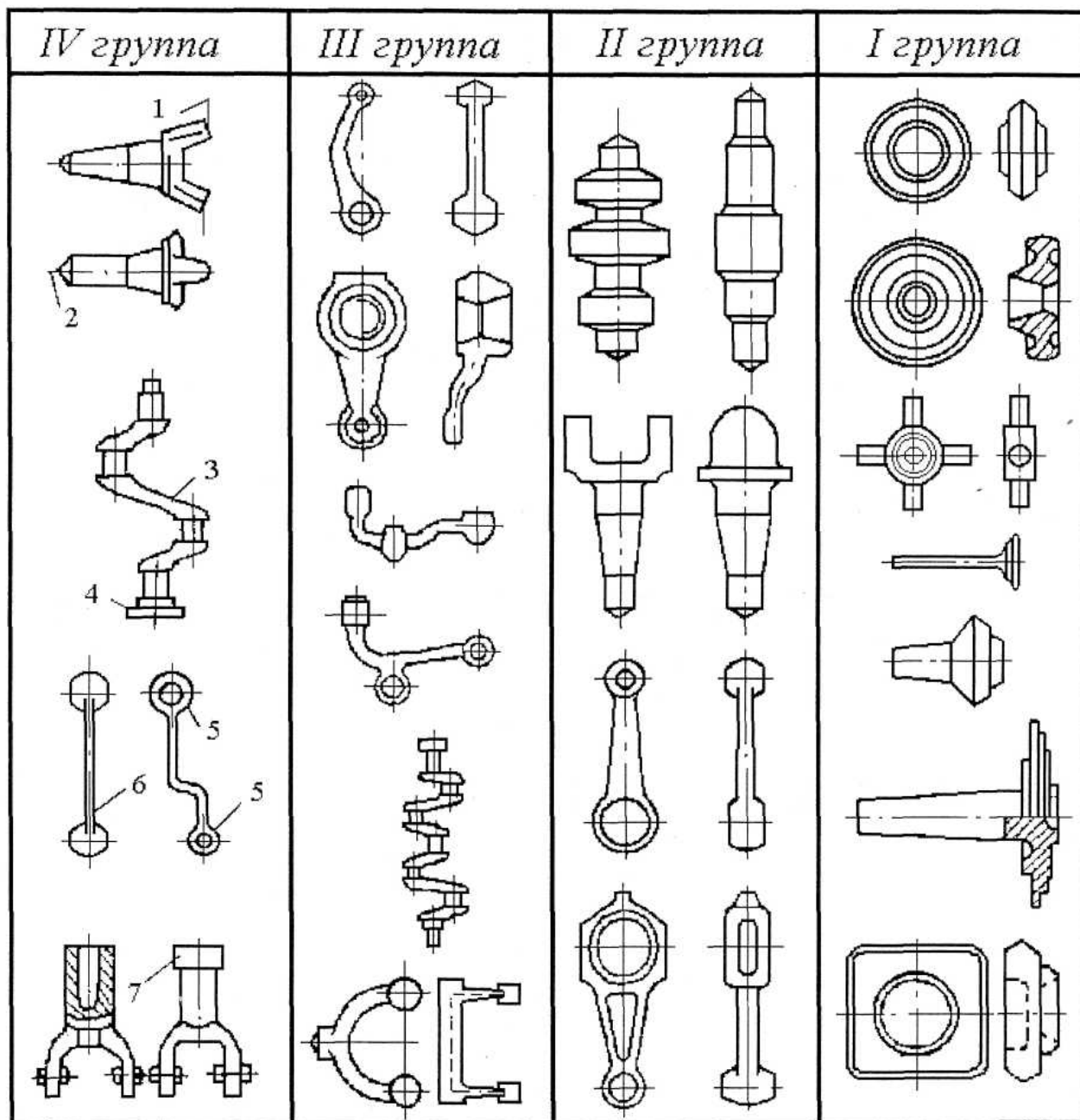


Рисунок 2-Классификация поковок на молотах и горячештамповочных прессах

При штамповке необходимо широко использовать профильный прокат или прокат, полученный на ковочных вальцах.

#### 4.4 Выбор технологических баз

Правильный выбор технологических баз является основой построения технологического процесса изготовления детали и имеет решающее значение для обеспечения требуемой точности обработки. Назначая технологические базы для первой и последующих операций обработки следует руководствоваться следующими общими соображениями:

- установочная и вспомогательная базы должны иметь необходимую протяженность для обеспечения устойчивого положения заготовки при ее обработке;

- обрабатываемая заготовка должна иметь минимальные деформации от действия силы резания, зажимной силы и от действия собственной массы;

- по возможности соблюдать принципы постоянства баз и совмещения баз.

На первой операции должны быть обработаны те поверхности, которые будут приняты за технологическую базу для последующей операции. В качестве технологической базы первой операции принимается поверхность заготовки, имеющая правильную геометрическую форму и наименьшую шероховатость.

На второй и последующих операциях технологические базы должны быть возможно точными по геометрической форме и по шероховатости поверхности.

Рекомендуется, если это возможно, соблюдать принцип совмещения баз, т.е. в качестве технологической базы ( $\nabla$ ) принимать поверхности, которые будут одновременно измерительной базой (ИБ).

Необходимо придерживаться принципа постоянства базы на основных операциях обработки, т.е. использовать в качестве технологической базы одни и те же поверхности. С целью соблюдения принципа постоянства баз в ряде случаев на деталях создают искусственные технологические базы, не имеющие конструктивного значения (центровые гнезда у валов, два отверстия в корпусных деталях и т.д.).

Установки заготовки при механической обработке и примеры схем установок приведены в приложении Б (таблицы Б.1; Б.2; Б.3).

## 4.5 Проектирование технологического процесса механической обработки детали

### 4.5.1 Установление маршрута обработки отдельных поверхностей детали (план операции)

На данном этапе разработки механической операции технологического процесса назначается (планируется) последовательный перечень технологических переходов, которые могут быть применены для достижения конечной точности и шероховатости отдельных поверхностей, представленных на рабочем чертеже детали. Между чертежом и технологическим процессом изготовления детали существуют тесные связи. Они, в частности, обусловлены тем, что каждому методу обработки соответствуют определенные достижимые точность получаемого размера и шероховатости поверхности (Приложение В, таблица В.1; Приложение Г, таблицы Г.1; Г.2). Поэтому необходимый метод окончательной обработки поверхности подсказывается рабочим чертежом (кавалитетом точности и шероховатостью). Как правило, общий припуск превышает оптимальное значение припуска финишной операции, поэтому возникает необходимость назначения предшествующих операций.

Например: на рабочем чертеже диаметр шейки вал  $\varnothing 60$  мм  $R_a - 1,25$  заготовка – штамповка.

Из приложения В таблица В.1 финишная операция – шлифования чистовая, обеспечивающая получение 6<sup>го</sup> квалитета точностями шероховатости  $R_a - 1,25$  мкм. Тогда последовательность технологических переходов:

- 1 Черновое точение
- 2 Чистовое точение
- 3 Шлифование чистовое

В данном случае переход черногого точения необходим для приближения формы и размеров заготовки к форме и размерам детали, а чистовое точение – для получения оптимального припуска для шлифования.

Определив первый и окончательный технологические переходы, устанавливают необходимость промежуточных переходов. Например, недопустимо при обработке отверстия по 7<sup>му</sup> качеству точности после первого перехода (черновое растачивание) сразу применять чистовое развертывание, так как не обеспечивается заданное качество и точности. Оптимальным является последовательность технологических переходов:

1. Черновое растачивание
2. Черновая развертка
3. Чистовая развертка

Определение последовательности технологических переходов при обработке отдельных поверхностей детали (план операции) позволяет выявить необходимые этапы обработки (черновая, чистовая и отделочная) и является базой для формирования технологического маршрута изготовления детали.

#### **4.5.2 Составление маршрута обработки детали**

Целью составления маршрута обработки детали является – дать общий план обработки детали, наметить содержание операций и выбрать тип оборудования и оснастки (Приложение К, рисунок К.3).

Составление маршрута представляет задачу с большим числом возможных вариантов решения, для разрешения которых могут быть даны следующие методические указания:

1 С использованием плана операции (см. 4.5.1) выявляют необходимость расчленения процесса изготовления детали на операции черновой, чистовой и отделочной обработки.

2 Сначала обрабатывают поверхности, принятые за технологические базы.

3 Затем обрабатывают поверхности в последовательности, обработкой степени их точности и шероховатости (чем точнее поверхности и менее шероховатость, тем позднее они обрабатываются).

4 В самостоятельные операции выделяются нарезание шлицев, обработка пазов, сверление отверстий.

5 Термическая операция, как правило, предшествует отделочной (за исключением химико-термических операций).

Итоги работы на данном этапе (перечень и содержание операции, оборудования и оснастки) заносят в технологическую маршрутную карту (Приложение К, рисунок К.3).

#### 4.6 Выбор (расчет) припусков на обработку

Припуском называют слой материала, удаляемый в процессе механической обработки заготовки для достижения заданных точности и качества обрабатываемой поверхности. Различают припуски промежуточные и общие. Промежуточным припуском называют слой, снимаемый при выполнении данного технологического перехода механической обработки и определяют как разность размеров заготовки, полученных на смежном предшествующем и выполняемом технологических переходах. Общим припуском называют сумму промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки. Общий припуск определяют как разность размеров заготовки и готовой детали.

Припуск на обработку может быть назначен по соответствующим таблицам, ГОСТов или по нормам предприятия.

Расчетно-аналитический метод определения припуска основано в положении, что промежуточный припуск должен быть таким, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя, полученные на предшествующих технологических переходах, а также погрешности установки обрабатываемой заготовки, возникающие на выполняемом переходе, и рассчитываются по формулам:

– при последовательной обработке противоположных поверхностей (односторонний припуск)

$$z_i = (R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i \quad (1)$$

– при параллельной обработке противоположных поверхностей (двусторонний припуск)

$$2z_i = 2[(R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i] \quad (2)$$

– при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск)

$$2z_i = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}] \quad (3)$$

где  $R_{z_{i-1}}$  – высота неровностей профиля на предшествующем переходе

$h_{i-1}$  – глубина дефектного слоя на предшествующем переходе

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$  – суммарные отклонения расположения поверхности относительно базовых поверхностей (отклонения от параллельности, перпендикулярности, пересечения осей) и в некоторых случаях, отклонения форм поверхности (отклонения от плоскости, прямолинейности) на предшествующем переходе

$\varepsilon_i$  – погрешности установки заготовки на выполняемом переходе.

