

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Масалов Владимир Николаевич
Должность: ректор
Дата подписания: 16.07.2022 22:33:35
Уникальный программный ключ:
f31e6db16690784ab6b50c564da26971fd3454fc

**МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОГО ЗАЩИТЫ
РЕСПУБЛИКИ ЧЕЧЕНСКО-ИНГУШСКОГО НАРОДА
И ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УПРАВЛЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ ЧЕЧЕНСКО-ИНГУШСКОГО НАРОДА**

Информация

**Основы технологии производства и ремонта автомобилей; методические
указания по выполнению практических работ по дисциплине**

И. А. Масалов

Содержание

Введение.....	4
1 Общие сведения о проведении лабораторных работ	5
2 Исходные данные и основные этапы проектирования технологического процесса механической обработки детали	6
3 Анализ исходных данных и технологический контроль чертежа	6
4 Выбор заготовки.....	7
5 Выбор технологических баз.....	10
6 Проектирование технологического процесса механической обработки детали	12
6.1 Установление маршрута обработки отдельных поверхностей (план операции).....	12
6.2 Составление маршрута обработки детали	13
7 Выбор (расчет) припусков на обработку	14
7.1 Порядок расчета припусков расчетно-аналитическим методом	15
- после предварительного шлифования	22
7.2 Порядок выбора припусков по опытно-статистическим данным.....	24
7.2 Определение размеров заготовки, ее массы и нормы расхода материала на ее изготовление.....	28
8 Построение операций механической обработки детали	31
9 Расчет режимов резания механической операции.....	31
10 Техническое нормирование	35
11 Составление карты эскиза	37
12 Вопросы для контроля	37
Список использованных источников	39
Приложение А	41

Введение

В процессе эксплуатации автомобиля его надежность, заложенная при конструировании и производстве, снижается. Это является следствием изнашивания деталей, коррозии, усталости и старения материалов и других деструктивных процессов, происходящих в автомобиле. Деструктивные процессы вызывают различные неисправности и дефекты, устранение которых необходимо для поддержания машин в работоспособном состоянии. Это привело к тому, что параллельно с развитием технологии производства машин совершенствовались технология и организация их ремонта.

Основными задачами методических указаний являются: дать необходимые знания и навыки по технологии производства и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования.

1 Общие сведения о проведении лабораторных работ

Целью работы является 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.

Исходными данными для выполнения работы является рабочий чертеж детали, с указанием технических условий (ТУ) на изготовление и материал. Каждому студенту выдается один рабочий чертеж детали для выполнения лабораторных работ, на котором поставлен номер варианта. (Приложение Л).

Работа выполняется в следующем порядке [1]:

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

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

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).

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

5. Рассчитать режимы обработки переходов и определить штучное время по переходам. Заполнить операционную карту (Приложение К. Рисунок К.4).

6. 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.

7. Оформить карту эскиза (Приложение К, рисунок К.5).

2 Исходные данные и основные этапы проектирования технологического процесса механической обработки детали

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.

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.

3 Анализ исходных данных и технологический контроль чертежа

Этап предусматривает проверку правильности выполнения чертежа с точки зрения технолога-изготовителя.

При сопряжении точно обрабатываемых поверхностей (9-ый 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 лазов 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 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 горячее 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 процесса 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 холодноотянутую сталь, что значительно повышает точность поковки. Допуски и припуски на поковки, изготавливаемые на ГКМ, регламентируются ГОСТом.

На ГКМ изготавливаются следующие поковки (рисунок 1): конические шестерни с валом, цилиндрические шестерни с валом, кольца, втулки, шестерни, шестерни с фланцем, двухвенцовые шестерни, втулки с квадратным фланцем и т. д.

