

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л.Ф. Исламов

Технология машиностроения

Учебное пособие
к практическим занятиям и самостоятельной работе

Уфа
Башкирский ГАУ
2019

УДК 656.13
ББК 39.1
И 87

Рецензент:

д.т.н., профессор кафедры механики и инженерной графики ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ» Нафиков М.З.

Исламов Л.Ф.

И 87 Технология машиностроения [Текст]: учебное пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе / Исламов Л.Ф. – Уфа : Изд-во Баш-ГАУ, 2019. – 76 с.

В учебном пособии представлены практические занятия и самостоятельные работы, рассмотрены примеры выполнения индивидуальных заданий. Приведена справочная информация для их выполнения, даны варианты заданий.

Учебное пособие составлено в соответствии с программой изучения дисциплины «технология машиностроения» для обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 35.03.06 Агроинженерия и 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы.

УДК 656.13
ББК 39.1
И 87

© Исламов Л.Ф., 2019
© Башкирский государственный аграрный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Разработка токарной операции	3
2	Обработка отверстий сверлами, зенкерами и развертками	32
3	Выбор способа абразивной обработки автотракторных деталей	37
4	Разработка маршрутного технологического процесса изготовления деталей машин	44

РАЗРАБОТКА ТОКАРНОЙ ОПЕРАЦИИ

1 ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЯЕМОЙ РАБОТЫ

Ознакомится с последовательностью работы технолога механического цеха при разработке станочных операций. На примере токарной операции получить навыки разработки технологической документации для запуска детали в производство.

2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В данной работе документация на токарную операцию разрабатывается для единичного или мелкосерийного изготовления деталей технологического оборудования в условиях ремонтного цеха предприятия. Поэтому предпочтение отдается использованию универсальных станков и приспособлений, стандартного мерительного и режущего инструмента. Заготовки применяются грубые, с большими припусками на механическую обработку.

3 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ЦЕХОВОГО ТЕХНОЛОГА

3.1 Анализ чертежа детали, формы поверхностей, технических требований по точности размеров, шероховатости поверхностей и точности их взаимного расположения, определение необходимости проведения предварительной и окончательной термической обработки, оценка обрабатываемости материала заготовки резанием. Составление технологического маршрута изготовления детали.

3.2 Определение содержания токарной операции и разработка чертежа токарной заготовки.

3.3 Обоснование выбора способа получения заготовки. Разработка эскизов литой заготовки, ковальной заготовки или заготовки из проката, расчет их основных размеров.

3.4 Выбор станочного оборудования

3.5 Выбор черновых и чистовых баз, мест и способов закрепления заготовки.

3.6 Определение очередности обработки поверхностей.

3.7 Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров.

3.8 Разработка операционных эскизов и составление текста переходов.

3.9 Подбор режущих инструментов.

3.10 Подбор мерительного инструмента.

4 АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

Вначале оцениваются формы наружных и внутренних поверхностей детали и определяются возможные способы их получения на металлорежущих станках (точением, сверлением, фрезерованием, строганием, долблением и т.п.). Это необходимо для составления предварительного технологического маршрута изготовления детали и выделения тех поверхностей, которые должны быть обработаны на токарном станке.

Оценка требований чертежа по точности размеров и шероховатости поверхностей позволяет уточнить технологический маршрут обработки, разделить этапы лезвийного и абразивного резания.

Указанные на чертеже твердость готовой детали и её материал позволяют определить место и способ термической обработки в технологическом маршруте. Если твердость готовой детали невысокая, то термообработку целесообразно проводить в начале технологического процесса для исходной заготовки или на этапе черновой обработки. При высокой твердости готовой детали термообработка должна быть проведена после этапа лезвийного резания, перед абразивной обработкой. Содержание углерода в обрабатываемом материале определяет способ термической обработки. Стали средне и высокоуглеродистые подвергаются закалке и последующему отпуску, малоуглеродистые – химикотермической обработке, цементации, азотированию и т.п.

Обрабатываемость резанием материала заготовки зависит от его механических свойств и химического состава, которые необходимо изучить по справочным данным. Хорошо обрабатываются стали среднеуглеродистые, нормализованные, (марки типа «сталь 45»). Высокоуглеродистые стали требуют больших усилий резания, но обработанная поверхность получается выше классом шероховатости. Стали малоуглеродистые, вязкие не позволяют получить качественную поверхность. Для улучшения обрабатываемости резанием вязкие стали рекомендуется нормализовать, высокопрочные стали отжигать.

Технологический маршрут представляется в виде упрощенной схемы, в которой дается обобщенное содержание операций (Приложения Б,В, рисунки Б2,В2).

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКАРНОЙ ОПЕРАЦИИ И РАБОТКА ЧЕРТЕЖА ТОКАРНОЙ ЗАГОТОВКИ

Для определения содержания токарной обработки необходимо отделить те поверхности, которые не могут быть получены на токарном станке. При токарной обработке можно образовать поверхности, расположенные на наружных, внутренних и торцевых сторонах тел вращения. Нарезаемые наружные и внутренние резьбы, внутренние отверстия должны быть сосны с осью вращения

заготовки. Все остальные поверхности (квадратные и шестигранные головки, поперечные отверстия, шпоночные и шлицевые канавки, зубья шестерен и др.) на чертеже *токарной* заготовки не показываются.

Наличие на *токарной* заготовке уступов указывает на необходимость применения подрезных резцов, канавок - канавочных, наличие резьб - плашек, метчиков или резьбонарезных резцов. Внутренние поверхности могут быть получены сверлением, зенкерованием, развертыванием или растачиванием. Выбор конкретного вида обработки и применяемого инструмента зависит от размеров детали и требуемой точности и шероховатости обработки.

Точность размеров, требования по шероховатости поверхностей указывают на необходимость проведения чистовых проходов или достаточно только черновой обработки. Точность размеров оценивается по номеру качества точности, а если он не указан, то его следует определить по величине допуска на размер по таблице «Числовые значения допусков» (Приложение А, таблица А2). Размеры без допускаемых отклонений считаются «свободными» и исполняются по грубым 12 ... 14 качествам точности.

Точность взаимного расположения поверхностей детали влияет на качество сборки и работоспособность узла и всего механизма. Если на чертеже детали нет указаний по этим параметрам, то в процессе изготовления детали необходимо обеспечить соосность шеек вала для установки подшипников, шестерен, шкивов, маховиков и т.п. Когда устанавливаемые на вал детали упираются в буртики, то их торцевые поверхности должны быть строго перпендикулярны по отношению к осям. Требуемая точность взаимного расположения поверхностей обеспечивается за счет правильного базирования, применения принципа постоянства баз, надежного закрепления заготовки, рационального назначения очередности обработки поверхностей, применения оптимальных режимов резания.

Чертеж *токарной* заготовки разрабатывается в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Рекомендуемый формат – А4, содержащий основную надпись (угловой штамп). Деталь изображается в положении, в котором она устанавливается на станке. Количество проекций, видов, разрезов и сечений минимальное при условии возможности прочтения чертежа. Количество размеров должно быть достаточным для изготовления и контроля детали. Каждый размер приводить на чертеже только один раз. Цепь линейных размеров не должна быть замкнутой. Проставлять размеры надо так, чтобы наиболее точный размер имел наименьшую накопленную ошибку при изготовлении детали. Осевые размеры рекомендуется располагать под изображением детали. Размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу, следует группировать в одном месте. Если после *токарной* операции предусмотрены другие виды обра-

ботки (например, шлифование или притирка), то размеры проставляются с учетом операционных припусков на последующую обработку (смотри раздел «Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров»).

6 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВИДА ЗАГОТОВКИ И СПОСОБА ЕЁ ПОЛУЧЕНИЯ. РАЗРАБОТКА ЭСКИЗОВ КОВАНОЙ ЗАГОТОВКИ И ЗАГОТОВКИ ИЗ ПРОКАТА, РАСЧЕТ ИХ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ

В машиностроении под заготовкой детали принято понимать полуфабрикат, поступающий на механическую обработку, в результате чего он превращается в годную для сборки готовую деталь.

Применяются следующие основные виды заготовок:

- а) отливки, получаемые литьём в песчаные или металлические формы, или заготовленные по выплавляемым моделям и другими способами формовки;
- б) поковки, получаемые свободной ковкой;
- в) поковки, получаемые горячей штамповкой или периодическим прокатом;
- г) заготовки, полученные высадкой из прутка;
- д) сортовой прокат (горячекатаный или калиброванный).

При выборе вида заготовки руководствуются следующими соображениями: обеспечить наименьший расход металла при изготовлении заготовок и при последующей их обработке на металлорежущих станках; обеспечить наименьшие затраты труда и средств на получение заготовок и на последующую их обработку на станках. Чем больше заготовки приближаются по форме и размерам к формам и размерам готовых деталей, тем меньше трудоёмкость механической обработки, тем механическая обработка проще и дешевле. Однако повышение точности изготовления заготовок связано с удорожанием процессов их получения. Только при больших программах выпуска окупается применение сложных машин и дорогостоящей оснастки в заготовительных цехах. В условиях мелкосерийного и ремонтного производства предприятий Агропрома, как правило, применяются грубые заготовки со значительными припусками на механическую обработку.

Большую роль в выборе вида заготовки играет материал детали. Заготовку детали из чугуна можно получить только литьём. А заготовку стальной детали можно получить и литьём, и ковкой. Но кованая заготовка будет дешевле, прочнее и, следовательно, экономичнее. Стальное литьё целесообразно использовать только для изготовления деталей сложной формы.

Размеры заготовки определяются с учётом припусков на механическую обработку. Существуют два основных метода расчёта размеров заготовки.

- 1 – по общему припуску;

2 - по сумме операционных припусков.

Первый метод самый простой, но наименее точный. Размер заготовки «Азаг» определяется прибавлением (для внутренних поверхностей– вычитанием) к размеру готовой детали «Адет» величины общего припуска «Z».

$$\text{Азаг} = (\text{Адет} \pm Z) \pm T \text{Азаг}$$

Размер заготовки на чертеже указывается с допускаемыми отклонениями $\pm T$ Азаг.

Для отливок из серого чугуна и стали, поковок, получаемых свободной ковкой на прессах, для поковок, получаемых свободной ковкой на молотах, поковок, получаемых штамповкой, величины припусков указаны в соответствующих стандартах и справочных таблицах.

В этих же стандартах указаны величины допускаемых отклонений размеров заготовок.

Второй метод более точный. По этому методу размер заготовки определяется прибавлением (вычитанием) к размеру детали операционных припусков на соответствующую механическую обработку и «отрицательного» допуска на размер заготовки (Рисунки 1,2).

$$\text{Азаг} = \text{Адет} \pm Z_1 \pm Z_2 \pm Z_3 \pm [-T \text{Азаг}],$$

где Z_1 –припуск на окончательную обработку (шлифование, полирование, развёртывание и т.д.)