Расчет припусков переходов сводится к определению значений параметров  $R$ ,  $h$ ,  $D$ ,  $\varepsilon$ . Значения этих параметров нормированы и зависят от вида заготовки, метода обработки, обрабатываемого материала, линейных размеров детали и т.д., и выбираются из соответствующих таблиц (/1/, т. 1 стр. 175-196).

#### **4.6.1 Правила расчета припусков на обработку расчетно-аналитическим методом**

Расчетно-аналитическим методом рассчитать припуск на один размер детали (вашего варианта) который должен быть выполнен с 9 квалитетом и ниже (по согласованию с преподавателем).

1 Припуск на переход рассчитывают по формулам (1), (2), (3) с использованием расчетной карты. В расчетную карту заносятся размеры обрабатываемой поверхности (из рабочего чертежа) и технологические переходы в порядке их выполнения при обработке (см. план операции); для каждого перехода записывают табличные значения  $R_z$ ,  $h$ ,  $D_{\Sigma_{i-1}}$ ,  $\varepsilon_i$ ; записывается в карту также табличные значения  $T$  – допуска на заготовки и по переходам (/1/, т. 1, стр.175-196).

2 Значения параметров  $R_z$ ,  $h$  определяющих количество различных видов заготовок принимаем по таблице 1 а параметров достигаемых после механической обработки наружных поверхностей по таблице 2.

Таблица 1- Качество поверхности различных видов заготовок

Вид заготовки	$R_z$	$h$
	МКМ	
Отливки в земляные формы		
I класса		
наибольший габаритный размер отливки, мм:		
1250, не более	600	600
1250-3150	800	800
Отливки в кокиль	200	300
Литье в оболочковые формы	40	260
Литье под давлением	20	140
Литье по выплавляемым моделям	30	170
Штампованные заготовки		
масса, кг:		
0,25, не более	150	150
0,25 - 2,5	150	200
2,5 - 25	150	250
25-100	200	300
100-200	300	300
Прокат		
горячекатаный, диаметр, мм:		
5-25	150	
26-75	150	150
80-150	200	250
160-250	300	300
калиброванный гладкотянутый	60	400
калиброванный шлифованный	10	60
		20



Таблица 2- Параметры, достигаемые после механической обработки наружных поверхностей

Вид заготовки	R <sub>z</sub>	h
	МКМ	
Черновая обработка лезвийным инструментом заготовок всех видов	50	50
Чистовая обработка лезвийным инструментом и однократная обработка заготовок с малыми припусками	30	30
Чистовое торцевое фрезерование	10	15
Протягивание наружное	5	10
Тонкая обработка лезвийными инструментами	3	-
Шлифование:		
предварительное	10	20
чистовое	5	15

3 Для серого и ковкого чугунов, а также цветных металлов и сплавов после первого технологического перехода слагаемый  $h$  (глубина дефектного слоя) из формулы исключают ( $h_{2,5}=0$ ).

4 Суммарное отклонение расположения поверхности отклонения базовых поверхностей заготовок  $D_{\Sigma_{i-1}}$ , для черновой обработки определяются по формулам:

Для заготовок классе «круглые стержни»-

$$D_{\Sigma_{i-1}} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_{см}}^2 + \Delta_{\Sigma_{кор}}^2 + \Delta_{\Sigma_{ц}}^2} \quad (4)$$

где  $\Delta_{\Sigma_{см}}$  - погрешность заготовки по смещению, выбираем по таблице 4.

$\Delta_{\Sigma_{кор}}$  - погрешность заготовки по короблению (равно  $\Delta_{\Sigma_{кор}} = \Delta_{\kappa} l$ )

Удельная кривизна заготовки  $\Delta_{\kappa}$  выбираем по таблице 3.

$l$ -длина заготовки.

$\Delta_{\Sigma_{ц}}$  - погрешность заготовки при установке на призму и самоцентрирующих

зажимных устройствах (равна  $\Delta_{\Sigma_{ц}} = \sqrt{\left(\frac{T_D}{2}\right)^2 + 0,25}$ )

$T_D$  - допуск на диаметр установочной поверхности.

Для заготовок класса «Диски»

$$D_{\Sigma_{i-1}} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_{cm}}^2 + \Delta_{\Sigma_{kop}}^2} \quad (5)$$

Остаточная величина пространственного отклонения применяются при последующих переходах:

- после предварительного обтачивания  $\Delta_{\Sigma_1} = 0,06\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ , мкм;

- после окончательного обтачивания  $\Delta_{\Sigma_2} = 0,04\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ , мкм;

- после предварительного обтачивания  $\Delta_{\Sigma_3} = 0,02\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ , мкм.

На стадиях чистовой и отделочной операции (перехода) значение параметра  $D_{\Sigma_{i-1}}$  незначительно и исключается из расчетной формулы ( $D_{\Sigma_{i-1}} = 0$ ).

Таблица 3 – Удельная кривизна заготовок  $\Delta_k$

В микрометрах на 1 миллиметр длины.

Материал и состояние	Диаметр заготовки, мм					
	5-25	25-50	50-75	75-120	120-150	150, более
1 Прокат калиброванный:						
7 квалитет	0,50	0,50	-	-	-	-
9»	1	0,75	0,5	-	-	-
10-11»	2	1	1	-	-	-
12»	3	2	1	-	-	-
Прокат калибровачный после термообработки	2	1,3	0,6	-	-	-
Горячекатный прокат:						
После правки на прессе	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
После термообработки	2,0	1,3	1,3	0,6	0,6	0,3
2Штампованные заготовки:						
после правки	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	-
после термообработки	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	-
3Отливки:						
плиты	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
корпуса	0,7-1	0,7-1	0,7-1	0,7-1	0,7-1	0,7-1

Таблица 4 – Погрешность заготовок по смещению  $\Delta_{\Sigma см}$

Масса заготовки, кг	Погрешность по $\Delta_{\Sigma см}$ , мм
0,25-0,63	0,4
0,63-1,6	0,5
1,6-2,5	0,6
2,5-4,0	0,7
4,0-6,3	0,8
6,3-10,0	0,9
10,0-16,0	1,0
16,0-25,0	1,1
25,0-40,0	1,2

5 Из расчётной формулы исключаются те отклонения расположения, величина которых не превышает допуска на линейных размеров (особенно на завершающих переходах), если не оговорены особо (не указаны на чертеже).

6 Значение  $\varepsilon_i$  для заготовки всегда  $\varepsilon_i = 0$ .

7 Следует отличить понятия погрешности установки при расчете припуска от понятия погрешности установки при расчете точности обработки. Погрешности установки  $\varepsilon_i$  происходят при закреплении заготовки из-за неточности ее базовых поверхностей в результате неточного изготовления и износа установочных элементов приспособления, а также в результате погрешностей выверки при индивидуальной установке заготовок. С учетом этих обстоятельств:

7.1 При соблюдении принципов совмещения технологических установочных баз и измерительных баз, также при соблюдении принципа постоянства баз, во всех технологических переходах значение параметра  $\varepsilon_i = 0$  и из расчетной формулы исключаются.

7.2 При обтачивании и шлифовании цилиндрической поверхности заготовки, установленной в центрах  $\varepsilon_i = 0$ .

7.3 При разворачивании плавающей разверткой и протачивании  $\varepsilon_i = 0$

Прежде чем заполнить расчетную карту припусков из формул следует исключить те параметры, значение которых равно нулю.

Пример- рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры на поверхность  $\varnothing 60_{+0,01}^{+0,03}$  шестерни ведущей (рисунок 3). На остальные обрабатываемые поверхности назначить припуски и допуски по таблицам ГОСТа

Заготовки- штамповка на ГКМ, группа точности- 2-я. Масса заготовки 11,3 кг.

Технологичней маршрут обработки поверхности  $\varnothing 60_{+0,01}^{+0,03}$  состоит из обтачивания предварительного и окончательного и шлифования предварительного и окончательного. Обтачивание и шлифование производится в центрах, схема установки показана на рисунке 3.

Так же как и в предыдущем примере, записываем технологический маршрут обработки в расчетную таблицу 5. В таблицу также записываем соответствующие заготовке и каждому технологическому переходу значения элементов припуска. Так как в данном случае обработка ведется в центрах, то погрешность установки в радиальном направлении равна нулю, что имеет значение для рассчитываемого размера. В этом случае эта величина исключается из основной формулы для расчета минимального припуска, и соответствующую графу можно не включать в расчетную таблицу. Суммарное отклонение

$$\Delta_{\Sigma_{i-1}} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_{см}}^2 + \Delta_{\Sigma_{кор}}^2 + \Delta_{\Sigma_{ц}}^2}$$

$$\Delta_{см} = 1,0 мм; \Delta_{\Sigma_{кор}} = \Delta_{к} \cdot 1,138 \approx 0,14 мм; \Delta_{\Sigma_{ц}} = \sqrt{\left(\frac{T}{2}\right)^2 + 0,25^2}.$$