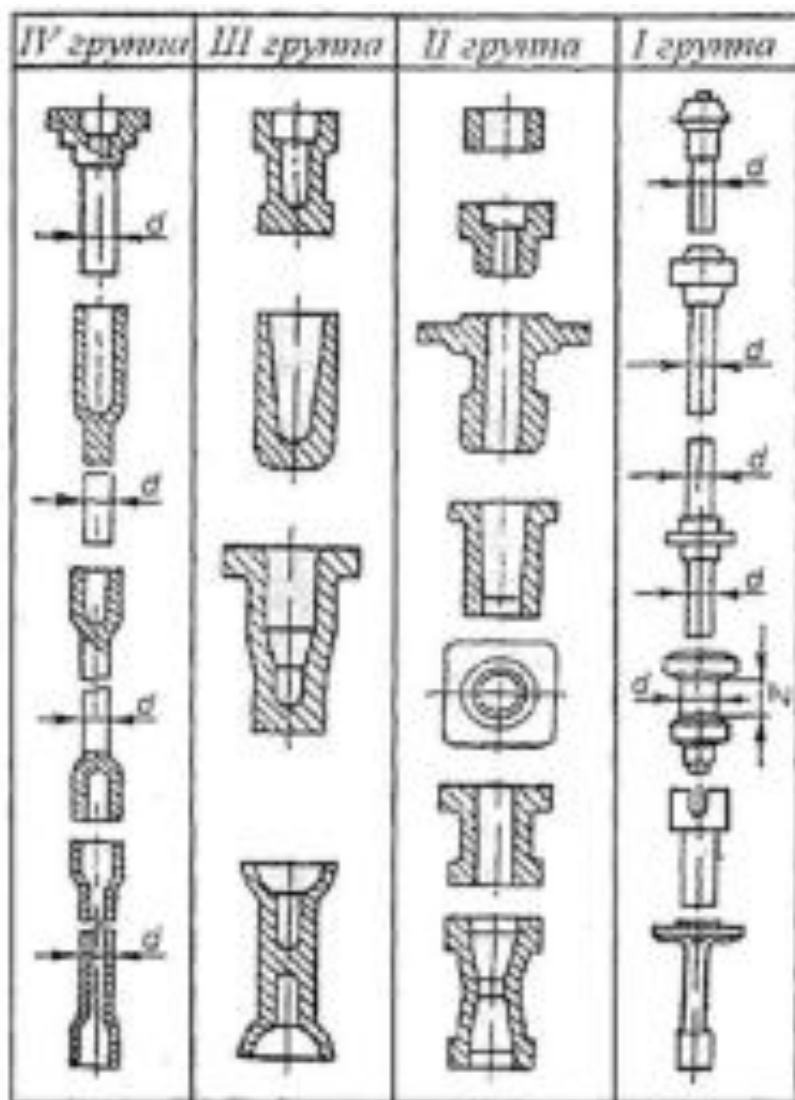


Рисунок 1 – Классификация поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах

В том случае когда поковку невозможно выполнил, на ГКМ необходимо проектировать штамповку на кривошипных прессах. На прессах можно штамповать детали весом до 200 кг типа плоских поковок (штампуемых 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).

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

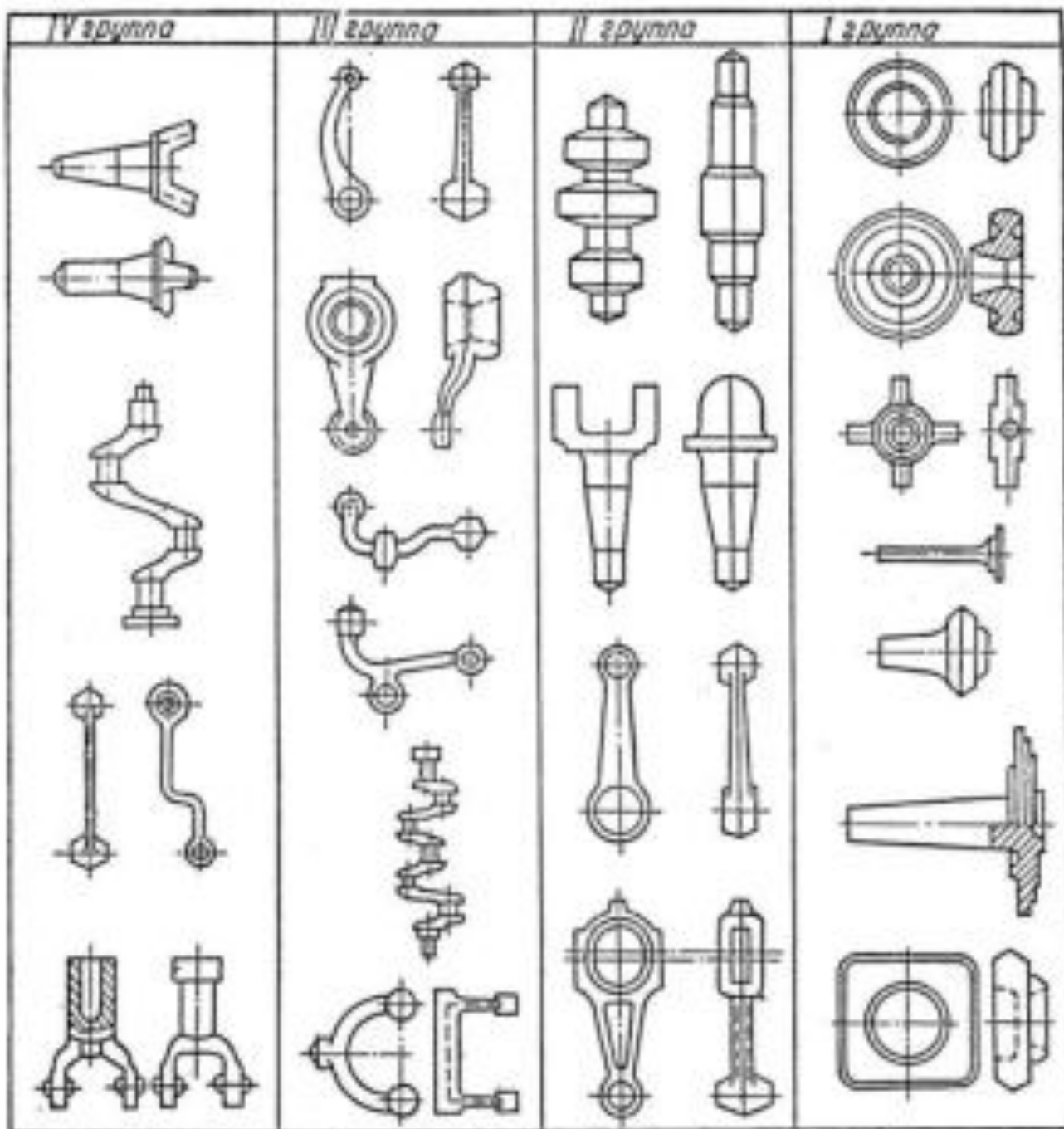


Рисунок 2 - Классификация поковок на молотах и горячештамповочных прессах

5 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 операции 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 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 установов приведены в приложении Б (таблицы Б.1; Б.2; Б.3).

6 Проектирование технологического процесса механической обработки детали

6.1 Установление маршрута обработки отдельных поверхностей (план операции)

Назначается (планируется) последовательный перечень технологических переходов, которые могут быть применены для достижения конечной точности и шероховатости отдельных поверхностей, проставленных на рабочем чертеже детали. Между чертежом и технологическим процессом изготовления детали существуют тесные связи, которые 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 и 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 вала $\varnothing 60$ мм, R_a - 1,25 мкм, заготовка - штамповка.