Z_2 –припуск на чистовую обработку (чистовое точение, фрезерование, зенкерование и т.д.)

Z_3 –припуск на черновую обработку (черновое точение, грубое фрезерование, рассверливание и т.д.)

$[-T \text{Азаг}]$ –величина допускаемого отклонения размера заготовки «в тело» (допуск на заготовку).

Второй метод наиболее целесообразен при расчётах заготовок из стандартного проката.

При расчетах размеров заготовки по длине (ширине) детали учитываются припуски для каждого торца в отдельности с учетом обеспечения требуемой шероховатости и точности готовой детали (Рисунок 3).

$$\text{Взаг} = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + T \text{Взаг},$$

После выбора способа получения заготовки и расчёта её основных размеров приступают к разработке её чертежа.

Для этого на контуры детали (не принимая во внимание мелкие фаски, канавки, незначительные перепады диаметров и т.д.) «одевают» в условном масштабе требуемые припуски на обработку. Полученные контуры заготовки уточняют нанесением литейных или штамповочных уклонов и скруглений.

При расчётах заготовок из проката, например, для ступенчатого вала, расчёт размеров ведут только для наибольшего диаметра. По полученному расчётному размеру подбирают ближайший размер круглого проката по стандарту (Приложение А, таблица А11).

Чертёж заготовки оформляется на формате А4 или в виде эскиза в расчётно-пояснительной записке. Под размером заготовки в квадратных скобках записывается номинальный размер готовой детали. Контуры готовой детали обозначаются тонкими линиями.

В технических условиях на чертеже заготовки необходимо привести следующие данные:

- а) способ получения заготовки;
- б) вид её термообработки (если требуется);
- в) твёрдость (в состоянии поставки);
- г) вид очистки заготовки;
- д) величины уклонов и радиусов скруглений;
- е) допускаемые или не допускаемые дефекты.

7 ВЫБОР СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При выборе типа и модели оборудования следует руководствоваться следующими соображениями.

а) выбранный станок должен обеспечивать выполнение всех требований чертежа и технических условий на обработку детали на данной операции;

б) технические характеристики станка должны соответствовать размерам обрабатываемой детали. Для токарного станка необходимо сопоставить с габаритами заготовки межцентровое расстояние, диаметр отверстия шпинделя, высоту центров над станиной и поперечными салазками (Приложение А, таблица А27);

в) производительность и универсальность станка должны соответствовать типу производства: в единичном и мелкосерийном производстве предпочтение отдаётся универсальным токарно-винторезным станкам, в крупносерийном и массовом – специализированным, имеющим высокую производительность.

8 ВЫБОР ЧЕРНОВЫХ И ЧИСТОВЫХ БАЗ, МЕСТ И СПОСОБОВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании технологических процессов механической обработки, является выбор установочных баз– базовых поверхностей, по которым производится ориентирование, установка или крепление на станке детали. От точности базирования зависит успех обра-

ботки. Установочными базами могут быть необработанные поверхности – черновые базы и обработанные поверхности – чистовые базы.

Базирующие поверхности должны быть по возможности ровными и чистыми, точной формы и размеров. Если у детали обрабатываются не все поверхности, то за черновую базу следует принимать поверхности, остающиеся необработанными. Если у детали обрабатываются все поверхности, то в качестве черновой базы следует принимать ту поверхность, которая имеет наименьший припуск.

Черновые базы используются только один раз – в первой операции. В процессе первой операции рекомендуется обработать те поверхности, которые в последующих операциях будут использоваться как чистовые базы. В дальнейшем необходимо придерживаться принципа постоянства баз – для всех операций использовать преимущественно одни и те же установочные базы.

При подборе приспособления для установки и закрепления обрабатываемой детали следует, по возможности, использовать нормальные и стандартные приспособления: токарные самоцентрирующиеся патроны, четырех кулачковые не самоцентрирующиеся патроны, планшайбы, гладкие и вращающиеся центры и т.д. Выбор вида приспособления и его типоразмера обуславливается характером станочной обработки, конфигурацией и размерами деталей, местами расположения установочных баз и способов зажатия детали. Данные о приспособлении приводятся в справочниках.

В ряде случаев приходится планировать применение специальных приспособлений и вспомогательных инструментов. Так, для обработки деталей типа кольца и втулки используются гладкие, легкоконусные или разжимные цанговые оправки. В целях повышения производительности обработки на токарных станках устанавливают специальные державки, позволяющие вести обработку несколькими резцами одновременно.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЧЕРЕДНОСТИ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В первую очередь обрабатываются поверхности, которые используются как базовые при дальнейшей обработке.

После обработки базовых поверхностей следует обработать поверхности, где снимается наибольший припуск. Желательно также раньше обрабатывать те поверхности деталей, где возможно выявление скрытого брака заготовки (раковины, расслоения и др.).

Последовательность для остальных поверхностей следует устанавливать в зависимости от заданной чертежом формы, точности и чистоты. Наиболее чистые и точные поверхности должны обрабатываться в последнюю очередь. Это уменьшает возможность повреждения обработанных поверхностей.

10 НАЗНАЧЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ПРИПУСКОВ И РАСЧЕТ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ РАЗМЕРОВ

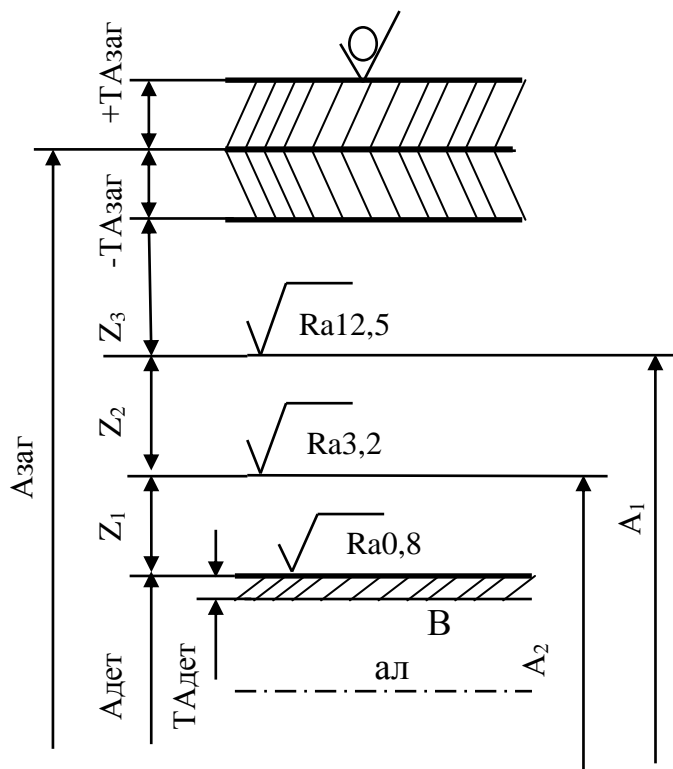
Межоперационные размеры рассчитывают для основных поверхностей и затем проставляют на операционных эскизах. Эти размеры показывают постепенное изменение размеров заготовки по всем этапам технологического процесса. Расчетные схемы для вычисления межоперационных размеров валов, отверстий и линейных размеров представлены на рисунках 1, 2 и 3).

Размер вала после чистовой обработки перед окончательной «А2» вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1

$$A_2 = A_{\text{дет max}} + Z_1$$

Размер после черновой обработки перед чистовой «А1» вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1 , и припуска на чистовую обработку Z_2

$$A_1 = A_{\text{дет max}} + Z_1 + Z_2$$



$A_{\text{дет}}$ – размер готовой детали

$A_{\text{заг}}$ – размер заготовки

Z_1 – припуск на окончательную обработку

Z_2 – припуск на чистовую обработку

Z_3 – припуск на черновую обработку

A_1 – размер после черновой обработки

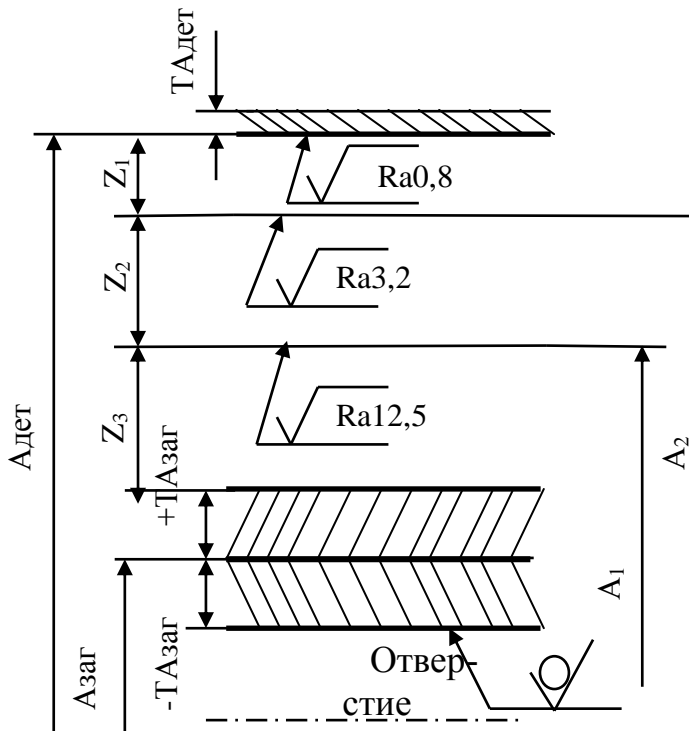
A_2 – размер после чистовой обработки

$T_{A_{\text{дет}}}$ – допуск на размер готовой детали

$\pm T_{A_{\text{заг}}}$ – допуски на размер заготовки

Рисунок 1 Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке вала

При расчетах межоперационных размеров отверстия припуски вычитаются от минимального размера готовой детали.