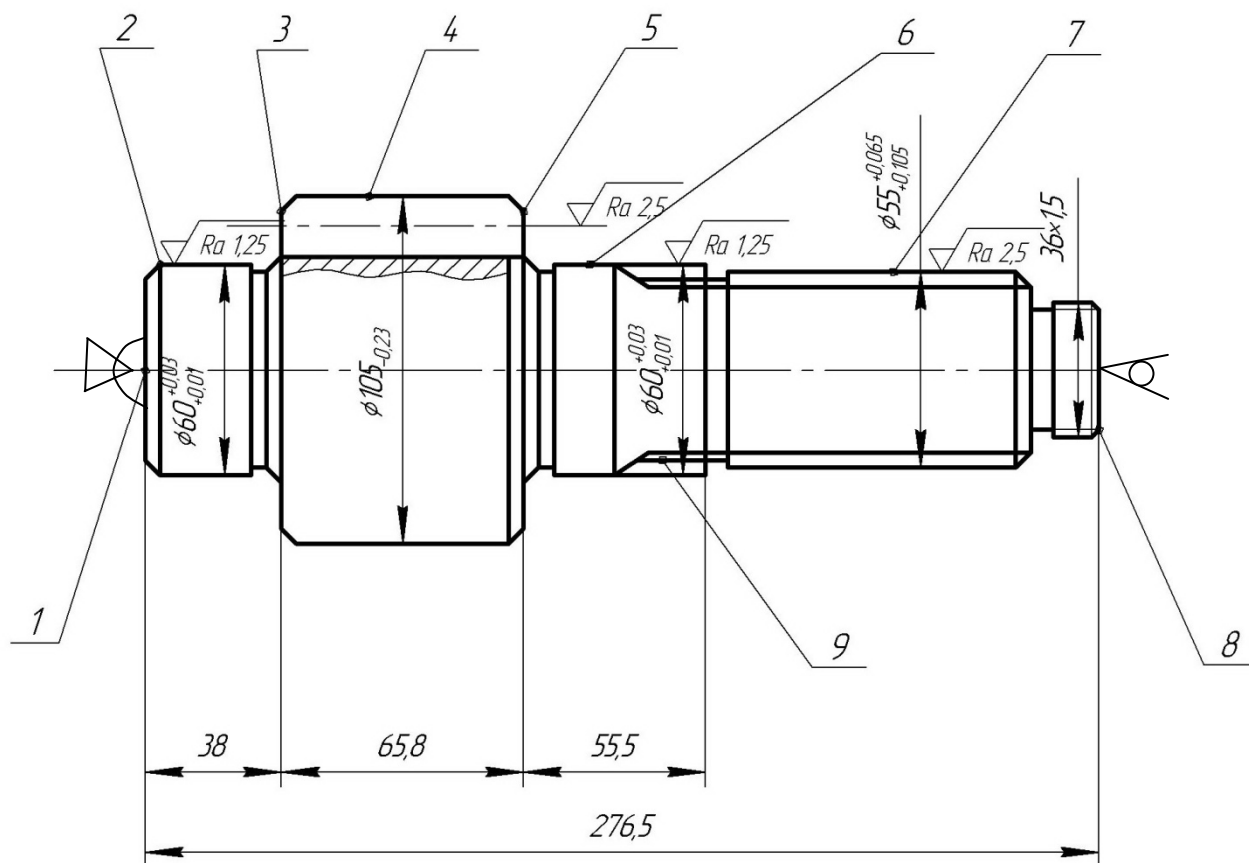


Рисунок 3 – Шестерня ведущая (чертеж и схема установки при обработке поверхностей  $\phi 60_{+0,01}^{+0,03}$ )

Таблица 5 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности  $\varnothing 60_{+0,01}^{+0,03}$  шестерни ведущей (Рисунок 3)

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 60_{+0,01}^{+0,03}$	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск $2z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $T$ , мкм	Предельный размер, мм	
	$R_z$	$h$	$\Delta_{\Sigma}$				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Заготовка	15	25	182	-	65,27	3000	65,3	68,3
Обтачивание:	0	0	0					
предварительное				2·2220	60,83	400	60,9	61,3
окончательное	50	50	109	2·209	60,41	120	60,4	60,5
Шлифование:	30	30	73				1	3
предварительное				2·133	60,41	30		
окончательное	10	20	36	2·66	60,01	20	60,1	60,1
	5	15	-				7	7
							60,0	60,0
							1	3

Допуск на поверхности, используемые в качестве базовых на фрезерно-центровальной операции, рассчитываем по формуле

$$T = H_{e0} + I_u + K_y$$

$$H_{e0} = 2,0 \text{ мм}, I_u = 1,0 \text{ мм},$$

$$K_y = 1,0 \cdot 60 = 60 \text{ мкм}, T = 3,06 \text{ мм} \approx 3,0 \text{ мм} \quad (/5/ \text{ стр. } 76-77)$$

$$\Delta_{\Sigma u} = \sqrt{1,5^2 + 0,25^2} = 1,52 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{1,0^2 + 0,14^2 + 1,52^2} = 1,82 \text{ мкм}$$

Остаточная величина пространственного отклонения:

-после предварительного обтачивания

$$\Delta_{\Sigma 1} = 0,06 \cdot 1820 = 109 \text{ мкм}$$

-после окончательного обтачивания

$$\Delta_{\Sigma 2} = 0,04 \cdot 1820 = 73 \text{ мкм}$$

-после предварительного шлифования

$$\Delta_{\Sigma 3} = 0,02 \cdot 1820 = 36 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой

$$2z_{\min_i} = 2(Rz_i + h + \Delta_{\Sigma_{i-1}})$$

Минимальный припуск:

-под предварительное обтачивание

$$2z_{\min_1} = 2(150 + 250 + 1820) = 2 \cdot 2220 \text{ мкм}$$

-под окончательное обтачивание

$$2z_{\min_2} = 2(50 + 50 + 109) = 2 \cdot 209 \text{ мкм}$$

-под предварительное шлифование

$$2z_{\min_3} = 2(30 + 30 + 73) = 2 \cdot 133 \text{ мкм}$$

-под окончательное шлифование

$$2z_{\min_4} = 2(10 + 20 + 36) = 2 \cdot 66 \text{ мкм}$$

Общий минимальный припуск, определяется как сумма

$$2z_{\min_{\text{общ}}} = 2z_{\min_1} + 2z_{\min_2} + 2z_{\min_3} + 2z_{\min_4} = 5256 \text{ мкм.}$$

Аналогично предыдущему примеру производим расчет по остальным графам таблицы.

Графа «Расчетный размер» ( $d_p$ ) заполняется, начиная с конечного (чертежного) размера, путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода

$$d_{p3} = 60,01 + 0,132 = 60,124 \approx 60,14 \text{ мм}$$

$$d_{p2} = 60,14 + 0,266 = 60,406 \approx 60,14 \text{ мм}$$

$$d_{p1} = 60,14 + 0,418 = 60,828 \approx 60,83 \text{ мм}$$

$$d_{p3} = 60,83 + 4,444 = 65,274 \approx 65,27 \text{ мм}$$

#### 4.6.2 Выбор припусков по опытно-статистическим данным

При этом методе общие припуски берут по таблицам ГОСТов, которые составляют на основе обобщения и систематизации производственных данных передовых заводов. Опытно-статистические припуски в основном завышены, так как они ориентированы на условия обработки, при которых припуск должен быть наибольшим во избежание брака.



Припуски на механическую обработку поковок изготовленных на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) приведенных в таблице 6 и принимаются в зависимости от массы штампованных поковок на заданные размеры деталей чертежом.

Таблица 6- Припуски на механическую обработку поковок изготовленных на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ)

Масса штампованных поковок, кг	Толщина (высота), длина или ширина, мм							
	До 50	50-120	120-180	180-260	260-360	360-500	500-680	680-800
До 0,25	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3	-	-	-
Св. 0,25 до 1,60	1,7	1,9	2,0	2,3	2,6	3,0	-	-
0,68 до 1,60	2,0	2,2	2,3	2,6	2,9	3,3	3,7	-
1,60 до 2,50	2,3	2,5	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5
2,50 до 4,00	2,6	2,8	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3	4,8
4,00 до 6,30	2,9	3,1	3,2	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1
6,30 до 10,00	3,2	3,4	3,5	3,8	4,1	4,5	4,9	5,4
10,00 до 16,00	3,5	3,7	3,8	4,1	4,4	4,8	5,2	5,7
16,00 до 25,00	3,8	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1	5,5	6,0
25,00 до 40,00	4,1	4,3	4,4	4,7	5,0	5,4	5,8	6,3

Припуски на механическую обработку поковок изготовленных на горячештамповочных прессах приведены в таблице 7 и принимаются в зависимости от массы штамповочных поковок на заданные размеры деталей чертежом.

Таблица 7. - Припуски на механическую обработку поковок изготовленных на горячештамповочных прессах

Масса штампованных поковок, кг	Толщина (высота), длина или ширина, мм							
	До 50	50-120	120-180	180-260	260-360	360-500	500-680	680-800
До 0,25	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	-	-	-
Св. 0,25 до 0,68	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	2,0	-	-
0,68 до 1,60	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,5	-
1,60 до 2,50	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0
2,50 до 4,00	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2
4,00 до 6,30	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4
6,30 до 10,00	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6
10,00 до 16,00	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8
16,00 до 25,00	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
25,00 до 40,00	2,7	2,8	3,0	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2

На остальные виды заготовок ориентировочные значения припусков принимаются по таблице Д1 (Приложение Д) для деталей с размерами от 10 до 120 мм.

В приложении Д (таблица Д2) приведены значения припусков на чистовые и отделочные операции.

Пример – Назначить припуски на обработку шестерни ведущей (рисунок 4) и выполнить эскиз ее заготовки.

По таблице 6 принимаем величину припусков и заносим их в таблицу 8 и вычерчиваем эскиз заготовки рисунок 4 с начисленными припусками

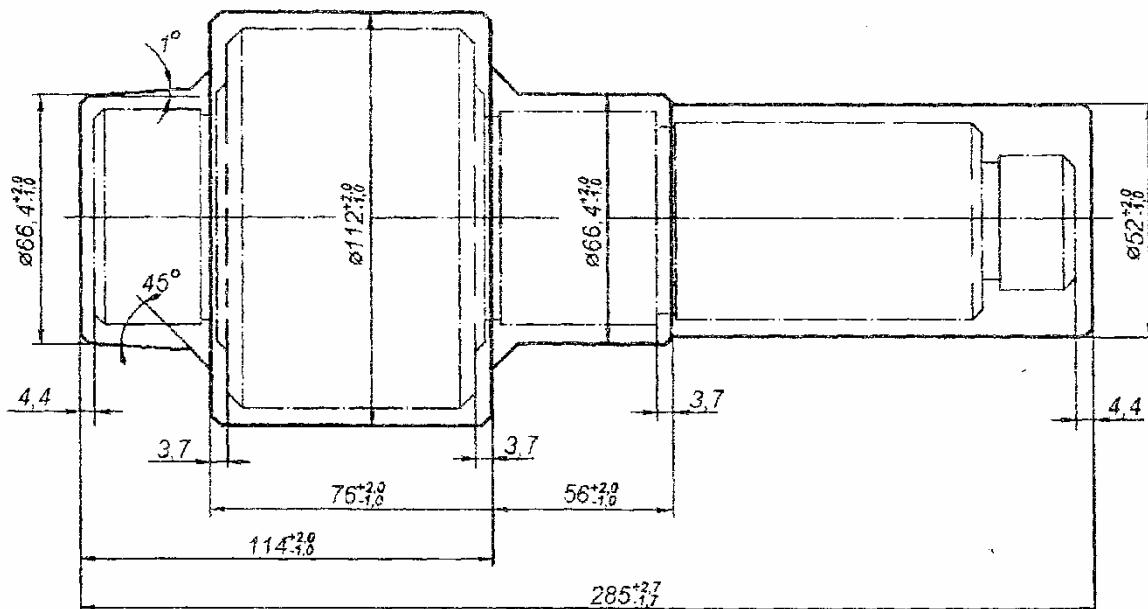


Рисунок 4.- Заготовка шестерни ведущей (Рисунок 3) с начисленными припусками

Таблица 8.- Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности шестерни ведущей (Рисунок3) по ГОСТу