Из приложения В таблица В.1 финишная операция - шлифования чистовая, обеспечивающая получение 6-го квалитета точности и шероховатости $R_a - 1,25$ мкм.

Тогда последовательность технологических переходов будет следующим:

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-му качеству точности после первого перехода (черновое растачивание) сразу применять чистовое развертывание, так как не обеспечивается заданное качество и точность. Оптимальным является следующая 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.

6.2 Составление маршрута обработки детали

Целью составления маршрута обработки детали является – формирование общего плана обработки детали, наметить содержание операций и выбрать тип оборудования и оснастки (Приложение К, рисунок К3).

Составление маршрута представляет задачу с большим числом возможных вариантов решения, которые могут быть получены с использованием следующей последовательности шагов:

1. С использованием плана операции согласно предыдущего раздела 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, обратной 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 операций, оборудования и оснастки) заносят в технологическую маршрутную карту (Приложение К, рисунок К.3).

7 Выбор (расчет) припусков на обработку

Припуском называют слой материала, удаляемый в процессе механической обработки заготовки для достижения заданных точности и качества получаемой 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 ГОСТам и нормам предприятия.

Расчетно-аналитический метод определения припуска основан 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 с использованием следующих зависимостей:

- 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)

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

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;

ε_i - погрешности установки заготовки на выполняемом переходе.

Расчет припусков переходов сводится к определению значений параметров R , h , D , ε . Значения этих параметров нормированы и зависят от вида заготовки, метода обработки, обрабатываемого материала, линейных размеров детали и выбираются из соответствующих таблиц ([2], т. 1 стр. 175-196).

7.1 Порядок расчета припусков 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) и (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 , $D_{\Sigma_{i-1}}$, ε_i . Записываются в карту табличные значения T допуска на заготовки и по переходам ([2], т. 1, стр. 175-196).

2. Значения параметров R_z и h , определяющих количество различных видов заготовок принимаются 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 1 класса, наибольший габаритный размер отливки, мм:	не более 1250	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	150
	26-75	150	250
	80-150	200	300
	160-250	300	400
Калиброванный гладкотянутый		60	60
Калиброванный шлифованный		10	20

Таблица 2- Параметры, достигаемые после механической обработки наружных поверхностей

Вид заготовки		R_z	h
		МКМ	
Черновая обработка лезвийными 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 чугунок, а также цветных металлов и сплавов после первого технологического перехода слагаемый h (глубина дефектного слоя) из формулы исключают ($h_{2,5}=0$).

4. Рассчитывают суммарное отклонение расположения базовых поверхностей заготовок $D_{\Sigma_{i-1}}$, для черновой обработки.

Для заготовок класса «круглые стержни»

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

где $\Delta_{\Sigma_{см}}$ - погрешность заготовки по смещению (таблица 4);

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

Δ_K - удельная кривизна заготовки (таблица 3);

l - длина заготовки;

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

зажимных устройствах ($\Delta_{\Sigma_{\mu}} = \sqrt{(\frac{T_D}{2})^2 + 0,25}$);

T_D - допуск на диаметр установочной поверхности.

Для заготовок класса «Диски»

$$D_{\Sigma_{i-1}} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_{см}}^2 + \Delta_{\Sigma_{кор}}^2}. \quad (5)$$

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 операций (перехода) значение параметра $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ незначительно и исключается из расчетной формулы ($\Delta_{\Sigma_{i-1}} = 0$).

Таблица 3 - Удельная кривизна заготовок Δ_K , в микрометрах на 1 миллиметр длины

Материал и состояние	Диаметр заготовки					
	5-25	25-50	50-75	75-120	120-150	150 и более
Прокат калиброванный						
7 квалитет	0,50	0,50	-	-	-	-
9 квалитет	1	0,75	0,5	-	-	-
10 -11 квалитеты	2	1	1	-	-	-
12 квалитет	3	2	1	-	-	-
Прокат калиброванный после термообработки	2	1,3	0,6	-	-	-
Горячекатаный 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
Штампованные 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	-
Отливки						
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 $\Delta_{\Sigma_{CM}}$

Масса заготовки, кг	Погрешность по $\Delta_{\Sigma_{CM}}$, 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 линейных размеров (особенно на завершающих переходах), если не оговорены особо (не указаны на чертеже).

6. Значение ε_1 для заготовки всегда $\varepsilon_1 = 0$.

7. Следует отличить понятия погрешности установки при расчете припуска от понятия погрешности установки при расчете точности обработки. Погрешности установки ε_1 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:

- при соблюдении принципов совмещения технологических установочных и измерительных баз, также при соблюдении принципа постоянства баз, во всех технологических переходах значение параметра $\varepsilon_1=0$ и из расчетной формулы исключаются;

- при обтачивании и шлифовании цилиндрической поверхности заготовки, установленной в центрах $\varepsilon_1 = 0$;

- при развертывании плавающей разверткой и протачивании $\varepsilon_1 = 0$.

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 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.