$A_{дет}$ – размер отверстия готовой детали

$A_{заг}$ – размер отверстия заготовки

Z_1 – припуск на окончательную обработку

Z_2 – припуск на чистовую обработку

Z_3 – припуск на черновую обработку

A_1 – размер после чернового растачивания

A_2 – размер после чистового растачивания

$TA_{дет}$ – допуск на размер готовой детали

$\pm TA_{заг}$ – допуски на размер отверстия заготовки

Рисунок 2. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке отверстия

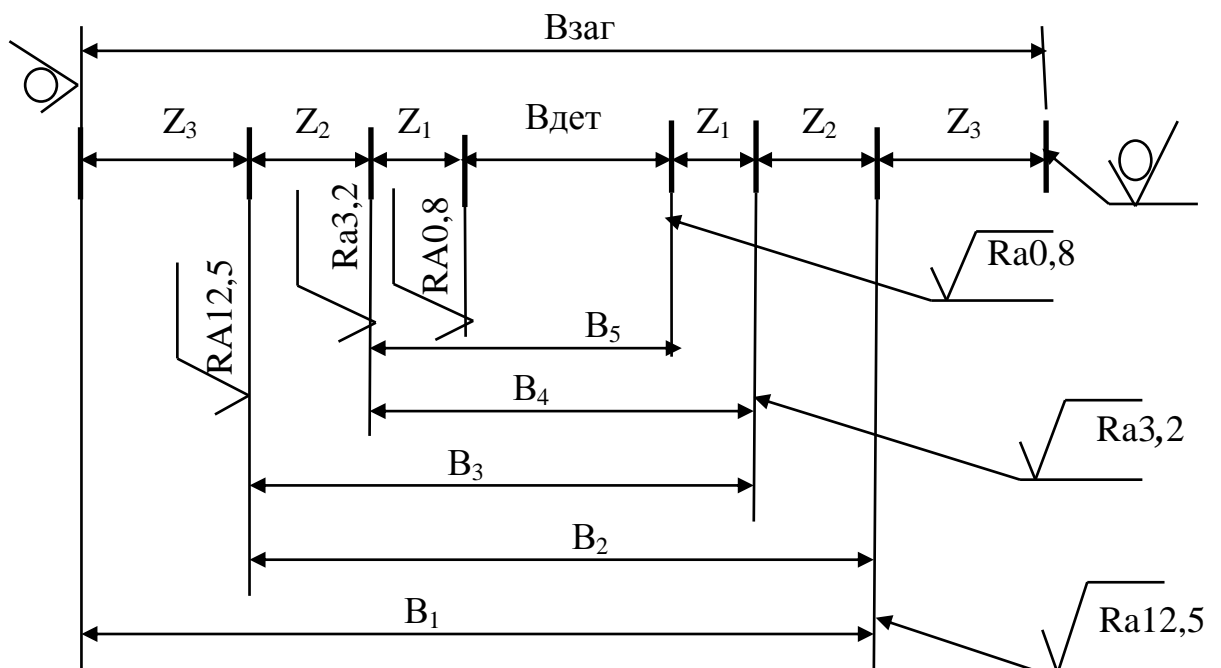
Размер отверстия после чернового растачивания:

$$A_1 = A_{дет} \min - Z_1 - Z_2$$

Размер отверстия после чистового растачивания:

$$A_2 = A_{дет} \min - Z_1$$

Межоперационные размеры по длине (ширине) детали рассчитываются с учетом последовательности обработки торцевых поверхностей (рисунок 3).



Вдет	– размер готовой детали	Взаг	– размер заготовки
Z ₁	– припуск на окончательную обработку	B ₁ B ₂	– размеры после черновой обработки
Z ₂	– припуск на чистовую обработку	B ₃ B ₄	– размеры после чистовой обработки
Z ₃	– припуск на черновую обработку	B ₅	– размер после окончательной обработки одного торца

Рисунок 3. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке торцевых поверхностей

Размер после черновой обработки одного торца:

$$B_1 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

Размер после черновой обработки второго торца:

$$B_2 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_1 + Z_2$$

Размер после черновой обработки обеих торцов и чистовой одного торца:

$$B_3 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

Размер после чистовой обработки второго торца: $B_4 = B_{дет} + Z_1 + Z_1$

Размер после шлифования одного торца: $B_5 = B_{дет} + Z_1$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали $B_{дет}$.

11 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННЫХ ЭСКИЗОВ И СОСТАВЛЕНИЕ ТЕКСТА ПЕРЕХОДОВ

Операционные эскизы (Приложения Б,В. Раздел 9. Разработка операционных эскизов и составление текста переходов) разрабатываются для каждого закрепления (установки) детали. Каждому эскизу присваивается порядковый номер в пределах данной операции. Эскизы выполняются в произвольном масштабе с применением чертежных инструментов. На эскизе заготовка показывается в том виде и в том положении, как её видит рабочий на станке в конце обработки. Условными знаками показывается место и способ закрепления заготовки. Обрабатываемые поверхности обводятся толстыми линиями (2-3в). Размеры и требования по шероховатости проставляются только для мест обработки, т.е. те размеры и параметры шероховатости, за которые отвечает рабочий на данной операции. Все размеры нумеруются арабскими цифрами, проставленными в кружочках. Кружки устанавливаются на выносках размерных стрелок.

Номера размеров на операционных эскизах проставляются по часовой стрелке. В пределах одной операции нумерация сквозная.

Тексты переходов (Приложения Б,В) записываются по порядку их выполнения, в повелительном тоне. Слова располагаются в следующем порядке: «действие» - «название поверхности» - «номера выполняемых размеров». Например: Расточить канавку 5 6 7. Вспомогательные переходы, не связанные со снятием стружки, обозначаются буквами, рабочие – цифрами. В пределах одной операции обозначение сквозное.

12 ПОДБОР РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Режущие инструменты подбираются в зависимости от формы и расположения обрабатываемой поверхности (рисунки 4, 5 и 6).

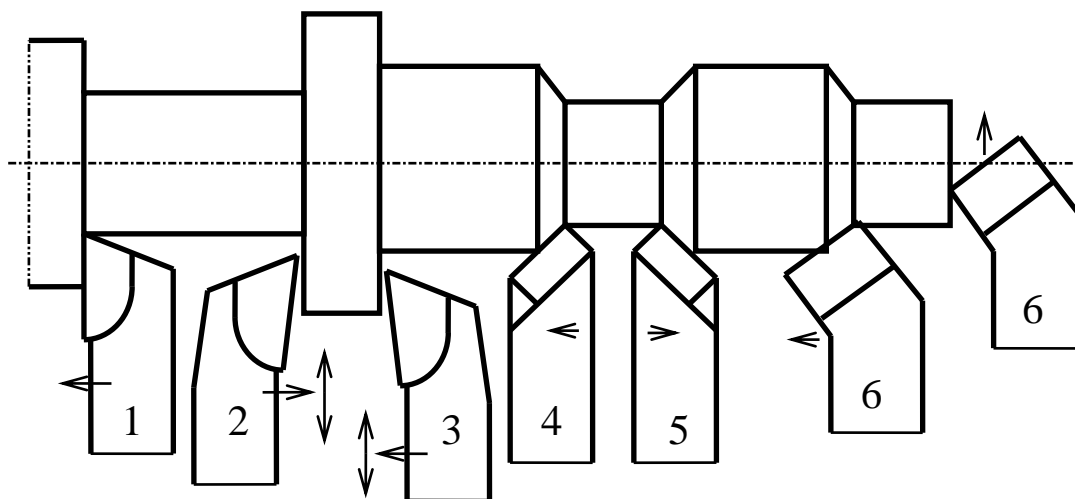


Рисунок 4. Обтачивание ступенчатого валика

По назначению они подразделяются на проходные (рисунок 4, «4», «5», «6»), проходные упорные (рисунок 4, «1»), подрезные (рисунок 4, «2», «3»), расточные проходные (рисунок 5, «7»), расточные подрезные (рисунок 5, «8»), отрезные (рисунок 5, «10»), резьбонарезные (рисунок 5, «9», «11») и фасонные (рисунок 6).

По форме головки резцы подразделяются на прямые (рисунок 4, «1», «4», «5»), отогнутые (рисунок 4, «2», «3», «6»), изогнутые (рисунок 7) и оттянутые (рисунок 5, «10», «11»). Резцы с отогнутой головкой могут использоваться при точении на продольной и поперечной подачах. Изогнутая форма головки рекомендуется для тяжело нагруженных обдирочных резцов.

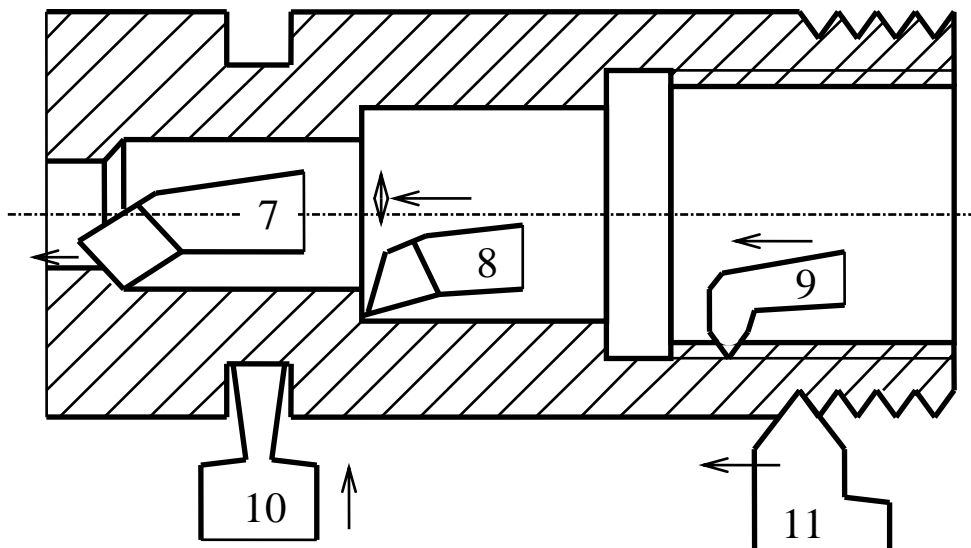


Рисунок 5. Обработка полой детали

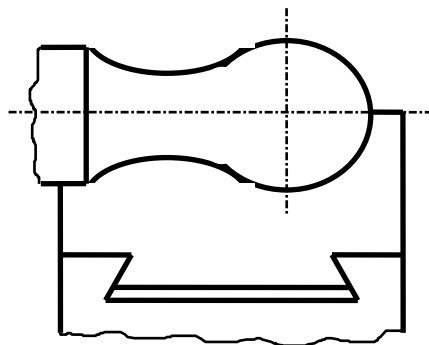


Рисунок 6. Резец фасонный, призматический

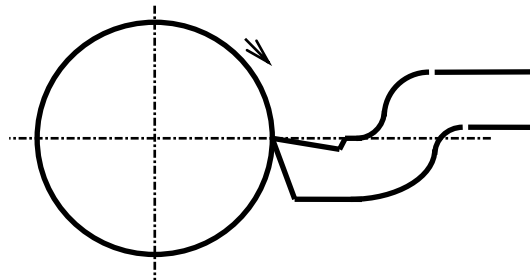


Рисунок 7. Резец с изогнутой головкой

Таблица 1 Основные типы токарных резцов (по рисункам 4 и 5)

№	Название резца	Главный угол в плане	№	Название резца	Главный угол в плане
1	Проходной упорный, правый	$\varphi 90^0$	7	Расточной, проходной	$\varphi 45^0$
2	Подрезной, левый	$\varphi 95^0$	8	Расточной, подрезной	$\varphi 95^0$
3	Подрезной, правый	$\varphi 95^0$	9	Резьбонарезной, внутренний	$\varepsilon 60^0$
4	Проходной, прямой, правый	$\varphi 45^0$	10	Отрезной	$\varphi 90^0$
5	Проходной, прямой, левый	$\varphi 45^0$	11	Резьбонарезной	$\varepsilon 60^0$
6	Проходной, отогнутый, правый	$\varphi 45^0$			

При выборе режущего инструмента предпочтение делается Гостированному и нормальному. Марка материала режущей части назначается в зависимости от материала обрабатываемой детали и характера обработки (черновая, чистовая и т.д.).