Поверхность	Размер	Припуск		Допуск
		табличный	расчетный	
1,8	276	2·4,4	-	+2,7 -1,7
2,6	$\varnothing 60^{+0,03}_{+0,01}$	2·3,7	2·2,6	+2,0 -1,0
3,5	68,5	2·3,7	-	+2,0 -1,0
4	$\varnothing 105_{-0,23}$	2·3,7	-	+2,0 -1,0
7	$\varnothing 55^{-0,065}_{-0,105}$	2·3,7	-	+2,0 -1,0
9	55,5	3,7	-	+2,0 -1,0

По условию предыдущего примера маршрут обработки поверхности  $\varnothing 60_{+0,03}^{+0,01}$

шестерни ведущей

- точение черновое
- точение чистовое
- шлифовка предварительная
- шлифовка чистовая

Из таблицы Д2 (Приложение Д) определяем припуски на чистовое точение и шлифование

Точение чистовое  $z_{\text{чист}} = 6,4 \text{ мм (на сторону)}$

Шлифование предварительное  $z_{\text{шлиф.пред}} = 0,2 \text{ мм (на сторону)}$

Шлифование чистовое  $z_{\text{шлиф.чист}} = 0,1 \text{ мм (на сторону)}$

Общий припуск на сторону определяем по Таблице 6.  $z_{\text{общ}} = 3,7 \text{ мм (на сторону)}$

Рассчитываем величину припуска на черновую обработку

$$z_{\text{черн}} = z_{\text{общ}} - z_{\text{чист}} - z_{\text{шлиф.пред}} - z_{\text{шлиф.чист}} = 3,7 - 0,4 - 0,2 - 0,1 = 3 \text{ мм}$$

#### **4.6.3 Определение размеров заготовки, ее массы и нормы расхода материала на ее изготовление.**

Определение размеров заготовок связано с установлением предельных промежуточных и исходных их размеров (припусков и допусков  $n7a$  обработку). Правильный расчет размеров заготовок- основная задача при разработке технологического процесса, так как от этого зависит расход метала (материалов), себестоимость, качество и долговечность детали Эти размеры необходимы так же для конструирования штампов, пресс-форм, моделей, стержневых ящиков, приспособлений, специальных режущих и измерительных инструментов, а так же для настройки металлорежущих станков и другого технологического оборудования.

По известным размерам поковки можно определить его массу. Она равна произведению объема заготовки для поковки на плотность метала. При сложной

конфигурации поковки для определения объема ее разделяют на отдельные простейшие объемы, а затем суммируют найденные значения.

Объем заготовок простейших профилей рассчитывают также по следующим формулам: круглое сечение  $V = 0.78d^2l$ , квадратное сечение  $V = a^2l$ , квадратное сечение с закругленными углами  $V = (a^2 - 0.86r^2)l$ , прямоугольное сечение  $V = d \cdot e \cdot l$ , шестигранное сечение  $V = 0.87C^2l$ , кольцевое сечение  $V = 0.78(D^2 - d_1^2)l$

где:  $V$  – объем

$l$  – длина

$d$  – диаметр

$a$  – сторона

$r$  – радиус

$C$  – диаметр вписаного в шестигранник круга

$b, e$  – стороны прямоугольника

$D, d_1$  – диаметры внешней и внутренней окружности кольцевого сечения.

Для некоторых классов деталей массу поковки  $G_n$  можно определить по следующей зависимости

$$G_n = G_\delta \cdot K_{\text{прп}} \quad (6)$$

где  $G_\delta$  - масса детали, кг

$K_{\text{прп}}$  - коэффициент, учитывающий массу припуск

Для поковок: типа тел вращения,  $K_{\text{прп}}$  принимают равным

шестерни  $K_{\text{прп}} = 1,30$

фланцы  $K_{\text{прп}} = 1,48$

с удлиненной осью,  $K_{\text{прп}}$  принимают равным

рычаги  $K_{\text{прп}} = 1,34$

вилки, валы  $K_{\text{прп}} = 1,37$

кулачки  $K_{\text{прп}} = 1,60$

Массу поковки  $G_n^*$  когда размеры заготовки на эскизе поковки определены, уточнить по формуле

$$G_n^* = V_n \cdot \gamma \quad (7)$$

$V_n$  -объем поковки, см<sup>3</sup>

$\gamma$  - плотность материала, г/см<sup>3</sup> (сталь  $\gamma=7,8$  г/см<sup>3</sup>, чугун  $\gamma=7,1$  г/см<sup>3</sup>, латунь  $\gamma=8,4$  г/см<sup>3</sup>, медь  $\gamma=8,6$  г/см<sup>3</sup>, алюминий  $\gamma=2,6$  г/см<sup>3</sup>).

Расход материала для изготовления поковки  $G_{мет, кг}$  определяется по формуле

$$G_{мет} = G_n^* \cdot K_{отх} \quad (8)$$

где  $K_{отх}$  - коэффициент учитывающий расход материала на угар, облой.

Для поковки: типа тел вращения,  $K_{отх}$  принимают равным:

шестерни  $K_{отх} = 1,18$

фланцы  $K_{отх} = 1,22$

с удлиненной осью,  $K_{отх}$  принимают равным

рычаги  $K_{отх} = 1,15$

вилки, валы  $K_{отх} = 1,34$

кулачки, цапфы  $K_{отх} = 1,15$

#### 4.7 Построение операций механической обработки детали

Для проектирования отдельной операции должны быть проработаны: маршрут обработки заготовки (см. раздел 4.5.2), схема ее базирования и закрепления (4.4), какие поверхности и с какой точностью нужно обработать, какие поверхности и с какой точностью были обработаны на предшествующих операциях (4.5.1 и Приложение Г, таблицы Г.1 и Г.2) и припуск на обработку (4.6).

При проектировании операции они расчленяются на переходы и установы (Приложение К, рисунок К.4) и устанавливается их последовательность и возможности совмещения во времени; окончательно выбирают оборудование, инструменты и приспособления, рассчитывают (назначают режимы резания,

определяет нормы времени; на наиболее сложные переходы (операции) составляют схему наладки и операционные эскизы (приложение...).

#### 4.8 Расчет режимов резания механической операции

При расчете (назначении) элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размер инструмента, материала его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима устанавливают в порядке  $t \rightarrow S \rightarrow V \rightarrow T \rightarrow P \rightarrow N$

где  $t$  – глубина резания, назначают равную припуску перехода (см. раздел 4.6.).

$S$  – подача, выбирают максимально возможную исходя из жесткости системы, СПИД, обрабатываемого материала, диаметра обработки, а при чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности. (/5/ таблицы Л11-Л16 стр 259-266)

$V$  – скорость резания (м/мин), рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют

$$V = \frac{C_v \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \text{ м/мин} \text{ общий вид}$$

(9)

Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания учитывают конкретные значения глубины резания ( $t$ ), подачи ( $S$ ) и стойкости резца ( $T$ ). Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени  $x, y, m$  в зависимости от материала резца и материала заготовки при принятой переходной стойкости ( $T=60 \div 120$  мин) инструмента (/6/, таблицы Л17 стр. 366-368).

$T$  – стойкость резца, период нормальной работы до затупления. Для практических расчетов стойкость резца при одноинструментной обработке принимают 60, 90, 120 мин.  $K_V$  – поправочный коэффициент, определяется:

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала (/6/ таблицы Л1-Л4 стр. 252-255)

$K_{nv}$  - коэффициент учитывающий влияние состояния поверхности заготовки (/6/ таблица Л5 стр. 256)

$K_{lv}$  - коэффициент учитывающий влияние инструмента (/6/ таблица 6 стр. 256)

$P$  – сила резания. Под слой резания обычно подразумевают ее главную составляющую  $P_z$ , определяющую расходуемую на резания мощность  $N$ , и крутящий момент на шпинделе станка. Величину  $P_z$  рассчитывают по эмпирической формуле,  $P_z = 10c_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V_D^n \cdot k_{mp}$ . Постоянные величины  $c_p$  и показатели  $x, y, n$  для конкретных условий приведены в таблице (/5/ таблица Л22 стр. 273-276).  $k_p$  - поправочный коэффициент приведенный в таблице (/6/ таблица Л25 стр. 277).

Расходуемое на резание мощность  $N$  (или крутящий момент на шпинделе станка  $M_{кр}$ ) как правило, рассчитывается на черновые операции по формулам:

для точения и фрезерования

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт} \quad (10)$$

для сверления (рассверления)

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ кВт} \quad (11)$$

Расчет (выбор) режимов резания при механической обработке по видам обработки приведены (/5/ стр. 181-183; /6/ таблицы Л1-16; таблицы Л10; Л22; Л25-Л32 стр. 252-286)

Пример Рассчитать режимы обработки перехода чистового точения вала по условиям примера 4.6.1 ( $\phi 60 \text{ м6}$ ,  $R_a - 1,25$ , сталь 45,  $\sigma_t = 600$  МПа, штамповка).

Решение Выбираем стойкость резца – Т-90 мин, материал резца – Т 15К6, базацентрированное отверстие, точность обработки  $10^{\text{й}}$  квалитет чистота обработки  $R_a-6,3$ , (припуск на обработки – 0,21 мм (см. карту расчета припусков), диаметр заготовки после чернового перехода – 61,3 мм (см. карту расчета припусков таблица 5).

1 Глубина резания  $t = \frac{61,3 - 60,41}{2} = 0,45$



2 Подача  $S = 0,5 \text{ мм/об}$  (при  $R_a = 6,3$  и  $z = 0,8$  (/6/ таблица Л.14 стр.264))

3 Скорость резания  $V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{35,0}{90^{0,20} \cdot 0,45^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1 = 163 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$

32 Находим по таблицам значения:

$C_v = 350, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35$  (/6/, таблица Л17 стр. 266)

$K_V = 1$  (/6/ таблицы Л1; Л2; Л5; Л6 стр. 252-257)

Частота вращения при  $V = 163 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 163}{\pi \cdot 61} = 850 \text{ мин}^{-1}$$

Значение  $n$  корректируем по паспортным данным станка и пересчитываем фактическую скорость резания.

4 Сила резания  $P_z$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_D^L \cdot K_{MP} = 10 \cdot 300 \cdot 0,45^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 163^{-0,15} \cdot \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 524,8$$

Находим по табличным значениям

$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, L = 0,315$  (/6/, таблица Л 22 стр. 258)

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta_b}{756}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} \quad (/6/ \text{ таблица Л9 стр. 258})$$

$K_P$  (/1/, т. 2, стр. 261-263)

5 Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020,60} = \frac{524,8 \cdot 163}{1020 \cdot 60} = 1,40 \text{ кВт}$$

Мощность резания не должна превышать мощности, указанной в паспорте станка.