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

Данные технологического маршрута обработки вносим 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

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

$$\Delta_{\text{см}} = 1,0 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{кор}} = \Delta_{\text{к}} l * 138 \approx 0,14 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{ц}} = \sqrt{\left(\frac{T}{2}\right)^2 + 0,25^2}$$

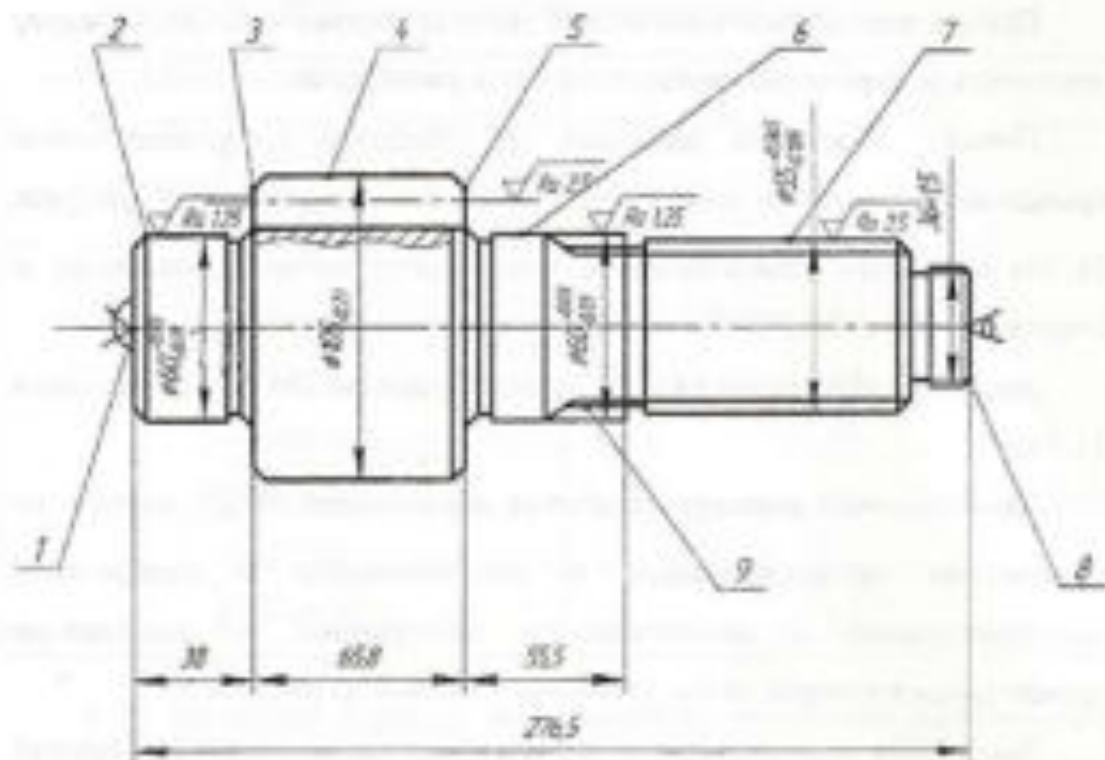


Рисунок 3 – Шестерня ведущая (чертеж и схема установки при обработке поверхности $\varnothing 60_{+0,01}^{+0,03}$

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 Т, мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	H	Δ_Σ				d_{min}	d_{max}
Заготовка	150	250	1820	-	65,27	3000	65,3	68,3
Обтачивание:								
предварительное	50	50	109	2·2220	60,83	400	60,9	61,3
окончательное	30	30	73	2·209	60,41	120	60,41	60,53
Шлифование:								
предварительное	10	20	36	2·33	60,41	30	60,17	60,17
окончательное	5	15	-	2·66	60,01	20	60,01	60,03

Допуск на поверхности, используемые в качестве базовых на фрезерно-центральной операции, рассчитывается по формуле

$$T = H_{ед} + I_{ш} + K_y.$$

$$H_{ед} = 2,0 \text{ мм. } I_{ш} = 1,0 \text{ мм.}$$

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

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

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

Остаточная величина пространственного отклонения:

- после предварительного обтачивания

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

- после окончательного обтачивания

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

- после предварительного шлифования

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

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

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

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

$$d_{p3} = 60,01 + 0,123 = 60,124 \approx 60,14 \text{ мм.}$$

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

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

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

7.2 Порядок выбора припусков по опытно-статистическим данным

При этом методе общие припуски берут по таблицам ГОСТов, которое составляют на основе обобщения и систематизации производственных данных передовых заводов. Опытные-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 из горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) приведенных в таблице 6 принимаются в зависимости от массы штампованных поковок на заданных размерах деталей чертежа.

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
16,0 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 чертежа.