При изготовлении токарных резцов, как и других режущих инструментов, в основном применяются ниже перечисленные группы инструментальных материалов.

Инструментальные углеродистые стали марок У7, У7А, У8, У8А, У9, У9А имеют низкую теплостойкость ($200^{\circ}\dots 250^{\circ}\text{C}$) и поэтому могут применяться для обработки материалов невысокой твердости – дерева и пластмасс.

Инструментальные легированные стали марок ХВ5, ХВГ, 9ХС и другие более прочные и износостойкие. Применяют их для изготовления фасонных резцов и при обработке материалов невысокой твердости.

Быстрорежущие стали марок Р9, Р18, Р6М5, Р9М4, 10Р6М5, Р9Ф5, Р14Ф4, Р9К10 выдерживают температуры в зоне резания до 600°C и поэтому могут работать при более высоких скоростях резания, чем резцы, изготовленные из инструментальных углеродистых и легированных сталей.

Металлокерамические твердые сплавы получили наибольшее применение для изготовления токарных резцов, так как они имеют высокую твердость и теплостойкость (около 900°C). По своему составу они подразделяются на три группы: вольфрамо-кобальтовые (однокарбидные – карбид вольфрама) ВК3, ВК6, ВК8, ВК10; вольфрамо-титано-кобальтовые (двухкарбидные – карбиды титана и вольфрама) Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т30К4; и вольфрамо-титано-тантало-кобальтовые (трехкарбидные – карбиды титана, тантала и вольфрама) ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ20К9. Сплавы с большим содержанием кобальта (ВК8, Т5К10, ТТ7К12) рекомендуется применять на операциях черновой обработки грубых заготовок, а сплавы с меньшим содержанием кобальта (ВК3, Т30К4) – на операциях чистового точения, когда гарантируется безударная нагрузка. При обработке сталей предпочтение следует отдавать сплавам групп ТК и ТТК, чугунов – группы ВК.

Минералокерамические твердые сплавы изготавливают из оксидов алюминия Al_2O_3 в форме разнообразных пластинок. Тепловая стойкость 1200°C . Недостатком этого материала является низкая ударная вязкость, поэтому широкого применения они не получили.

В целях обеспечения высокой производительности преимущественно используются металлокерамические твердые сплавы.

Быстрорежущие стали имеют меньшую теплостойкость. Но они лучше затачиваются, менее восприимчивы к ударным нагрузкам. Из них изготавливают фасонные резцы, сверла, развертки и т.д.

13 ПОДБОР МЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Выбор мерительного инструмента зависит от требуемой точности измерений, габаритов детали, формы и расположения измеряемых поверхностей. При токарной обработке преимущественно используют штангенциркули трех типов (ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3), угломеры (УН и УМ) и микрометры. Для контроля резьбы - шагомеры (шаблоны) и резьбовые калибры.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 1 В.А. Оськин, В.В. Евсиков Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 1. – М.: КолосС, 2007. – 447 с.
- 2 Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 2. [В.Ф. Карпенков и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 312 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Справочные таблицы

Таблица А1. Шероховатость поверхности и качества точности при различных видах обработки деталей резанием

Вид обработки		Шероховатость Ra	Квалитеты	
			Экономич.	Достижим.
Отрезка на станках	мех. пилой	25...100	15...17	-
	резцом, фрез.	25...50	14...17	-
Подр. торцев	резцом	3,2...12,5	11...13	9
Строгание	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	3,2...6,3	11...13	10
Долбление	черновое	25...50	14,15	-
	чистовое	3,2...12,5	12,13	11
Фрезерован. цилиндрич.	черновое	25...50	12...14	11
	чистовое	3,2...6,3	11	10
Фрезерован. торцевое	черновое	6,3...12,5	12...14	11
	чистовое	3,2...6,3	11	10
Обтачивание прод. подач.	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Обтачивание попер.подач.	черновое	12,5...25	14,15	-
	чистовое	3,2	11...13	9
Растачивание	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Сверление	до 15 мм	6,3...25	12...14	10...11
	св. 15 мм	12,5...25	12...14	-
Зенкерование	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	3,2...6,3	10...11	9
Развертывание	получистов.	6,3...12,5	9,10	8
	чистовое	1,6...3,2	7,8	-
Протягивание	получист.	6,3	8,9	-
	чистовое	1,25...3,2	7,8	-
Шлифование круглое	получистов.	3,2...6,3	8...11	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Шлифование плоское	получистов.	3,2	8...1	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Притирка	чистовая	0,4...3,2	6...7	-
	тонкая	0,1...1,6	5	-
Полирование	обычное	0,2...1,6	6	-
	тонкое	0,05...0,1	5	-
Хонингован.	цилиндрич.	0,05...0,2	7	6
Суперфиниш.	цилиндрич.	0,1...0,4	5	-

Таблица А2 Числовые значения допусков ГОСТ 25346 - 89

Интервалы размеров, мм	Значения допусков для качеств, мкм													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
Св. 3 до 6	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
Св. 6 до 10	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
Св. 10 до 18	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
Св. 18 до 30	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
Св. 30 до 50	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
Св. 50 до 80	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
Св. 80 до 120	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
Св. 120 до 180	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
Св. 180 до 250	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
Св. 250 до 315	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
Св. 315 до 400	18	25	36	57	89	140	230	360	570	830	1400	2300	3600	5700
Св. 400 до 500	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

Таблица А3 Припуски и допуски на стальные литые заготовки

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положе- ние по- верхно- сти	Номинальный размер, мм				
		До 50	50-120	120-250	250-500	500-800
1	2	3	4	5	6	7
до 120	Верх	4±0,5	4±0,8			
	низ,бок	4±0,5	4±0,8			
Св. 120 до 250	Верх	5±0,5	5±0,8	6±1,0		
	низ,бок	4±0,5	4±0,8	4±1,0		
Св. 250 до 500	Верх	6±0,8	6±1,0	7±1,2	7±1,5	
	низ,бок	5±0,8	5±1,0	5±1,2	6±1,5	
Св. 500 до 800	Верх	7±1,0	7±1,2	8±1,5	9±2,0	10±2,5
	низ,бок	5±1,0	5±1,2	6±1,5	6±2,0	7±2,5
Св. 800 до 1250	Верх	8±1,0	8±1,5	9±1,5	10±2,0	10±2,5
	низ,бок	6±1,0	6±1,5	7±1,5	7±2,0	8±2,5

Таблица А4 Припуски и допуски на литые заготовки из серого чугуна

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности	Номинальный размер, мм				
		До 50	50-120	120-250	250-500	500-800
до 120	Верх	3,5±0,5	4,0±0,8			
	низ,бок	2,5±0,5	3,0±0,8			
Св.120 до 250	Верх	4,0±0,5	4,5±0,8	5,0±1,0		
	низ,бок	3,0±0,5	3,5±0,8	4,0±1,0		
Св.250 до 500	Верх	4,5±0,8	5,0±1,0	6,0±1,2	6,5±1,5	
	низ,бок	3,5±0,8	4,0±1,0	4,5±1,2	5,0±1,5	
Св.500 до 800	Верх	5,0±1,0	6,0±1,2	6,5±1,5	7,0±2,0	7,5±2,5
	низ,бок	4,0±1,0	4,5±1,2	4,5±1,5	5,0±2,0	5,5±2,5
Св.800 до 1250	Верх	6,0±1,0	7,0±1,5	7,0±1,5	7,5±2,0	8,0±2,5
	низ,бок	4,0±1,0	5,0±1,5	5,0±1,5	5,5±2,0	5,5±2,5

Таблица А5 Припуски и допуски на поковки

Диаметр или ширина детали, мм	Размер детали под припуск	Высота детали, мм					
		До 50	50-65	65-80	80-100	100-125	125-180
до 50	Высота	6±2	6±2	7±2			
	Диам., ширина	6±2	6±2	7±2			
50...80	Высота	6±2	7±2	8±2	9±2	9±2	
	Диам., ширина	7±2	7±2	8±2	9±2	9±2	
80...100	Высота	7±2	8±2	8±2	9±2	10±2	11±2
	Диам., ширина	8±2	8±2	9±2	10±2	10±2	11±3
	Отверст	14±2	15±2	15±2	16±2	16±2	17±3
100...150	Высота	7±2	8±2	8±2	9±2	10±2	11±3
	Диам., ширина	9±2	9±2	10±2	11±2	11±2	12±4
	Отверст	15±2	16±2	16±2	17±2	17±2	18±4

Таблица А6 Припуски на черновое обтачивание валов из проката, мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...400	400...800	800..1200	1200...1600
8...18	3,0	3,0	4,0	-	-
18...30	3,5	3,5	4	4,5	5
30...50	4	4,5	5	5,5	6
50...80	4	4,5	5,5	6	6,5
80...120	5,5	6	7	7,5	8,5
120...200	6	7	7,5	8,5	9

Таблица А7 Припуски на чистовое обтачивание валов , мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...400	400...800	800..1200	1200...1600
8...18	1,2	1,5	1,5	-	-
18...30	1,5	1,5	2	2	2,5
30...50	1,5	1,5	2,	2	2,5
50...80	2	2	2	2,5	3
80...120	2	2	2,5	2,5	3
120...200	2	2,5	2,5	3	3

Таблица А8 Припуски на центровое шлифование сырых валов , мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...250	250...500	500...800	800...1200
до 10	0,2	0,3	0,3	0,4	-
10...18	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
18...30	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
30...50	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
50...80	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
80...120	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
120...180	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8

Примечание: для закаливаемых валов припуск увеличивается на 0,1...0,3 мм

Таблица А9 Припуски по длине на различные виды резки, мм

Диаметр заготовки	Ширина резки			Припуск на под- резку 1 торца
	Пилой	Фрезой	резцом	
20	2,5	2	3	1
30	2,5	2	3,5	1,5
45	2,5	2	4	1,5
75	2,5	2	4	1,5
100	2,5	3	5	2
150	2,5	3	6	2

Таблица А10 Припуски на чистовое подрезание торцев и уступов, мм

Диаметр заготовки	Длина вала				
	до 18	18...50	50...120	120...260	260...500
до...30	0,4	0,5	0,7	0,8	1
30...50	0,5	0,6	0,7	0,8	1
50...120	0,6	0,7	0,8	1	1,2
120...250	0,7	0,8	1	1	1,2
свыше 250	0,8	0,9	1	1,2	1,4

Таблица А11 Припуски на шлифование торцев после чистовой подрезки, мм

Диаметр торца	Длина вала				
	до 30	30...50	50...80	80...120	120...180
до...30	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
30...120	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
120...150	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5

Таблица А12 Размеры и предельные отклонения проката, горячекатанная сталь.