## 4.9 Техническое нормирование

Под технической нормой времени понимают время (в минутах или долях минуты), затрачиваемое на выполнение данной операции (перехода) при определенных организационно-технических условиях. Норма времени на выполнение одной операции (перехода) –  $t_{ум}$ , штучное время состоит из следующих основных частей:

$t_o$  – основного или технологического времени

$t_{всп}$  – вспомогательного времени

$t_{обс}$  – времени на обслуживание рабочего места

$t_{отд}$  – времени на отдых

$$t_{ум} = t_o + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (12)$$

Основное (технологическое) время учитывает изменения формы, размера, свойства заготовки в процессе их обработки и рассчитывается по формуле

$$t_o = \frac{L_i}{S \cdot n} \text{ мин}, \quad (13)$$

где  $L$  – расчетная длина перемещения инструмента, мм

$i$  – число рабочих ходов на данном переходе

$S$  – подача, мм/об

$n$  – число оборотов (инструмента, детали), мин<sup>-1</sup>

Расчетная длина перемещения инструмента получают суммированием длины обрабатываемой поверхности ( $l_o$ ), длины врезания ( $l_e$ ) и прохода ( $l_n$ ) режущего инструмента.

$$L = l_o + l_e + l_n, \text{ мм} \quad (14)$$

Схема расчета основного времени и определения расчетной длины перемещения инструмента на основные виды механической обработки приведены в приложении.

Сумма основного (технологического) и вспомогательного времени называется оперативным

$$t_{он} = t_o + t_{всп} \text{ мин},$$

где доля вспомогательного времени зависят от многих факторов. Для одноинструментной обработки с ручным подводом инструмента приближенно принимается  $t_g = 0,75t_o$ , тогда оперативное время составляет  $t_{on} = 1,75t_o$

Время на обслуживание ( $t_{обс}$ ) и отдыха ( $t_{отд}$ ) нормируется по отношению к оперативному времени. Для вышеуказанном условии

$$t_{обс} = (0,04 \div 0,10)t_{on}$$

$$t_{отд} = (0,02 \div 0,03)t_{on}$$

Пример Определить нормы времени для выполнения предыдущей задачи если длина обрабатываемой поверхности  $l_o = 35$  мм.

Решение 1 Расчетная схема токарной обработки (Приложение Е, таблица Е.1). Подача  $S = 0,5$  мм/об, частота вращения –  $850 \text{ мин}^{-1}$ .

2 Расчетная формула

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \text{ мин}$$

принимаем  $i=1$ ,  $l_g=2$  мм,  $l_n=3$  мм.

Тогда  $L = l_o + l_g + l_n = 35 + 2 + 3 = 40$  мм

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{40 \cdot 1}{850 \cdot 0,5} = 0,09 \text{ мин}$$

3 Время на выполнение операции (перехода)

$$t_{шт} = t_o + t_g + t_{обс} + t_{отд}$$

Оперативное время

$$t_{опер} = t_o + 0,75 \cdot t_o = 0,09 + 0,75 \cdot 0,09 = 0,16 \text{ мин}$$

Время на обслуживание и отдых

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,16 = 0,01 \text{ мин}$$

$$t_{отд} = 0,03 \cdot 0,16 = 0,005 \text{ мин}$$

Определяем штучное время

$$t_{шт} = 0,16 + 0,01 + 0,05 = 0,22 \text{ мин}$$

## 4.10 Составление карты эскиза

Карта эскизов представляет собой графическое изображение выполнения наиболее характерных операций (перехода) с указанием: базирования и закрепления детали, направления основных рабочих движений детали и инструмента, размеров, получаемых на данном переходе; оборудования, приспособлений и инструментов, режимов резания и норм времени. Карта эскиза является как бы инструкцией по выполнению операции (перехода) на рабочих местах. В Приложении К (рисунок К.5) приведен пример карты эскиза по обработке детали

## 5 Контрольные вопросы

5.1 Дать определение припуска.

5.2 Поясните принцип классификации: операционный припуск, промежуточный припуск, общий припуск, односторонний припуск.

5.3 От каких факторов зависит величина припуска на обработку и допуска?

5.4 Назовите методы определения припуска на обработку.

5.5 Как определить размер заготовки с учетом предельных, промежуточных и исходных размеров (припусков и допусков на обработку)?

5.6 Какими общими правилами следует руководствоваться при составлении технологического маршрута обработки детали?

5.7 Исходные данные для проектирования технологического процесса.

5.8 В чем заключается технологический контроль рабочего чертежа детали?

5.9 Чем определяется выбор заготовки?

5.10 Дать определение базирования.

5.11 Дать определение конструкторской базы.

5.12 Дать определение технологической базы

5.13 Дать определение измерительной базы.

5.14 В чем заключается принцип совмещения баз?

5.15 Что такое черновая база?

5.16 Что такое чистовая база?

5.17 Чем объяснить последовательность технологических переходов: черновое точение, чистовое точение, чистовое шлифование?

5.18 Перечислите элементы режимов резания.

5.19 В каком порядке устанавливаются режимы резания?

5.20 Что понимается под технической нормой времени?

5.21 Из каких составных частей складывается штучное время?

5.22 Из чего складывается расчетная длина перемещения инструмента?

5.23 Для чего разрабатывается маршрутная карта?

5.24 С какой целью разрабатывается операционная карта?

5.25 Что изображается на карте эскизов?

## Список использованных источников

- 1 **Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1** / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.
- 2 **Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2** / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
- 3 **Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. Ч. 1** / под ред. В.Д. Мягкова. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1982. - 544 с.
- 4 **Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. Ч. 2** / под ред. В.Д. Мягкова. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1982. - 1032 с.
- 5 **Шахаев, Ж. А.** Курсовое проектирование по основам технологии производства автомобилей: учеб. пособие для вузов. В 2 ч. Ч. 1 / Ж. А. Шахаев, Е. В. Бондаренко. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2002. - 231 с. - ISBN 5-7410-0415-6
- 6 **Шахаев, Ж. А.** Курсовое проектирование по основам технологии производства автомобилей: учеб. пособие для вузов. В 2 ч. Ч.2 / Ж. А. Шахаев, Е. В. Бондаренко. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2002. - 455 с. - ISBN 5-7410-0415-6



**Приложение А**  
*(справочное)*

**Данные полей допусков и предельных отклонений**

Таблица А.1 – Поля допусков отверстий при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Квалитеты	Основные отклонения																
	A	B	C	D	E	F	G	H	J <sub>s</sub>	K	M	N	P	R	S	T	U
4								H4	J <sub>s</sub> 4								
5							G5	H5	J <sub>s</sub> 5	K5	M5	N5					
6							G6	H6	J <sub>s</sub> 6	K6	M6	N6	P6				
7						F7	G7	H7	J <sub>s</sub> 7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	
8				D8	E8	F8		H8	J <sub>s</sub> 8	K8	M8	N8					U8
9				D9	E9	F9		H9	J <sub>s</sub> 9								
10				D10				H10	J <sub>s</sub> 10								
11	A11	B11	C11	D11				H11	J <sub>s</sub> 11								
12								H12	J <sub>s</sub> 12								





Таблица А.3 – Предельное отклонение предпочтительных полей допусков  
отверстия в зависимости от линейных размеров

Номинальные размеры, мм	Предпочтительные поля допусков и их предельные значения, мкм								
	H7	K7	N7	F7	F8	H8	E9	H9	H11
6-10	+15 0	+5 -10	-4 -19	+28 +13	+35 +13	+22 0	+61 +25	+36 0	+90 0
10-18	+18 0	+6 -12	-5 -23	+34 +16	+43 +16	+27 0	+75 +32	+43 0	+110 0
18-30	+21 0	+6 -15	-7 -28	+41 +20	+53 +20	+33 0	+92 +40	+52 0	+130 0
30-50	+25 0	+7 -18	-8 -33	+50 +25	+64 +25	+39 0	+112 +50	+62 0	+160 0
50-80	+30 0	+9 -21	-9 -39	+60 +30	+76 +30	+46 0	+134 +60	+74 0	+190 0
80-120	+35 0	+10 -25	-10 -45	+71 +36	+90 +36	+80 0	+159 +72	+87 0	+220 0
120-500	+63 0	+12 -45	-12 -80	+131 +36	+232 +36	+97 0	+290 +85	+155 0	+400 0

Таблица А.4 – Предельное отклонение предпочтительных полей допусков вала

Номинальные размеры, мм	Поля допусков и их предельное значение, мкм												
	n6	k6	m6	h6	p6	f7	h7	e8	h8	d9	h9	d11	h11
6-10	+19 +10	+10 +1	+15 +5	0 -9	+24 +15	-13 -28	0 -15	-25 -47	0 -22	-40 -76	0 -36	-40 -130	0 -90
10-18	+23 +12	+12 +1	+18 +7	0 -11	+29 +18	-16 -34	0 -18	-32 -59	0 -27	-50 -93	0 -43	-50 -160	0 -110
18-30	+28 +15	+15 +2	+21 +8	0 -13	+35 +22	-20 -41	0 -21	-40 -79	0 -33	-65 -117	0 -52	-65 -195	0 -130
30-50	+33 +17	+18 +2	+25 +9	0 -16	+42 +26	-25 -50	0 -25	-50 -89	0 -39	-80 -142	0 -62	-80 -240	0 -160
50-80	+34 +20	+21 +2	+30 +11	0 -19	+51 +32	-30 -60	0 -30	-60 -106	0 -46	-100 -174	0 -74	-100 -290	0 -190
80-120	+45 +23	+25 +3	+35 +13	0 -22	+54 +37	-72 -107	0 -35	-72 -126	0 -54	-120 -207	0 -87	-120 -340	0 -220
120-500	+80 +27	+45 +5	+45 +23	0 -40	+108 +64	-85 -198	0 -63	-85 -232	0 -97	-145 -385	0 -155	-145 -880	0 -400

## Приложение Б (справочное)

### Установка детали при механической обработке

Таблица Б.1 – Обозначение опоры, зажимов и установочных устройств










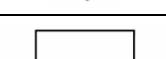

	Наименование	Обозначение			Наименование	Обозначение
Опоры	Неподвижная		Установочные устройства	Центры	Неподвижный	
	Подвижная				Вращающийся	
	Плавающая				Плавающий	
	Регулируемая				Оправка	Цилиндрическая (цинковая)
Зажимы	Одиночный			Шариковая		
	Двойной			Патрон поводковый		