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

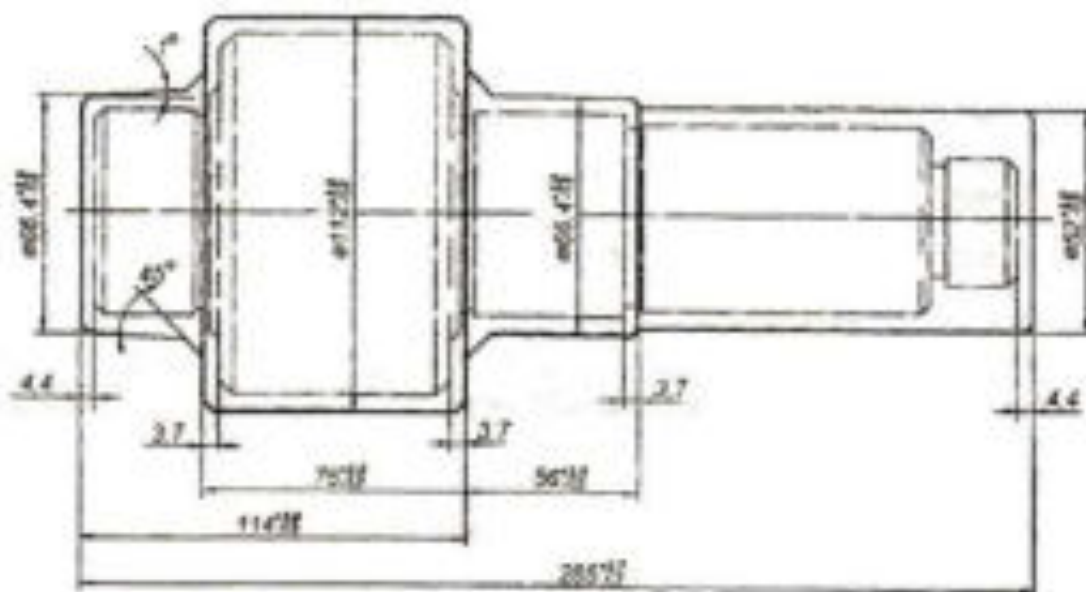


Рисунок 4 - Заготовка шестерни ведущей (Рисунок 3) с начисленными припусками

Таблица 8 - Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности шестерни ведущей (Рисунок 3) 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 $z_{\text{чис}} = 6,4\text{мм}$ (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

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

7.2 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 на обработку). Правильный расчет размеров заготовок - основная задача при разработке технологического процесса, так как от этого зависит расход металла (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 металла. 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

$$V = del;$$

- 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 вписанного 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

$$G_n = G_d * K_{nprin} \quad (6)$$

где G_d - масса детали, кг;

K_{nprin} - коэффициент, учитывающий массу припуска.

Для поковок типа тел вращения, K_{nprin} принимают равным:

- шестерни $K_{прин}=1,3$;
- фланцы $K_{прин}=1,48$;

Для деталей с удлиненной осью:

- рычаги $K_{прин}=1,34$;
- вилки, валы $K_{прин}=1,37$;
- кулачки $K_{прин}=1,60$.

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

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

где V_n - объем поковки, см³;

γ - плотность материала, г/см³ (сталь $\gamma = 7,8$ г/см³, чугун $\gamma = 7,1$ г/см³, латунь $\gamma = 8,4$ г/см³, медь $\gamma = 8,6$ г/см³, алюминий $\gamma = 2,6$ г/см³).

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

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

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 $K_{отх} = 1,22$.

Для деталей с удлиненной осью, $K_{отх}$ принимают равным:

- рычаги $K_{отх} = 1,15$;
- вилки, валы $K_{отх} = 1,34$;
- кулачки, цапфы $K_{отх} = 1,15$.

8 Построение операций механической обработки детали

Для проектирования отдельной операции должны быть проработаны:

- маршрут обработки заготовки (см. раздел 6.2);
- схема ее базирования и закрепления (см. раздел 5);
- какие поверхности и с какой точностью нужно обработать;
- какие поверхности и с какой точностью были обработаны на предшествующих операциях (см. раздел 6.1 и Приложение Г, таблицы Г.1 и Г.2);
- припуск на обработку (см. раздел 7).

При проектировании операции они расчленяются на переходы и установовы (Приложение К, рисунок К.4) и устанавливается их последовательность и возможности совмещения во времени. Окончательно выбирается оборудование, инструменты и приспособления, рассчитывают (назначают) режимы резания, определяют нормы времени. На наиболее сложные переходы (операции) составляют схему наладки и операционные эскизы (приложение К).

9 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;

S – подача;

V - скорость резания;

T – стойкость резца;

P – сила резания;

N – мощность резания.

Глубину резания t назначают равной припуску перехода (см. раздел 7).

Подачу S выбирают максимально возможную исходя из жесткости системы, СПИД, материала, диаметра обработки, а при чистовой обработке - в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности. ([6], таблицы Л11-Л16, стр. 259-266).

Скорость резания V (м/мин) рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид

$$V = \frac{C_v K_v}{T^m t^x S^y} \quad (9)$$

где K_v - поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv}$$

где K_{mv} - коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала ([7], таблицы Л1-Л4, стр. 252-255);

K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние состояния поверхности заготовки ([7], таблица Л5, стр. 256)

K_{iv} - коэффициент учитывающий влияние инструмента ([7], таблица 6, стр. 256)

Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания V 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 стойкости ($T=60-120$ мин) инструмента ([7], таблицы Л17, стр. 366-368).

Стойкость резца T - это период нормальной работы до затупления. Для практических расчетов стойкость резца при одноинструментной обработке принимают 60, 90, 120 мин.

Под силой резания P 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

$$P_z = 10c_p t^x s^y V_D^l k_{mp}.$$

Постоянные величины c_p , показатели степени x , y , n для конкретных условий приведены в [6], таблица, Л22 стр. 273-276. Поправочный коэффициент k_{mp} приведен в таблице Л25, стр.277, [7].

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

- для точения и фрезерования

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

- для сверления (рассверления)

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}. \quad (11)$$

Расчет (выбор) режимов резания при механической обработке по видам обработки приведены в [6], стр. 181-183 и [7], таблицы Л1-16, таблицы Л10, Л22, Л25-Л32, стр. 252-286)

Пример. Рассчитать режимы обработки перехода чистового точения вала по условиям примера 7.1 ($\varnothing 60$ мм, R_a -1,25 , сталь 45, $\sigma_t = 600$ МПа, штамповка).

Выбираем стойкость резца $T=90$ мин. Материал резца - Т 15К6. База - центровое отверстие. Точность обработки $10^{\text{й}}$ квалитет. Чистота обработки R_a - 6,3 Припуск на обработку - 0,21 мм (см. карту расчета припусков). Диаметр заготовки после чернового перехода - 61.3 мм (см карту расчета припусков таблица 5).

Глубина резания $t = \frac{61.3-60.41}{2} = 0.45$ мм.