Круглая									Шестигранная						Допуск	
															+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	5,5	6	6,3	6,5	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	0,3	0,5
11	12	13	14	15	16	17	18	19	14	15	16	17	18	19	0,3	0,5
20	21	22	23	24	25				20	21	22	23	24	25	0,4	0,5
26	27	28	29	30	31	32	33	34	26	28	30	32	34	36	0,4	0,7
35	36	37	38	39	40	41	42	43	38	40	42	46	48		0,4	0,7
44	45	46	47	48											0,4	0,7
50	52	53	54	55	56	58			50	52	55				0,4	1,0
60	62	63	65	67	68	70	72	75	60	63	65	70	75		0,5	1,1
80	82	86	90	96					80	85	90	95			0,5	1,3
100	105	110	115						100						0,6	1,7
120	125	130	135	140	150										0,8	2,0
160	170	180	190	200											0,8	2,5
210	220	230	240	250											1,2	3,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример разработки токарной операции изготовления детали типа «Вал»

1 Чертеж детали (оформляется на формате А4 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД).

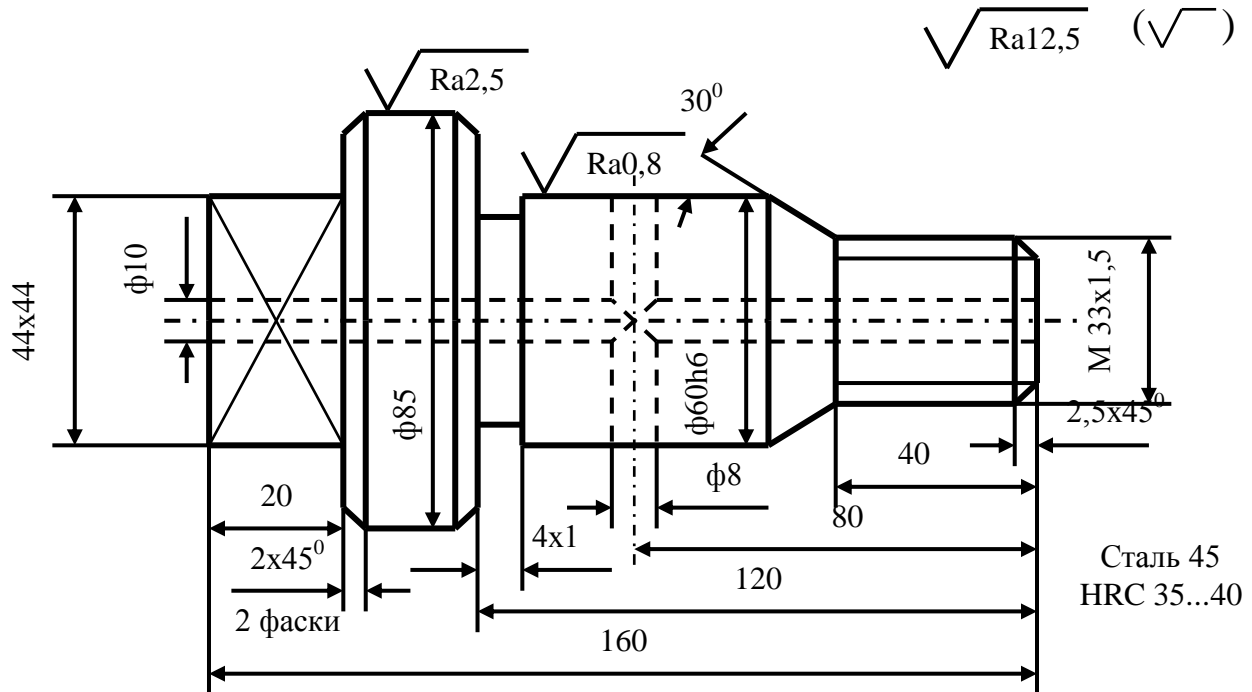


Рисунок Б1 Опорная ось

2. Анализ чертежа детали

Деталь имеет форму ступенчатого вала. На левом конце расположена квадратная головка под ключ 44x44, на правом – резьба $M 33 \times 1,5$. В средней части посадочная шейка диаметром 60 мм и опорный бурт диаметром 85 мм. Перед опорным буртом технологическая канавка 4x1, по оси детали проходит сквозное отверстие $\phi 10$ мм, в средней части поперечное сквозное отверстие диаметром 8 мм. Переходная поверхность между резьбовой частью и шейкой $\phi 60$ имеет форму конуса с углом 30° .

Торцевые поверхности детали и наружная поверхность могут быть получены обтачиванием на токарном станке. Внутренне отверстие можно получить сверлением так же на токарном станке. Резьбу можно нарезать резьбонарезным резцом для наружных резьб. Сквозное поперечное отверстие $\phi 8$ мм можно получить на вертикально-сверлильном станке, квадратная головка на левом торце - фрезерованием концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке с применением делительной головки.

Точность размеров и шероховатость поверхностей обеспечивается соответствующими (Приложение А, таблица А1) видами обработки:

Наружная поверхность $\phi 85h8$, $Ra_{2,5}$ – чистовое продольное точение после чернового.

Шейка размером $60h6$, $Ra_{0,8}$ – шлифование после чернового и чистового продольного точения.

Для остальных поверхностей точность размеров не оговаривается, шероховатость $Ra_{12,5}$ – черновое точение.

Материал детали – сталь 45. Это конструкционная сталь, относится к группе «термически улучшаемые».

Механические свойства материала: $\sigma_{вр} = 610\text{МПа}$, $\sigma_{т} = 360\text{МПа}$, $\delta = 16\%$, $\psi = 40\%$.

Химический состав: $C = 0,42...0,48\%$

Сталь хорошо обрабатывается резанием. Для обеспечения твердости HRC 35...40 необходимо провести термическую обработку: закалку в масле и низкий отпуск. Термическая обработка должна проводиться после этапа лезвийного резания - точения, сверления, фрезерования, перед абразивной обработкой - шлифованием.

На основании проделанного анализа чертежа детали составляем предварительный технологический маршрут (рисунок Б2).

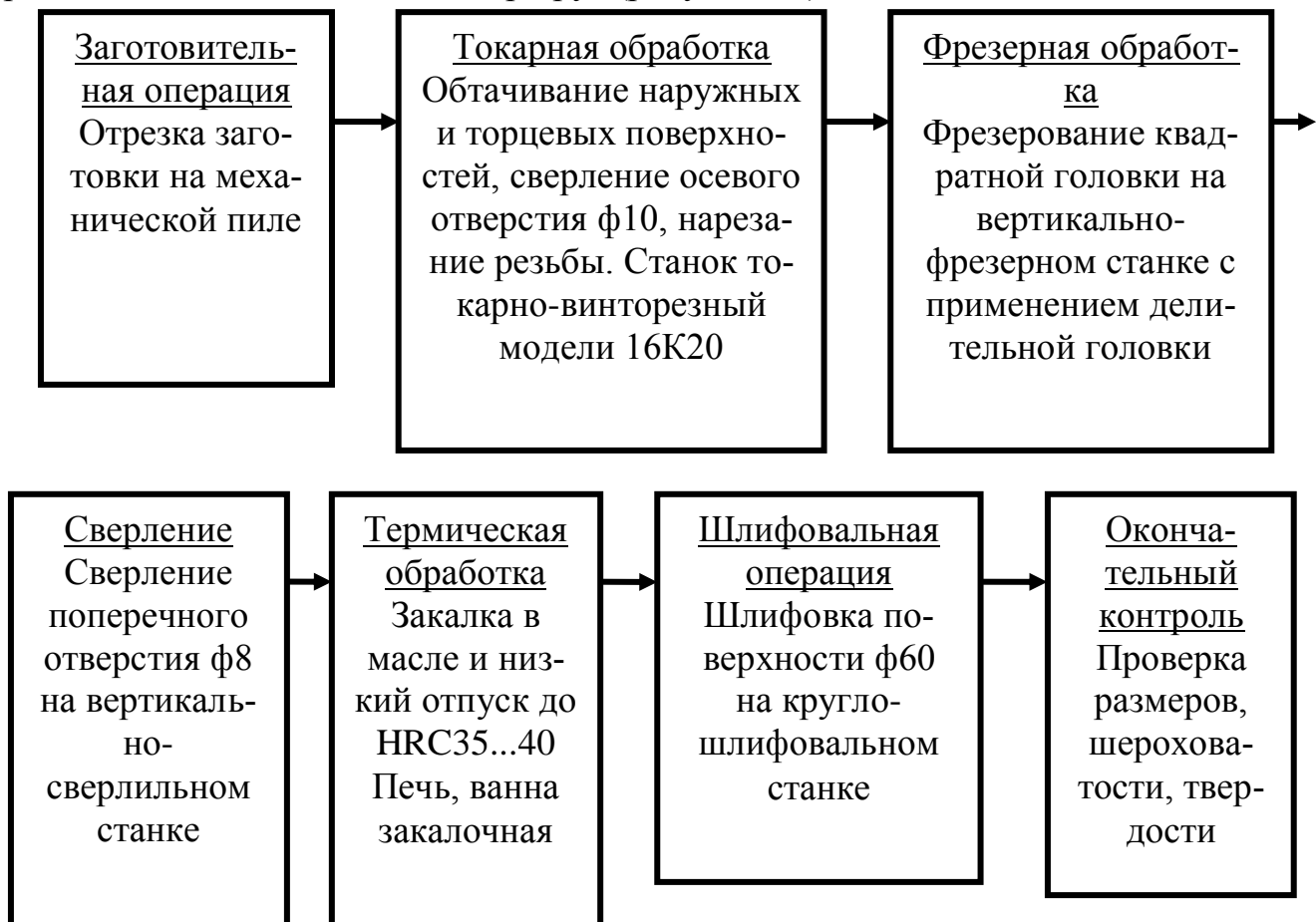


Рисунок Б2 Технологический маршрут изготовления детали «Опорная ось»

3. Содержание токарной операции и разработка чертежа для токарной обработки (токарная заготовка).

При токарной обработке невозможно получить квадратную головку под ключ. Данная поверхность при токарной обработке должна получить цилиндрическую форму с диаметром, превышающим диагональ квадрата 44x44. По теореме Пифагора вычисляем размер диагонали и получаем 63,36мм. Принимаем 64мм.

Удаляем поперечное отверстие диаметром 8мм.

Шейка размером 60h6, Ra0,8 будет шлифоваться. Поэтому оставляем припуск на шлифование и на чертеже указываем размер 60,5 Точный расчет приведен в разделе «Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров».

Остальные поверхности и их размеры оставляем без изменений (рисунок Б3).