Таблица Б.2 – Примеры схем установок изделий

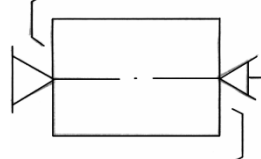
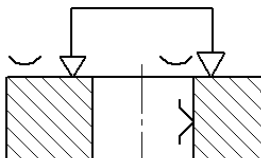
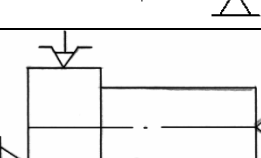
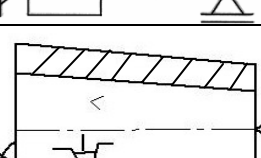
Установка	Схема
В тисках с призматическими губками и пневматическим зажимом	
В кондукторе с центрованием на цилиндрический палец, с упором на три неподвижные опоры и с применением устройства двойного зажима	
В трехлачковом патронесс механическим устройством зажима, с упором в торец, с поджимом вращающимся центром и с креплением в подвижном люнете (опоре)	
На конической оправке с гидравлическим устройством зажима, с упором в торец, на рифленую поверхность и поджимом вращающимся центром	

Таблица Б.3 - Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств на схемах

Наименование	Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств	Наименование	Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств
1 Центр неподвижный (гладкий)		9 Оправка цилиндрическая	
2 Центр рифленный		10 Оправка коническая роликовая	
3 Центр плавающий		11 Оправка резьбовая цилиндрическая с наружной резьбой	
4 Центр вращающийся		12 Оправка шлицевая	
5 Центр обратный вращающийся с рифленной поверхностью		13 Оправка цанговая	
6 Патрон поводковый		14 Оправка регулируемая с цилиндрической рабочей поверхностью	
7 Люнет подвижной		15 Зажим пневматический с цилиндрической рифленной рабочей поверхностью	
8 Люнет неподвижный			

## Приложение В (справочное)

### Технологическое обеспечение шероховатости обработки

Таблица В.1 – Технологическое обеспечение шероховатости обработки ( $R_a$ , мкм) (сталь 45, нормализованное)

$\varnothing_{\text{нар}}$		$\varnothing_{\text{внут}}$		Плоские поверхности							
Вид обработки	$R_a$	Вид обработки	$R_a$	Вид обработки	$R_a$						
Токарное обтачивание	черновое	Сверление (рассверление)	3,2-12,5	Строгание	6,3-50						
	чистовое					Зенкерование	3,2-6,3	1,0-6,3			
	тонкое	зерновое	1,25-3,2	Точение торцевое	25-50						
Шлифование	1,0-2,5	Развертывание	1,25-2,5	чистовое	1,6-6,3						
	0,2-1,25					черновое	0,63-1,25	Фрезерование торцевое	3,2-12,5		
	0,05-0,25					чистовое	0,32-0,62			тонкое	1-4
Полирование	0,008-0,08	Протягивание	1,25-3,2	тонкое	0,32-1,25						
Притирка	0,01-0,11					черновое	Фрезерование цилиндрическое	3,2-12,5			
Обкатывание и выглаживание	0,03-2,0	Растягивание (токарное)	0,32-1,25	чистовое	0,8-3,2						
						Шлифование	6,3-12,5	тонкое	0,2-0,8	Шлифование	1,6-4,0
		чистовое	0,32-1,6	тонкое	0,08-0,32	чистовое	0,08-0,32				
		отделочное	0,08-0,32	Хонингование	0,25-1,25	тонкое	0,04-0,25				
		Шабрение	0,1-6,3								
		чистовое	0,25-1,25	Притирка	0,02-0,16	Виброподирование	0,03-0,32				
		тонкое	0,04-0,25					Раскатывание и выглаживание	0,05-2,0	Притирка	0,02-0,1
		Притирка	0,02-0,16								
		Раскатывание и выглаживание	0,05-2,0								

## Приложение Г (справочное)

### Точность и качество поверхности при обработке

Таблица Г.1 – Точность и качество поверхности при обработке наружного диаметра

	$R_a$	Квалитет точности	Допуски (мкм) при номинальном размере (мм)					
			до 10	20	30	50	100	до 500
<b>Обтачивание</b>								
черновое	6,3-50	12-14	150	180	210	250	350	600
получистовое	1,6-25	11-13	90	110	130	160	220	400
чистовое	0,4-6,3	8-10	22	27	33	39	60	100
тонкое	0,2-1,6	6-9	9	11	13	22	25	40
<b>Шлифование</b>								
предварительное	0,4-6,3	8-9	22	27	33	39	60	100
чистовое	0,2-3,2	6-7	9	11	13	22	25	40
тонкое	0,1-1,6	5-6	6	8	9	11	15	30
<b>Притирка</b>	0,1-0,8	4-5	4	5	6	7	8	20
<b>Обкатывание и выглаживание</b>	0,1-0,8	5-10	5-40	8-70	9-84	11-100	15-140	25-200

Таблица Г.2 – Точность и качество поверхности при обработке внутреннего диаметра

	$R_a$	Квалитет точности	Допуск (мкм) при номинальном размере (мм)					
			до 10	20	30	50	100	до 500
Сверление (рассверление)	0,8-25	9-13	36	43	52	60		
Зенкерование								
черновое	6,3-25	12-13		180	210	250	350	
чистовое	0,4-6,3	8-9		27	33	39	57	
Развертка								
нормальная	0,8-12,5	10-11	58	70	84	100	140	160-230
точная	0,4-6,3	7-9	15	18	21	25	35	40-60
тонкая	0,1-3,2	5-6	6	8	9	11	15	18-25
Растачивание								
черновое	1,6-25	11-13	90	110	130	160	220	250-400
чистовое	0,4-6,3	8-10	22	27	33	39	57	60-100
тонкое	1,6-3,2	5-7	6	8	9	11	15	15-30
Шлифование								
предварительное	0,4-6,3	8-9		27	33	39	57	60-100
чистовое	0,2-3,2	6-7		11	13	16	22	25-40
тонкое	0,1-1,6	5		8	9	11	15	18-30
Притирка, хонингование	0,1-1,6	4-5	5	6	7	8	10	12-20
Раскатывание, калибровка, выглаживание	0,1-6,3	5-10	6-50	9-70	9-90	13-120	15-140	20-200



## Приложение Д (справочное)

### Ориентировочное значение припусков

Таблица Д.1 – Ориентировочное значение припусков на остальные виды заготовок, мм (на сторону)

Вид заготовки	Материал	Толщина дефектного слоя	Общий припуск
Прокат	сталь	0,5	1...2
Поковка на молотах	сталь углеродистая	1,5...3	2...4
	сталь легированная	2...3	3...5
Литье	чугун серый	1...4	2...5
	чугун ковкий	1...2	2...4
	сталь	2...4	3...6
	бронза	1...3	2...4

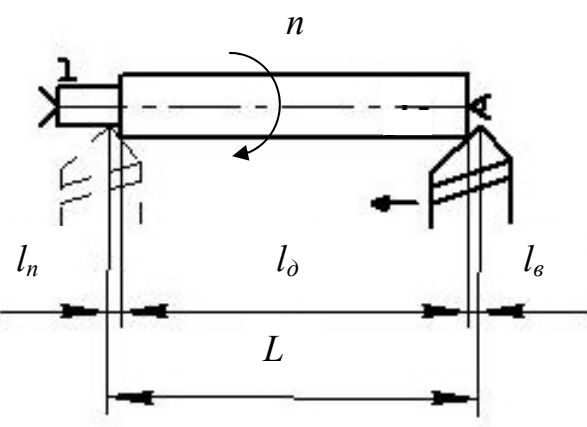
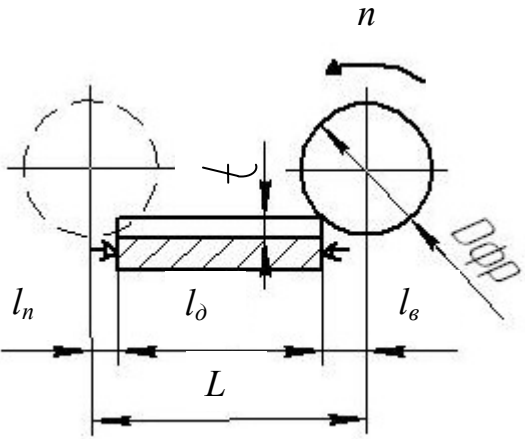
Таблица Д.2 – Ориентировочные значения припусков на чистовые и отделочные операции, мм (на сторону)

Вид обработки	Припуск, мм
Чистовое обтачивание	0,4...0,8
Отделочное обтачивание	0,15...0,25
Фрезерование	0,4...0,8
Шлифование чистовое	0,1...0,2
Шлифование отделочное	0,05...0,1
Хонингование	0,04...0,06

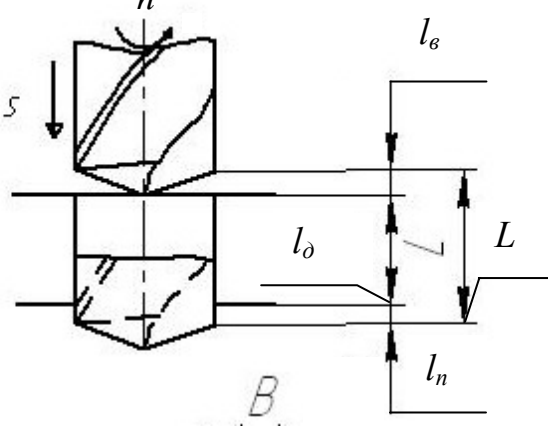
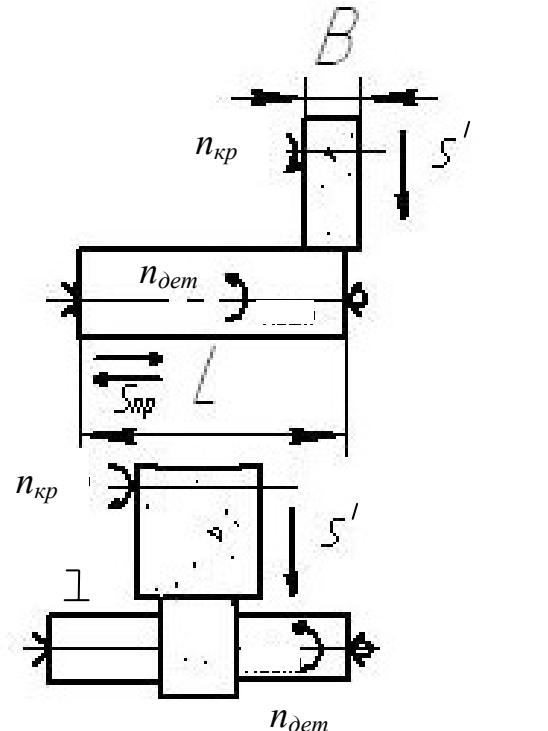
## Приложение Е (справочное)