Подача $S=0,5$ мм/об (при $R_a=6,3$ и $z=0,8$, [7], таблица Л.14, стр. 264)

Скорость резания $V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{35,0}{90^{0,2} 0,45^{0,15} 0,5^{0,35}} \cdot 1 = 163$ м/мин.

Значения C_v, m, x, y находим по таблице Л17, стр.266, [7].

Значение K_v находим по таблице Л1, Л2, Л5, Л6, стр.252-257, [7].

Частота вращения при $V=163$ м/мин

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

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

Сила резания, Н

$$P_z = 10 c_p t^x s^y V_D^L k_{mp} = 10 \cdot 300 \cdot 0,45^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 163^{-0,15} \cdot \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 524,8.$$

Значения C_p, x, y, L находим по табличным значениям [7], таблица Л22, стр.258).

Значение K_{mp} находим по таблице Л9, [7], стр. 258.

Значение K_r находим по таблице 2, [2], стр 261-263.

Мощность резания, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{524.8 \cdot 163}{1020 \cdot 60} = 1.40.$$

Мощность резания не должна превышать мощности, указанной в паспорте станка

10 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) – $t_{шт.}$, штучное время определяют по следующей зависимости

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{отд}, \quad (12)$$

где t_0 - основное или технологическое время;

t_B - вспомогательное время;

$t_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места;

$t_{отд}$ - время на отдых.

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

$$t_0 = \frac{L_i}{S \cdot n}, \quad (13)$$

где L - расчетная длина перемещения инструмента, мм;

i - число рабочих ходов на данном переходе;

S - подача, мм/об;

n - число оборотов (инструмента, детали), мин⁻¹.

Расчетная длина (мм) перемещения инструмента получают суммированием длины обрабатываемой поверхности (l_d), длины врезания (l_b) и прохода (l_n) режущего инструмента.

$$L = l_d + l_b + l_n. \quad (14)$$

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

$$t_{on} = t_o + t_B.$$

Доля вспомогательного времени зависят от многих факторов. Например для одноинструментной обработки с ручным подводом инструмента приближенно принимается $t_B=0,75t_o$.

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

$$t_{обс} = (0,04 - 0,10)t_{on};$$

$$t_{отд} = (0,02 - 0,03)t_{on}.$$

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

Расчетная схема токарной обработки (Приложение Е, таблица Е.1). Подача $S=0,5$ мм/об, частота вращения $n=850$ мин⁻¹.

Для расчета основного времени принимаем $i=1$, $l_B=2$ мм, $l_n=3$ мм. Тогда

$$L = l_o + l_B + l_n = 35 + 2 + 3 = 40 \text{ мм.}$$

Оперативное время

$$t_{\text{опер}} = t_o + 0.75 \cdot t_o = 0,09 + 0,75 \cdot 0,09 = 0,16 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание и отдых

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

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

Определяем штучное время

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

11 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.

12 Вопросы для контроля

1. Дать определение припуска.
2. Поясните принцип классификации: операционный припуск, промежуточный припуск, общий припуск, односторонний припуск.
3. От каких факторов зависит величина припуска на обработку и допуска?

4. Назовите методы определения припуска на обработку.
5. Как определить размер заготовки с учетом предельных, промежуточных и исходных размеров (припусков и допусков на обработку)?
6. Какими общими правилами следует руководствоваться при оставлении технологического маршрута обработка детали?
7. Исходные данные для проектирования технологического процесса.
8. В чем заключается технологический контроль рабочего чертежа детали?
9. Чем определяется выбор заготовки?
10. Дать определение базирования.
11. Дать определение конструкторной базы.
12. Дать определение технологической базы.
13. Дать определение измерительной базы.
14. В чем заключается принципы совмещения базы.
15. Что такое черновая база?
16. Что такое чистовая база?
17. Чем объяснить последовательность технологических переходов: черновое точение, чистовое точение, чистовое шлифование?
18. Перечислите элементы режимов резания.
19. В каком порядке устанавливаются режимы резания?
20. Что понимается под техникой нормой времени?
21. Из каких составных частей складывается штучное время?
22. Из чего складывается расчетная длина перемещения инструмента?
23. Для чего разрабатывается маршрутная карта ?
24. С какой целью разрабатывается операционная карта?
25. Что изображается на карте эскизов?

Список использованных источников

1. Шахаев, Ж.А. Основы технологии производства автомобилей: методические указания к лабораторным работам/ Ж.А.Шахаев – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. – 102 с.
2. Справочник технолога – машиностроителя: в 2 т./под ред. А.Г.Косиливой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1 - 656 с.
3. Справочник технолога – машиностроителя: в 2 т./под ред. А.Г.Косиливой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.2 - 496 с.
4. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. /под ред В.Д.Мягкова. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1982, - Ч.1 - 544 с.
5. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. /под ред. В.Д.Мягкова. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1982. - Ч.2 - 448 с.
6. Шахаев, Ж.А. Курсовое проектирование по основам технологии производства автомобилей: учеб, пособие для вузов: в 2 ч./ Ж.А.Шахаев, Е. В. Бондаренко. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ. 2002. - Ч.1 - 231 с. - ISBN 5-7410-0415-6.
7. Шахаев, Ж.А. Курсовое проектирование по основам технологии производства автомобилей: учеб, пособие для вузов: в 2 ч./ Ж.А.Шахаев,

Е.В.Бондаренко. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ. 2002, - Ч.2 - 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