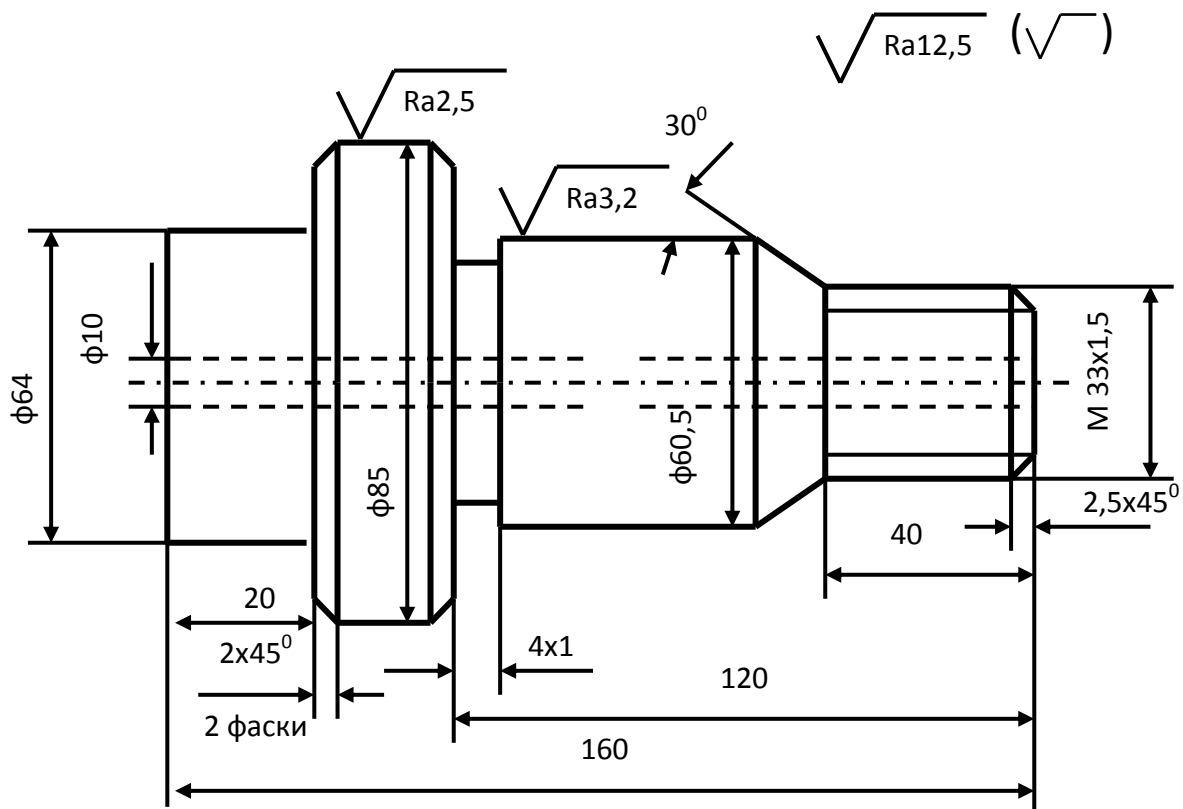


Рисунок Б3 Чертеж токарной заготовки (оформляется на формате А4)

4 Выбор способа получения заготовки и расчет её размеров

Для условий ремонтных мастерских предприятия наиболее доступными видами заготовок являются поковки, полученные методом свободной ковки и горячекатаный прокат.

Вариант 1. Заготовка – прокат.

Заготовка из проката имеет самую простую форму – цилиндр, в контуры которого должны вписываться, с учетом припусков на обработку, контуры изготавливаемой детали.

Размеры проката определяем по двум наибольшим размерам детали: наружному диаметру и длине.

Наибольший размер по диаметру - $\phi 85h8$, шероховатость $Ra2,5$. Поверхность будет обтачиваться начисто после черного точения (Приложение А, таблица А1). Необходимо учитывать припуски на два вида обработки.

$$A_{заг} = A_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + [-T_{Азаг}],$$

где: $Z_1 = 0$

$Z_2 = 2$ (Приложение А, таблица А6)

$Z_3 = 6$ (Приложение А, таблица А5)

$[-T_{Азаг}] = -1,3$ (Приложение А, таблица А11)

$$A_{заг} = 85 + 2 + 6 + 1,3 = 94,3$$

По таблице А11 (Приложение А) принимаем ближайший больший размер круглого проката $\phi 96^{+0,5}_{-1,3}$

Наибольший размер по длине – 160мм, шероховатость $Ra6,3$ с обеих сторон. Поверхности будут обтачиваться на режимах получистового точения (Приложение А, таблица А1).

$$B_{заг} = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + T_{Взаг},$$

где: $Z_1 = 0$

$Z_2 = 0$

$Z_3 = 2$ (Приложение А, таблица А8)

$T_{Взаг} = 1,6$ по 15 качеству точности (Приложение А, таблицы А1 и А12)

$$B_{заг} = 160 + 2 + 2 + 1,6 = 165,6_{-1,6}$$

По результатам расчетов оформляем эскиз заготовки (рисунок Б4).

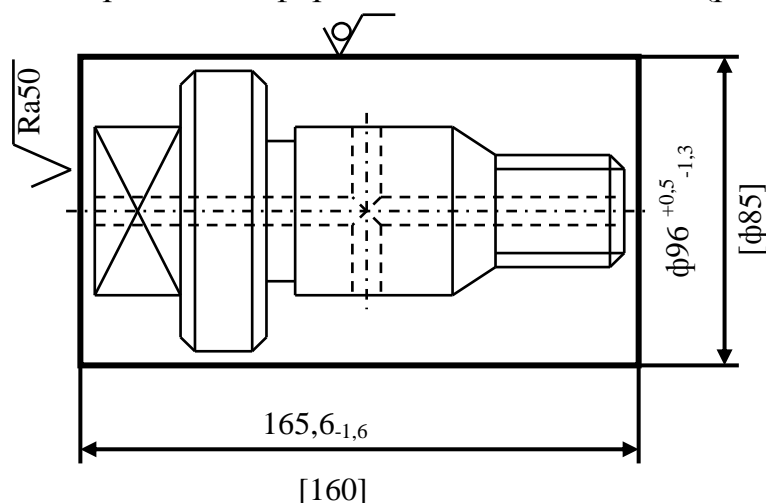


Рисунок Б4. Эскиз заготовки из проката

Вариант 2. Заготовка – поковка.

Размеры поковки определяем по трем основным размерам детали: наибольшему диаметру наружной поверхности, диаметру в районе шейки и длине.

$$A_{заг} = (A_{дет} + Z) \pm T_{A_{заг}}$$

Наибольший размер по диаметру – $\phi 85$

$Z = 11$ (приложение А, таблица А4)

$T_{A_{заг}} = \pm 3$ (приложение А, таблица А4)

$$A_{заг} = (85 + 11) \pm 3 = 96 \pm 3$$

Размер по диаметру в средней части детали – $\phi 60$

$Z = 9$ (приложение А, таблица А4)

$T_{A_{заг}} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$A_{заг} = (60 + 9) \pm 2 = 69 \pm 2$$

Наибольший размер по длине – 160,

$$B_{заг} = (B_{дет} + Z) \pm T_{B_{заг}}$$

$Z = 11$ (приложение А, таблица А4)

$T_{B_{заг}} = \pm 3$ (приложение А, таблица А4)

$$B_{заг} = (160 + 11) \pm 3 = 171 \pm 3$$

По результатам расчетов оформляем эскиз ковanej заготовки (рисунок Б5).

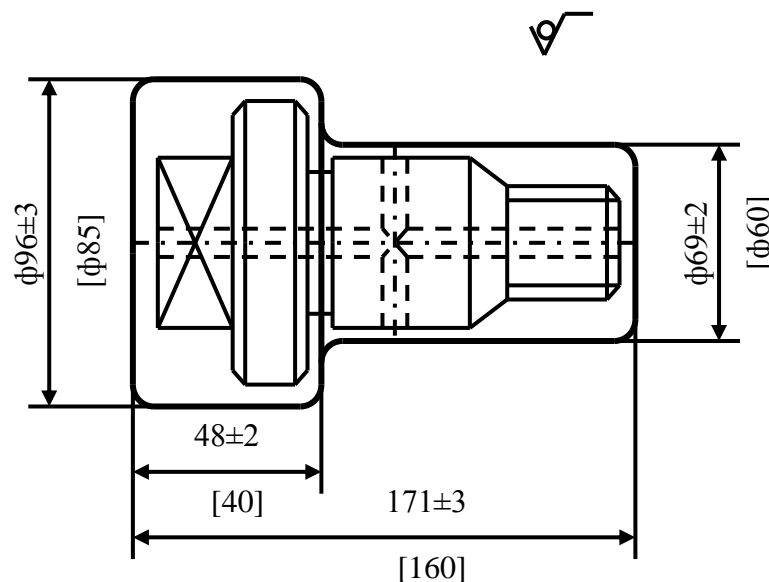


Рисунок Б5. Эскиз ковanej заготовки

5 Выбор станочного оборудования

Габариты обрабатываемой заготовки $\phi 96 \times 165$. По диаметру отверстия шпинделя данная заготовка может обрабатываться на станке модели 16K50. Но этот станок рассчитан на обработку крупногабаритных изделий и для данной

детали будет использоваться с явной недогрузкой. По размеру заготовки, устанавливаемой над суппортом, можно планировать применение станков моделей 16Б16А и 16К20. Так как результаты расчетов заготовок показывают очень низкий коэффициент использования металла, и, следовательно, большой объем срезаемой стружки, предпочтение следует отдать станку модели 16К20, имеющему более мощный двигатель.

6 Выбор черновых и чистовых баз, мест и способов закрепления заготовки

В качестве черновой базы используем необработанную поверхность заготовки $\phi 96$ мм. Эта база будет использована только в начале технологического процесса, при первых закреплениях заготовки в трехкулачковом патроне станка. За чистовую базу принимаем центровочное отверстие, которое необходимо при закреплении заготовки с большим вылетом, когда потребуется поджатие вращающимся центром, установленном в задней бабке. Так же за чистовую базу принимаем обработанную поверхность $\phi 60$, при закреплении за которую можно проводить обработку поверхности под квадратную головку.

7 Определение очередности обработки поверхностей

В первую очередь обрабатываем базовые поверхности – обтачиваем торец и сверлим центровочное отверстие. При закреплении заготовки в патроне с поджатием вращающимся центром можно обработать поверхности $\phi 85$, канавку 4×1 , $\phi 60$, $M33 \times 1,5$. Обработка за одну установку гарантирует обеспечение соосности этих поверхностей. При закреплении за обработанную поверхность $\phi 60$ обтачивается левый торец детали, цилиндрическая поверхность $\phi 64$ под квадратную головку и сверлится сквозное отверстие $\phi 10$. Сверление поперечного отверстия $\phi 8$, фрезерование квадратной головки 44×44 можно проводить после токарной операции.