### Схема расчета основного времени

Таблица Е.1 – Схема расчета основного времени при различных методах обработки

Расчетные формулы и справочные данные	Схема расчета
1	2
<p style="text-align: center;"><u>Токарная обработка</u></p> $t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad \text{мин}$ $L = l_\partial + l_\epsilon + l_n, \quad \text{мм}$ <p>где <math>L</math> – длина расчетная, мм  <math>l_\partial</math> – длина обрабатываемая, мм  <math>l_\epsilon</math> – длина врезания, (1÷3) мм  <math>l_n</math> – длина прохода, (2÷4) мм  <math>i</math> – число проходов (1, 2, 3...)  <math>n</math> – частота вращения, мин<sup>-1</sup>  <math>S</math> – подача, мм/об</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Фрезерование</u></p> $t_o = \frac{L \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n}, \quad \text{мин}$ <p>где <math>L</math> – длина расчетная, мм  <math>i</math> – число проходов (1, 2, 3...)  <math>S_z</math> – подача на зуб, мм  <math>z</math> – число зубьев  <math>n</math> – частота вращения фрезы, мин<sup>-1</sup></p> $L = l_\partial + l_\epsilon + l_n, \quad \text{мм}$ <p><math>l_\partial</math> – длина обрабатываемая, мм  <math>l_\epsilon</math> – длина врезания, мм</p> $l_\epsilon = \sqrt{t \cdot (D - t)}, \quad \text{мм}$ <p><math>t</math> – глубина фрезерования  <math>D</math> – диаметр фрезы  <math>l_n</math> – 2÷5 мм в зависимости от диаметра фрезы</p>	

Продолжение таблицы Е.1

<p>Сверление</p> $t_o = \frac{L}{n \cdot S}, \quad \text{мин}$ <p>где <math>n</math> – частота вращения сверла, <math>\text{мин}^{-1}</math>  <math>S</math> – подача сверла, <math>\text{мм/об}</math>  <math>L = l_\partial + l_\epsilon + l_n</math>, <math>\text{мм}</math>  <math>l_\partial</math> – длина отверстия, <math>\text{мм}</math>  <math>l_\epsilon = 0,3 \text{ мм}</math> – диаметр сверла  <math>l_n = 1 \div 3 \text{ мм}</math> – в зависимости от диаметра сверла</p>	
<p>Шлифование</p> <p>а) продольной подачей</p> $t_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot \frac{z_i}{S'} \cdot K, \quad \text{мин}$ <p>где <math>L</math> – длина обработки детали, <math>\text{мм}</math>  <math>n_{\text{дет}}</math> – частота вращения детали, <math>\text{мин}^{-1}</math>  <math>S_{\text{пр}}</math> – продольная подача  <math>(0,2 \div 0,4)B</math> – для чугуна  <math>(0,25 \div 0,3)B</math> – для стали  <math>B</math> – ширина круга, <math>\text{мм}</math>  <math>z_i</math> – припуск на обработку, <math>\text{мм}</math>  <math>S'</math> – поперечная подача, <math>\text{мм}</math>  <math>K = 1,1 \div 1,7</math> – коэффициент, учитывающий качество обработки</p> <p>б) шлифование врезанием (поперечной подачей)</p> $t_o = \frac{z_i}{n \cdot S'} \cdot K, \quad \text{мин}$	

## Приложение Ж (справочное)

### Допуски форм поверхностей и обозначение их отклонений




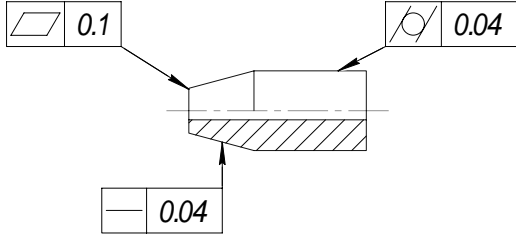




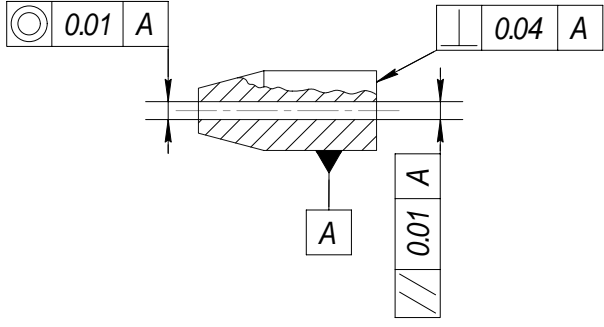



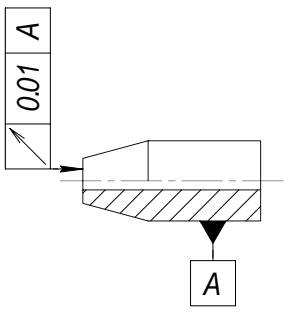
Таблица Ж.1 – Допуски формы (мкм) цилиндрических поверхностей ( $\text{○}$  – цилиндричности,  $\text{○}$  – круглости) в зависимости от качества допуска на размер наружного и внутреннего диаметра в мм.

Размер, мм	качества							
	4	5	6	7	8	9	10	11...14
до 10	0,4	1,6	2,0	4,0	6,0	10,0	16,0	25...50
до 20	0,5	2,0	2,5	5,0	8,0	12,0	20,0	30...70
до 30	0,6	2,5	3,0	6,0	10,0	16,0	25,0	40...90
до 50	0,8	3,0	4,0	8,0	12,0	20,0	30,0	50...120
до 100	1,0	4,0	5,0	10,0	16,0	25,0	40,0	60...150
до 500	1,6	6,0	10,0	16,0	25,0	30,0	60,0	100...400

Таблица Ж.2 – Допуски (мкм) прямолинейности (-), плоскостности ( $\text{□}$ ) и параллельности ( $\text{//}$ ) в зависимости от качества допуска на размер в мм.

Размер, мм	качества							
	4	5	6	7	8	9	10	11...14
до 10	2,5	2,5	5	8	12	20	30	40...80
до 20	3	3	6	10	16	25	40	50...100
до 30	4	4	8	12	20	30	50	60...120
до 50	4	4	10	16	25	40	60	80...150
до 100	6	6	12	20	30	50	80	120...200
до 500	10	12	20	30	50	80	120	200...400

Таблица Ж.3 – Отклонения и обозначения видов допусков

Группы отклонений	Виды отклонений	Знак	Примеры указания на чертежах допусков отклонений
Отклонения формы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– прямолинейности</li> <li>– плоскостности</li> <li>– круглости</li> <li>– цилиндричности</li> <li>профиля продольного сечения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> <li></li> <li></li> <li></li> </ul>	
Взаимное расположение	<ul style="list-style-type: none"> <li>– параллельности</li> <li>–перпендикулярности</li> <li>– наклона</li> <li>– соосности</li> <li>– симметричности</li> <li>пересечения осей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> <li></li> <li></li> <li></li> <li></li> </ul>	
Суммарное отклонение	<ul style="list-style-type: none"> <li>– радиальное и торцевое биение</li> <li>– полное радиальное и торцевое биение</li> <li>– допуск формы заданного профиля</li> <li>– допуск формы заданной поверхности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> <li></li> <li></li> <li></li> </ul>	

**Приложение И**  
*(справочное)*

**Параметры шероховатости в зависимости от качества**

Таблица И.1 – Параметр шероховатости ( $R_a$ , мкм) в зависимости от качества допуска на размер

Размер, мм	качества							
	4	5	6	7	8	9	10	11...14
до 20	0,2	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3...12,5
20...50	0,4	0,4	0,8	1,6	1,6	6,3	6,3	12,5...50
50...120	0,4	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3	6,3	12,5...50
120...500	0,4	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3	6,3	12,5...50

## Приложение К (справочное)

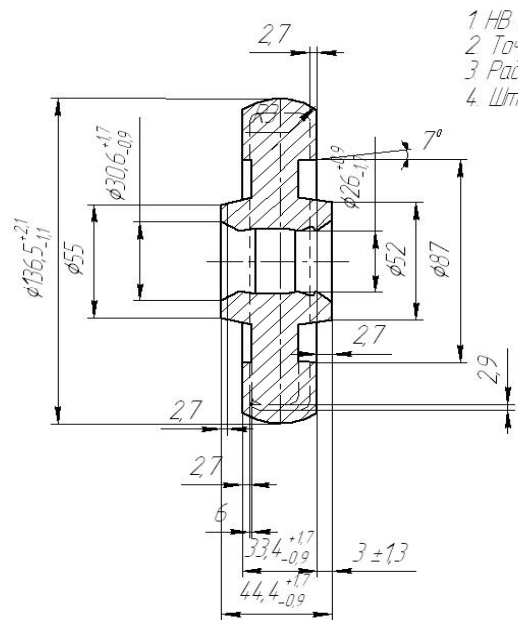
### Примеры оформления чертежа заготовки и технологических карт.

Лист
Станд. №

Лист и дата
Лист №
Дата

Лист и дата
Лист №
Дата

Лист
№ докум.
Подп.
Дата
Исполн.
Дата



1 НВ 241.245  
 2 Точность изготовления 1 класс  
 3 Радиусы скругления R5 мм  
 4 Штамповочные уклоны 5°-7°

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Шестерня</b>			Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Штосев							II	3,6	11
Пров.	Штосев							Лист	Листов	
Т.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			ТФ Кафедра ТЭРА		
Исполн.					Копировал			Формат А3		
Дата										

Рисунок К.1 – Пример оформления черновой заготовки (шестерни)