Квали- теты	Основные отклонения																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S	T	U	
4								H4	Js4									
5								G5	H5	Js5	K5	M5	N5					
6								G6	H6	Js6	K6	M6	N6		P6			
7								F7	G7	H7	Js7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
8								D8	E8	F8	H8	Js8	K8	M8	N8			U8
9								D9	E9	F9	H9	Js9						
10								D10			H10	Js10						
11	A11	B11	C11	D11				H11	Js11									
12										H12	Js12							

Таблица А.2 – Поля допусков валов при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Квали- теты	Основные отклонения																	
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	
4								g4	h4	js4	k4	m4	n4					
5								g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5		
6								g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	
7									e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7		s7	u7
8								c8	d8	e8	f8	h8	js8					u8
9									d9	e9	f9	h9	js9					
10									d10	e10	h10	js10						
11	a11	b11	c11	d11				h11	js11									
12										h12	js12							

Таблица А.3 – Предельные отклонения 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 – Предельные отклонения 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 +57	-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 -285	0 -155	-145 -880	0 -400

Приложение Б (справочное)

Установка детали при механической обработке

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










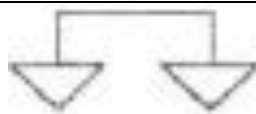

	Наименование	Обозначение			Наименование	Обозначение
Опоры	Неподвижная		Установочные устройства	Центры	Неподвижный	
	Подвижная				Вращающийся	
	Плавающая				Плавающий	
	Регулируемая				Оправка	Цилиндрическая (цинковая)
Зажимы	Одиночный			Шариковая		
	Двойной			Патрон поводковый		

Таблица Б.2 – Примеры схем установки изделий

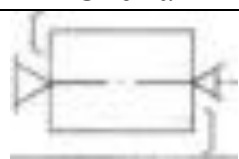
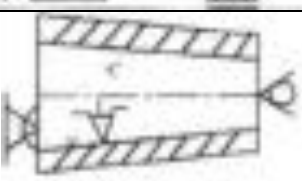
Установка	Схема
В тисках с призматическими губками и пневматическим зажимом	
В кондукторе с центрованием на гидравлический палец, с упором на три неподвижные опоры и с применением устройства двойного зажима	
В трехкулачковом патроне с механическим устройством зажима, с упором в торец, с поджимом вращающимся 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	Пример нанесения обозначения опор, зажимов и установочных устройств	Наименование	Пример нанесения обозначения опор, зажимов и установочных устройств
Центр неподвижный (гладкий)		Оправка цилиндрическая	
Центр рифленый		Оправка коническая роликовая	
Центр плавающий		Оправка резьбовая цилиндрическая с наружной резьбой	
Центр вращающийся		Оправка шлицевая	
Центр обратный вращающийся с рифленой поверхностью		Оправка цанговая	
Патрон поводковый		Оправка регулируемая с цилиндрической рабочей поверхностью	
Люнет подвижной		Зажим пневматический с цилиндрической рифленой рабочей поверхностью	
Люнет неподвижный			

Приложение В (справочное)

Технологическое обеспечение шероховатости обработки

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

Øнар		Øвнут		Плоские поверхности	
Вид обработки	R_a	Вид обработки	R_a	Вид обработки	R_a
Токарное обтачивание		Сверление (рассверливание)	3,2 – 12,5	Строгание	
Черновое	12,5 – 50	Зенкование		Черновое	6,3 – 50
Чистовое	0,8 – 2,5	Зерновое	3,2 – 6,3	Чистовое	1,0 – 6,3
Тонкое	0,1 – 0,8	Чистовое	1,25 – 3,2	Точение торцовое	
Шлифование		Развертывание		Черновое	25 – 50
Предварительное	1,0 – 2,5	Черновое	1,25 – 2,5	Чистовое	1,6 – 6,3
Чистовое	0,2 – 1,25	Чистовое	0,63 – 1,25	Фрезерование торцовое	
Отделочное	0,05 – 0,25	Тонкое	0,32 – 0,62	Черновое	3,2 – 12,5
Полирование	0,008 – 0,08	Протягивание		Чистовое	1 – 4
Притирка	0,01 – 0,11	Черновое	1,25 – 3,2	Тонкое	0,32 – 1,25
Обкатывание и выглаживание	0,03 – 2,0	Чистовое	0,32 – 1,25	Фрезерование цилиндрическое	
		Растягивание (токарное)		Черновое	3,2 – 12,5
		Черновое	0,63 – 12,5	Чистовое	0,8 – 3,2
		Чистовое	0,8 – 2,0	Шабрение	0,1 – 6,3
		Тонкое	0,2 – 0,8	Виброподирование	0,03 – 0,32
		Шлифование		Притирка	0,02 – 0,1
		Предварительное	1,6 – 3,2	Шлифование	
		Чистовое	0,32 – 1,6	Предварительное	1,6 – 3,2
		Отделочное	0,08 – 0,32	Чистовое	0,32 – 1,6
		Хонингование		Отделочное	0,08 – 0,32
		Чистовое	0,25 – 1,25		
		Тонкое	0,04 – 0,25		
		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
Обтачивание								
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
Шлифование								
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
Притирка	0,1-0,8	4-5	4	5	6	7	8	20
Обкатывание и выглаживание	0,1-0,8	5-10	5-40	8-70	9-84	11- 110	15- 140	25- 200

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

	R_a	Квалитет точности	Допуски (мкм) при номинальном размере (мм)					
			до 10	20	30	50	100	до 500
Сверление (рассверливание)	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 разглаживание	0,1-6,3	5-10	6-50	9-70	9-90	13-120	17-140	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 - 5
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