8 Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров

Операционные припуски назначаются по таблицам (Приложение А, таблицы А5...А10). Межоперационные размеры (МОР) рассчитываем для цилиндрических поверхностей $\phi 85$, $\phi 60$ и размера по длине детали 160.

Поверхность $\phi 85h8$, шероховатость $Ra_{2,5}$. Поверхность будет обтачиваться начисто после чернового точения (Приложение А, таблица А1).

Размер после чернового точения: $A_1 = A_{дет} \max + Z_2$

$Z_2 = 2$ (Приложение А, таблица А6)

$A_1 = 85 + 2 = 87$

Поверхность $\phi 60h6$, шероховатость $Ra0,8$. Поверхность будет шлифоваться после черного и чистового точения (Приложение А, таблица А1).

Размер после черновой обработки перед чистовой «А₁»

$$A_1 = A_{\text{дет max}} + Z_1 + Z_2$$

$$Z_1 = 0,5 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$Z_2 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А6)}$$

$$A_1 = 60 + 0,5 + 2 = 62,5$$

Размер после чистовой обработки перед шлифованием «А₂»

$$A_2 = A_{\text{дет max}} + Z_1$$

$$Z_1 = 0,5 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$A_2 = 60 + 0,5 = 60,5$$

Размер по длине – 160мм, шероховатость $Ra12,5$ с обеих сторон. Поверхности будут обтачиваться на режимах черного точения (Приложение А, таблица А1).

Строим расчетную схему.

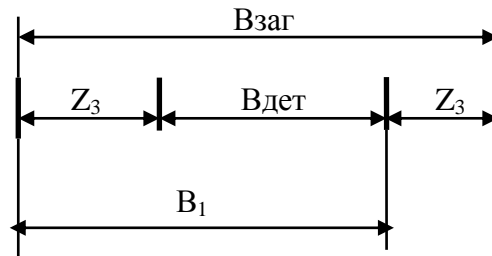


Рисунок Б8 Межоперационные размеры при обработке торцевых поверхностей

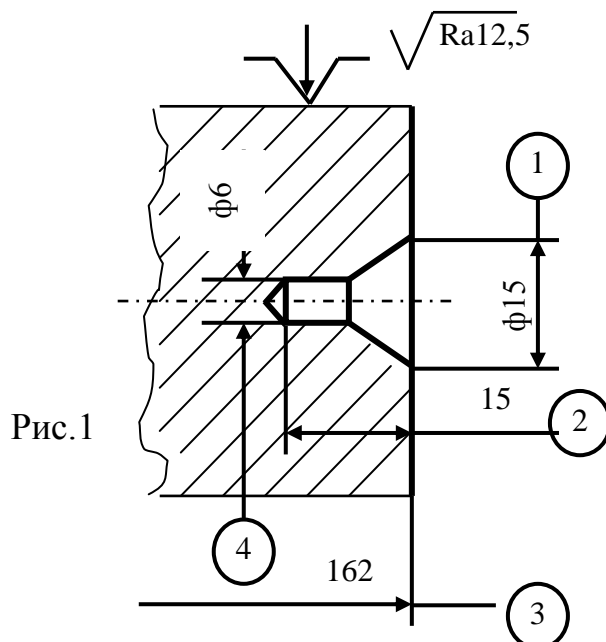
Размер после черновой обработки одного торца:

$$B_1 = B_{\text{дет}} + Z_3$$

$$Z_3 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А8)}$$

$$B_1 = 160 + 2 = 162$$

9 Разработка операционных эскизов и составление текста переходов



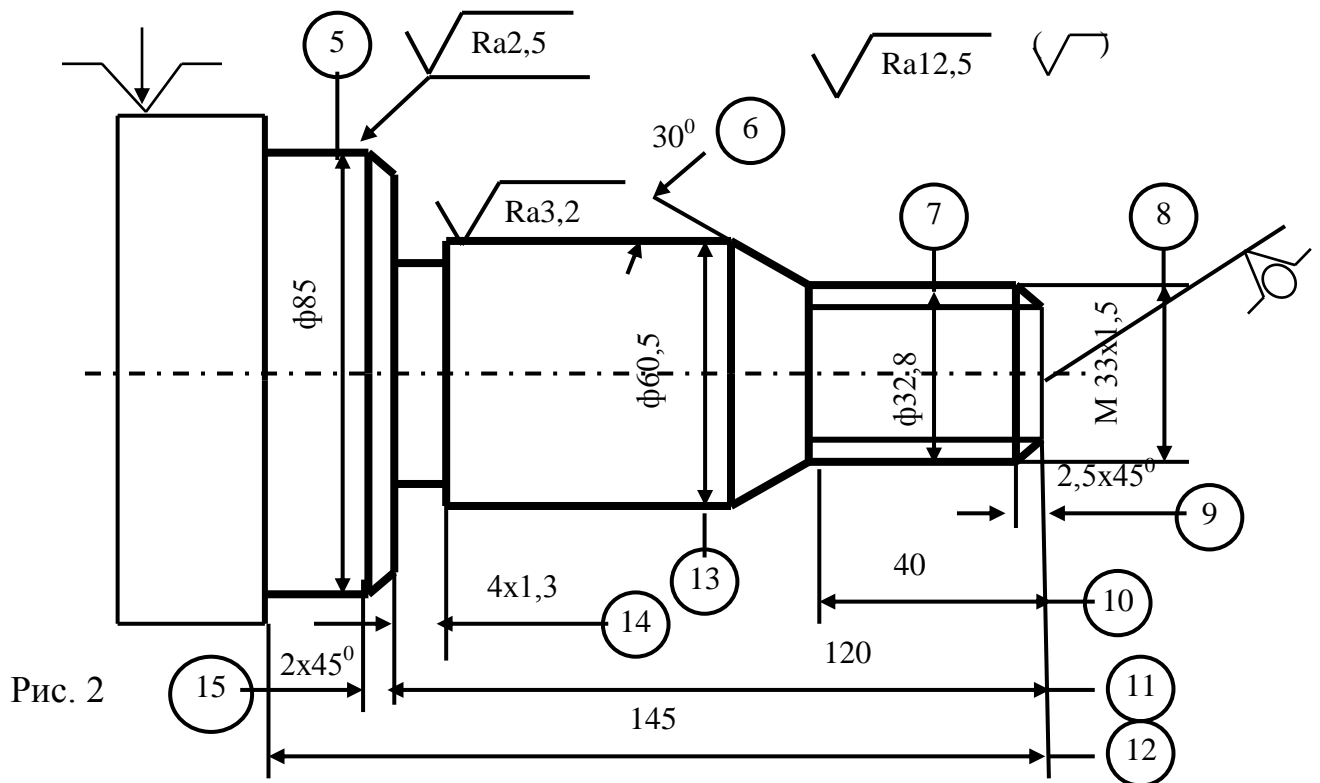
А Закрепить заготовку
(Рис.1)

1 Точить торец (3)

2 Сверлить центровочное отверстие



Б Переустановить заготовку
(Рис.2)



- 3 Точить цилиндр (5) (12)
- 4 Точить цилиндр (13) (11)
- 5 Точить цилиндр (7) (10) (6)
- 6 Точить канавку (14)
- 7 Снять фаску (15)
- 8 Снять фаску (9)
- 9 Нарезать резьбу (8) (10)
- В Переустановить заготовку (Рис. 3)

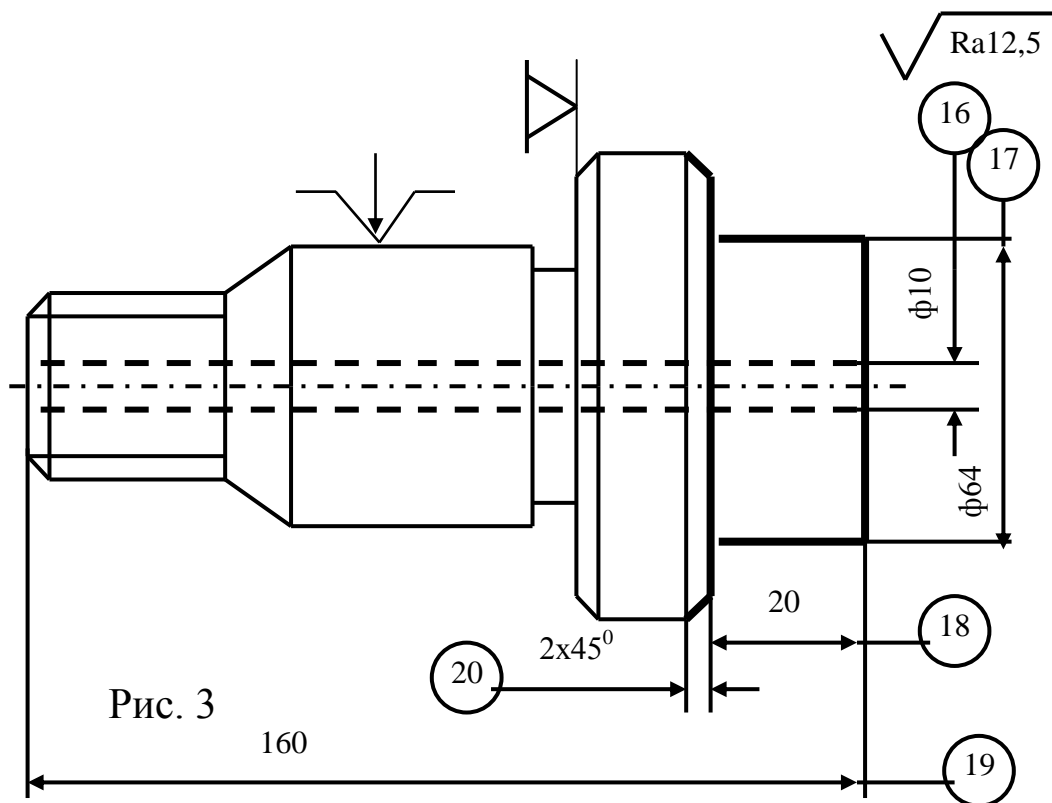


Рис. 3

160

- 10 Точить торец (19)
- 11 Точить цилиндр (17) (18)
- 12 Снять фаску (20)
- 13 Сверлить отверстие (16)
- Г Снять деталь

10 Подбор режущих инструментов

№	Содержание перехода	Режущий инструмент
1	Точить торец (3)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
2	Сверлить центровочное отверстие (1) (2) (4)	Сверло центровочное $\varphi 6$
3	Точить цилиндр (5) (12)	Проходной упорный $\varphi 90^0$
4	Точить цилиндр (13) (11)	Проходной упорный $\varphi 90^0$
5	Точить цилиндр (7) (10) (6)	Проходной отогнутый $\varphi 30^0$
6	Точить канавку (14)	Канавочный 4мм
7	Снять фаску (15)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
8	Снять фаску (9)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
9	Нарезать резьбу (8) (10)	Резьбонарезной $\varepsilon 60^0$
10	Точить торец (19)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
11	Точить цилиндр (17) (18)	Проходной упорный $\varphi 90^0$
12	Снять фаску (20)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
13	Сверлить отверстие (16)	Сверло $\varphi 10$

11 Подбор мерительного инструмента

Выбор мерительного инструмента зависит от требуемой точности измерений, габаритов детали, формы и расположения измеряемых поверхностей. При токарной обработке используем штангенциркули двух типов (ШЦ-1, ШЦ-2). Для контроля резьбы - шагомеры (шаблоны) и резьбовые калибры.