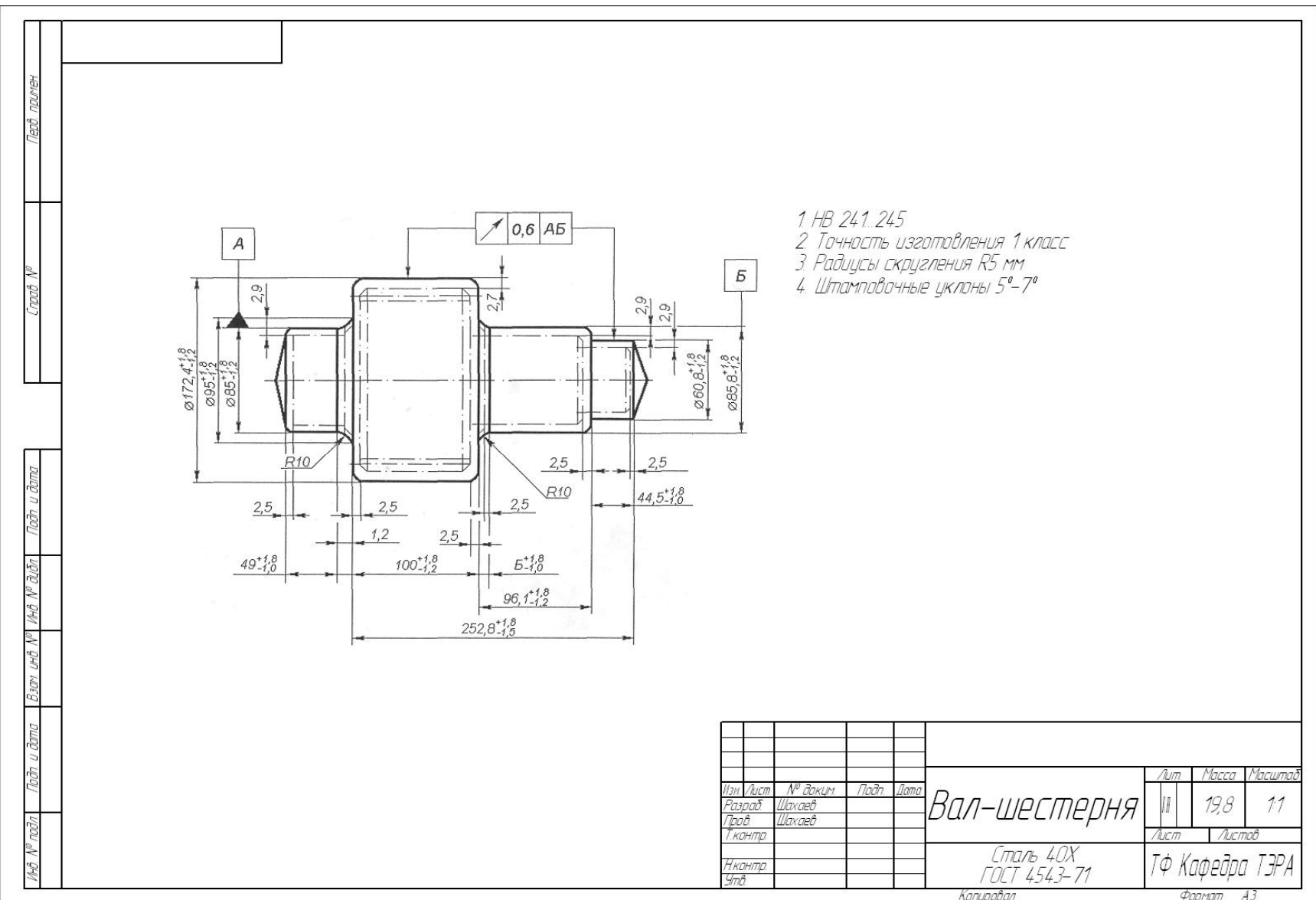


Рисунок К.2 – Пример оформления чертежа заготовки (вала-шестерни)



ГОСТ 3.1118 - 82. Форма 1																		
Разраб.				ОГУ		АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ		ХХХХХ.ХХХХХХХХХХ		460352								
Проверил		Шахаев Ж.А.		Кафедра ТЭРА														
Н.контр.		Блинова Л.Н.				Шток		КП										
M01		Круг В22 ГОСТ 2590 -71/45 ГОСТ 1050 - 88																
M02		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Ков.загот.	Профиль и размеры		КД	МЗ						
		ХХХХХХ.ХХХХХ	166	2,984	1	0,89	0,89	ХХХХХХ.ХХХХХ	Круг 22 x 125		1	3,150						
А		Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции												
Б		Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>шт</sub>	T <sub>нз</sub>	T <sub>шт</sub>
A03		01	02	-	005	XXXX	Отрезная	80040	25006	01551	ИОТ №132-81							
B04		381765.XXXX	8A641			2	16869	211	1P	1	1	1	100	1	0,24	0,68		
O05		Отрезать заготовку L = 125 ± 0,5																
T06		АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ тиски; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ пила, <input type="checkbox"/> ХХХХХХ.ХХХ шаблон																
07																		
A08		12	01	-	010	XXXX	Токарная	<input type="checkbox"/>	25140	00145,	ИОТ № 101-81							
B09		АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	1K62			2	XXXXXX	XXX	XXXX	1	1	1	100	1	0,46	1,64		
O10		Точить поверхность с подрезкой торца, выдерживая размеры 20 <sub>-0,23</sub> ; 15 <sub>-0,74</sub> ; 40±0,2; 122±0,6																
T11		АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ резец подрезной; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ скоба; ШЦ II - 250 0,05																
12																		
A13		12	01	-	015	XXXX	Токарная	<input type="checkbox"/>	25140	00145,	ИОТ № 101-81							
B14		АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	1K62			2	XXXXXX	XXX	XXXX	1	1	1	100	1	0,52	1,44		
O15		Точить поверхность с подрезкой торца, выдерживая D = 22 <sub>-0,28</sub> и L = 120 <sub>-0,72</sub>																
T16		АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ резец подрезной; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ скоба; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ шаблон																
МК		Маршрутная карта																

Рисунок К.3 – Пример оформления маршрутной карты

ГОСТ 3.1404-86. Форма 3

										2	1	
Разраб.	Иванов К.Н.			ГОУ ВПО ОГУ Кафедра ТЭРА	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ		ХХХХХХ.ХХХХХХ		460352			
Проверил	Шахеев Ж.А.											
Н.контр.	Блинова Л.Н.			Шпиндель					КП	01	03	020
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Токарная		Сталь 20Х ГОСТ 4543-71			—	166	2,3	—			2,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			T <sub>с</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>				
16K20		—			5,5	2,09	2,16	5,36		СОЖ		
D	ПИ		D или B		L	t	i	S	p	v		
OØ1	1 Обточить поверхности 3(45. <sub>0,2</sub> ); 4(60+0,2); 1x45°										0,58	0,1
TØ2	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ резец Т15К6; ШЦ - II - 250 - 0,1											
PØ3	—		45	60	0,5	1	0,1	630	12,6			
OØ4	2 Сверлить отверстие 2(Ø20 <sup>+1,0</sup> ); 5(138,5±0,5)											2,0
TØ5	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ втулка; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ сверло Ø20; ШЦ- I - 125 - 0,1											
PØ6	—		20	146	—	1	0,25	275	18			
OØ7	3 Рассверлить отверстие 2(Ø37 <sup>+0,6</sup> ); 5(138±0,5)											2,2
TØ8	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ сверло Ø37; ШЦ- I - 125 - 0,1											
Ø9	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ штанген-глубиномер											
P10	—		37	138,5	8,5	1	0,5	136	16			
O11	4 Сверлить отверстие 1(Ø17 <sup>+0,4</sup> )											1,2
T12	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ втулка; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ сверло Ø17; ШЦ- I - 125 - 0,1											
P13	—		17	76	8,5	1	0,17	385	21			
OK	Операционная карта											

Рисунок К.4 – Пример оформления операционной карты без эскиза

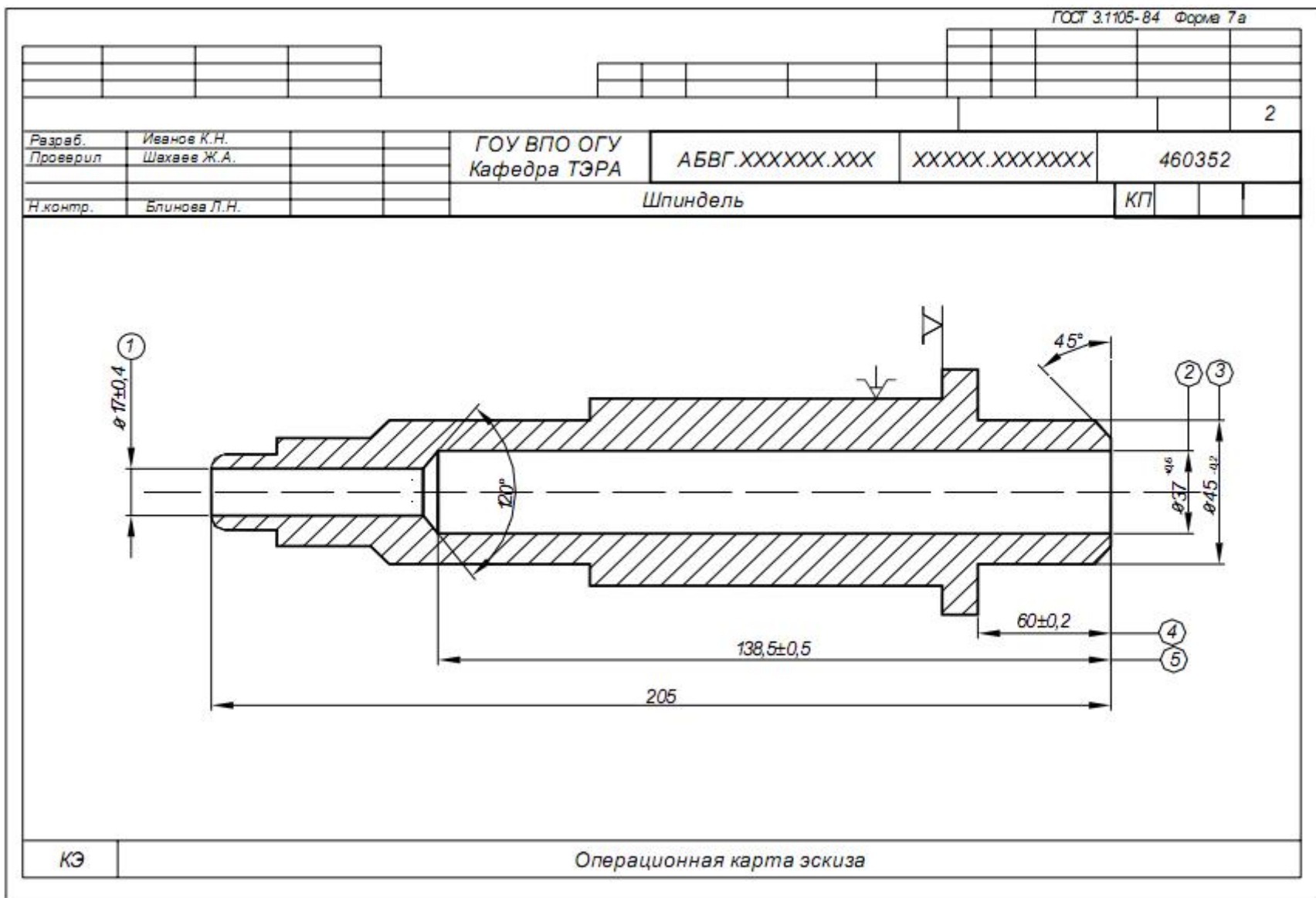


Рисунок К.5 – Пример оформления карты эскизов