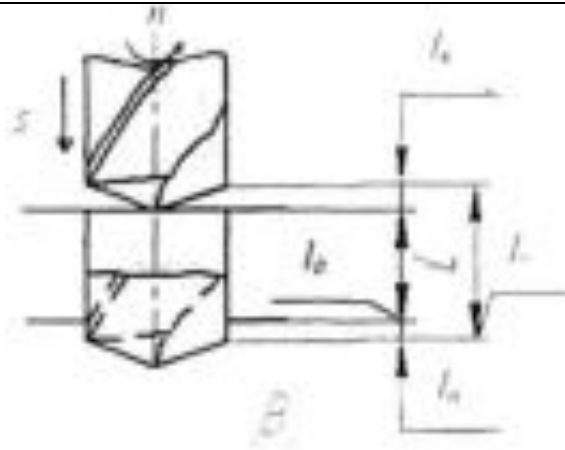
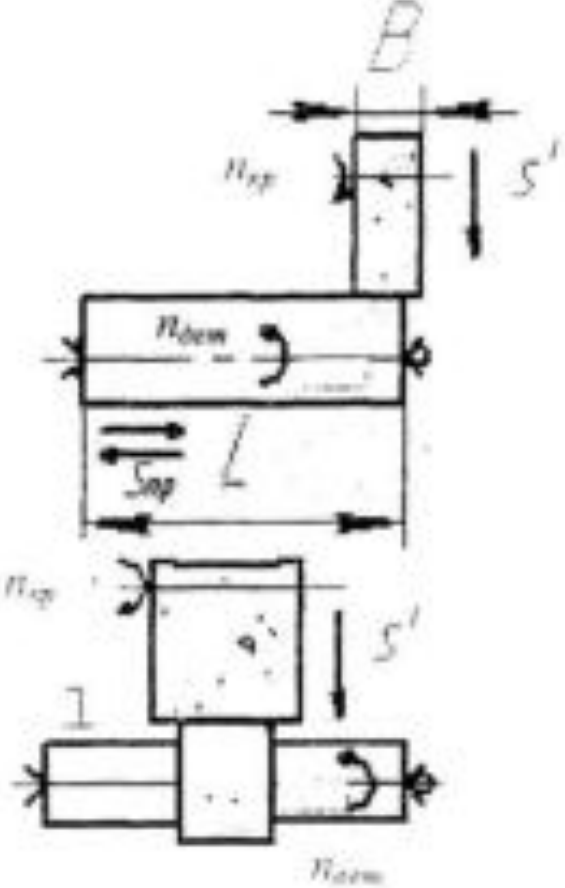
Приложение Е (справочное)

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> $t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин}$ $L = l_d + l_b + l_n, \text{ мм}$ <p>где L – длина расчетная, мм l_d – длина обрабатываемая, мм l_b – длина врезания, (1-3) мм l_n – длина прохода, (2-4) мм i – число проходов (1,2,3...) n – частота вращения, мин^{-1} S – подача, мм/об</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Фрезерование</u></p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n}, \text{ мин}$ <p>где L – длина расчетная, мм i – число проходов (1,2,3...) S_z – подача на зуб, мм z – число зубьев n – частота вращения фрезы, мин^{-1}</p> $L = l_d + l_b + l_n, \text{ мм}$ <p>l_d – длина обрабатываемая, мм l_b – длина врезания, мм $l_b = \sqrt{t \cdot (D - t)}, \text{ мм}$ t – глубина фрезерования D – диаметр фрезы l_n – 2-5 мм в зависимости от диаметра фрезы</p>	

Продолжение таблица Е.1

<p style="text-align: center;"><u>Сверление</u></p> $t_0 = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ мин}$ <p>где n - частота вращения сверла, мин^{-1} S - подача сверла, мм/об</p> $L = l_d + l_b + l_n, \text{ мм}$ <p>L_d - длина отверстия, мм $l_b = 0,3 \text{ мм}$ - диаметр сверла $l_n = 1-3 \text{ мм}$ - в зависимости от диаметра сверла</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Шлифование</u></p> <p>а) Продольной подачей</p> $t_0 = \frac{L}{n_{дет} \cdot S_{пр}} \cdot \frac{z_i}{S'} \cdot K, \text{ мин}$ <p>где L - длина обработки детали, мм $n_{дет}$ - частота вращения детали, мин^{-1} $S_{пр}$ - продольная подача $(0,2-0,4) B$ - для чугуна $(0,25-0,3)B$ - для стали B - ширина круга, мм z_i - припуск на обработку, мм S' - поперечная подача, мм K - 1,1-1,7 коэффициент, учитывающий качество обработки</p> <p>б) Шлифование врезанием (поперечной подачей)</p> $t_0 = \frac{z_i}{n \cdot S'} \cdot K$	

Приложение Ж (справочное)

Допуски форм поверхностей и обозначений их отклонений

Таблица Ж.1 – Допуски форм (мкм) цилиндрических поверхностей (цилиндричности, круглости) в зависимости от качества допуска на размер наружного и внутреннего диаметра в мм.

Размер, мм	Квалитеты							
	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 в мкм прямолинейности, плоскостности и параллельности в зависимости от допуска на размер, в мм.

Размер, мм	Квалитеты							
	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
Отклонение формы профиля продольного сечения	прямолинейности	—	
	плоскостности		
	круглости		
	цилиндричности		
Взаимное расположение пересечения осей	параллельности		
	перпендикулярности		
	наклона		
	соосности		
	симметричности		
Суммарное отклонение заданной поверхности	радиальное и торцевое биение		
	полное радиальное и торцевое биение		
	допуск формы заданного профиля		
	допуск формы заданной поверхности		

Приложение И (справочное)

Параметры шероховатости в зависимости от качества

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

Размер, мм	Квалитеты							
	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