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ СВЕРЛАМИ, ЗЕНКЕРАМИ И РАЗВЕРТКАМИ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Обработка отверстий сверлами, зенкерами и развертками производится преимущественно на сверлильных, токарных, расточных и агрегатных станках. Каждый из перечисленных инструментов имеет свое назначение.

1.1 Сверла предназначены для сверления отверстий в сплошном материале или рассверливания ранее полученных отверстий.

1.2 Зенкеры применяются для обработки ранее просверленных, литых и штампованных отверстий с целью увеличения их размеров, изменения геометрических форм или подготовки для дальнейшего развертывания.

1.3 Развертки необходимы для окончательной обработки отверстий с целью повышения класса точности и уменьшения шероховатости поверхности.

Характеристика инструментов. В таблице 1 приведены величины припусков на обработку, достигаемые значения шероховатости поверхностей и точности при обработке названными инструментами.

Таблица 1 Припуски на обработку и качество обработки при сверлении, зенкерование и развертывании

Вид обработки	Припуск на обработку, мм	Шероховатость, Ra	Квалитеты	
			экономич.	достижимые
Сверление до 15 мм св. 15 мм	D/2	6,3...25	12...14	10,11
	D/2	12,5...25	12...14	10,11
Рассверливание	(D-d)/2	6,3...25	12...14	10,11
Зенкерование черновое чистовое	До 4	12,5...25	12...14	-
	0,5...2	3,2...6,3	10,11	9
Развертывание получистовое чистовое	0,1...0,2	6,3...12,5	9,10	8
	0,05...0,15	1,6...3,2	7,8	-

2 КРЕПЛЕНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗАГОТОВОК

Для правильной установки и закрепления обрабатываемых заготовок на столе сверлильного станка применяют различные приспособления: тиски машинные (винтовые, эксцентриковые, пневматические и с гидроприводом), призмы, прижимные планки, упоры, угольники, кондукторы и др.

Призмы с прижимными планками удобны для установки цилиндрических деталей, упоры и угольники позволяют зажимать детали со сложной конфигурацией при различной их ориентации. Кондукторы обеспечивают надежное направление режущего инструмента по отношению к четко зафиксированной заготовке, но они предназначены для обработки только конкретной детали. Машинные тиски универсальны, но требуют больших затрат времени для точной выверки закрепленной заготовки.

3 КРЕПЛЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Все режущие инструменты, применяемые при обработке отверстий на сверлильных станках, выпускаются с коническими или цилиндрическими хвостовиками. На сверлильных станках их крепят тремя способами: непосредственно в коническом отверстии шпинделя; при помощи переходных втулок; при помощи зажимных патронов. Развертки закрепляются в самоустанавливающимися качающихся или плавающих патронах.

4 ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Назначение рационального режима заключается в выборе такой скорости резания и подачи, при которых процесс обработки был бы наиболее производительным и экономичным, обеспечивая требуемую точность размеров и качество поверхности.

Порядок назначения режимов резания:

- по табличным данным в зависимости от характера обработки, требуемого качества обработанной поверхности, прочности инструмента и других технологических и механических факторов выбирается подача (S);
- выбранная подача корректируется по паспортным данным станка;
- вычисляется по эмпирическим формулам или выбирается по справочным таблицам скорость резания (V), допустимая режущими свойствами инструмента;
- по найденной скорости резания вычисляется расчетная частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ об / мин}$$

- по паспортным данным станка подбирается фактическое число оборотов при условии:

$$n_{\text{факт}} \leq 1,05 n_{\text{расч}}$$

5 ТЕХНОЛОГИЯ И РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ

5.1 Сверление как самостоятельная операция проводится в тех случаях когда не требуется высокая точность обработки. В зависимости от величины партии обрабатываемых заготовок и требуемой точности сверление выполняют в кондукторе или по разметке.

Правила выполнения операции сверления отверстий сводится к следующему:

- при сверлении по разметке увод оси отверстия будет меньше, если в начале засверлить сверлом малого диаметра или центровочным сверлом;
- при начале контакта сверла с поверхностью заготовки и перед выходом сверла из отверстия работать на уменьшенной подаче;
- отверстия диаметром более 25 мм в сплошном материале сверлить за два прохода (с рассверливанием или зенкерованием);
- при рассверливании подачу можно увеличить в два раза;
- сверление глубоких отверстий (более восьми-десяти его диаметров) рекомендуется проводить в три этапа: засверливание (центрование) жестким укороченным сверлом, сверление коротким сверлом на глубину до четырех его диаметров, а затем длинным на заданную глубину.

5.2 Зенкерование проводится по предварительно полученным отверстиям с целью удаления максимального припуска, придания им более правильной геометрической формы, уменьшения шероховатости. Зенкерование позволяет исправить неточное расположение оси ранее литого или штампованного отверстия. Для этого зенкер следует жестко крепить в шпинделе станка и ориентировать кондукторными втулками. Если зенкерование проводится сразу после сверления (в одной операции, без перемещения заготовки), то необходимость в направлении кондукторными втулками отпадает.

Размер зенкера выбирается в зависимости от выполняемой операции. Если обработка зенкером окончательная, то его размер берется по диаметру отверстия, указанному в чертеже. Если после зенкерования предусмотрено развертывание, размер зенкера должен быть меньше на величину припуска под развертывание.

Наличие у зенкера нескольких режущих кромок, относительно небольшие припуски позволяют работать на подачах, в 2...3 раза превышающих подачу при сверлении.

Цекование предназначено для обработки торцевой поверхности около отверстия зенкерами (цековками), имеющими зубья на торце и направляющую цапфу. Цапфа вводится в отверстие, что обеспечивает совпадение оси отверстия и вновь образованной торцевой поверхности.

Зенкерование создает в отверстиях конические или цилиндрические углубления под головки винтов, заклепок, шурупов, позволяет получить фаски правильной геометрической формы.

5.3 Развертывание – завершающая операция в процессе обработки точных отверстий. Развертывание отверстий выполняют как на сверлильных и других металлорежущих станках, так и вручную при слесарной и слесарно-сборочной обработке.

Развертывание предпочтительнее применять при обработке глухих и ступенчатых отверстий, при изготовлении деталей с несколькими близко расположенными отверстиями, при обработке отверстий малого диаметра и большей длины. Не рекомендуется применять развертывание термообработанных на высокую твердость деталей.

При развертывании трудно гарантировать жесткие допуски расположения оси, т.к. направление движения развертки зависит от направления оси отверстия, ранее обработанного менее точными способами – сверлением и зенкерованием.

Развертывание лучше выполнять сразу после сверления и зенкерование при одной установке заготовки в тисках или приспособлении.

Отверстия в стальных заготовках развертывать только с применением минеральных масел и эмульсий, в чугуне и алюминиевых сплавах – керосина или скипидара, ковкого чугуна и латуни – раствора эмульсола.

В зависимости от требований к качеству точности и шероховатости готового отверстия развертывание может быть однократным (черновым), двукратным (чистовым) и тонким (прецизионным). При этом размеры разверток подбирается с учетом припусков на обработку и возможного разбивания отверстия (до 0,02 мм).

Скорость резания при развертывании должна быть в 2...3 раза меньше, чем при сверлении сверлом того же диаметра. Для быстрорежущих разверток она применяется в пределах 3...12 м/мин. Повышение скорости резания может привести к ухудшению качества поверхности отверстия.

Подача назначается в зависимости от диаметра инструмента и материала заготовки в пределах 0,5...2,0 мм/об.

6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6.1 Подобрать режущий инструмент и вспомогательные приспособления для обработки отверстий по технологии, указанной в таблице 2.

6.2 Определить рациональные режимы резания для обработки отверстий на указанном станке.

6.3 Произвести обработку отверстий в заготовке.

6.4 Индикаторным нутромером измерить отверстия в различных плоскостях и на различных расстояниях от поверхности заготовки. По величине максимальных отклонений размеров отверстий от номинального размера инструмента определите качество точности проведенной обработки.

6.5 Путем сравнения с эталонами определить шероховатость обработанных поверхностей.

6.6 Заполнить протокол результатов измерений и сделать соответствующие выводы.

Таблица 2 Протокол измерений

№ отверстия	Технология обработки и применяемый инструмент	Размер инструмента, мм	Режим обработки			Размер отверстия в сечениях			"МАХ" отклонение размера, мм	Квалитет точности	Шероховатость поверхности, Ra
			n, об/мин	V, м/мин	S мм/об	1	2	3			
1	<u>Сверление</u> Сверло										
2	<u>Рассверливание</u> Сверло Сверло										
3	<u>Зенкерование</u> Сверло Зенкер										
4	<u>Развертывание</u> Сверло Зенкер Развертка										

7

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1 Чему равна глубина резания (припуски на обработку) при сверлении, зенкеровании, развертывании.

7.2 Какие качества точности и параметры шероховатости достигаются при сверлении, зенкеровании, развертывании.

7.3 Какие формы поверхности отверстий можно получить при зенкеровании.

7.4 Укажите название и размеры инструментов для получения отверстия диаметром 30 мм по 8 качеству точности.

7.5 Укажите название и размеры инструментов для получения отверстия диаметром 60 мм по 12 качеству точности.

7.6 Укажите название и размеры инструментов для получения отверстия диаметром 25 мм по 10 качеству точности.

7.7 Укажите название и размеры инструментов для получения отверстия диаметром 8 мм по 9 качеству точности.

ВЫБОР СПОСОБА АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

1 ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЯЕМОЙ РАБОТЫ

Изучить технологию и область применения абразивного способа обработки конструкционных материалов.

2 МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кругло шлифовальный станок модели ЗБ12, Плоскошлифовальный станок модели ЗГ71М. Станок для шлифовки коленчатых валов модели ЗА423. Хонинговальный станок модели ЗГ833. Универсальный заточной станок модели ЗА64Д. Приспособления и вспомогательный инструмент, применяемый при шлифовании, патроны, магнитные плиты, устройства для правки кругов, образцы различных абразивных и алмазных инструментов, образцы деталей, обработанных абразивными инструментами, кинематические схемы шлифовальных станков, плакаты по технике безопасности. Плакаты по устройству тракторов и автомобилей.

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Режущими элементами при абразивной обработке являются зерна, которые, царапая поверхность заготовки, срезают частицы металла, оставляя макроскопические бороздки. Материал зерна - минерал естественного или искусственного происхождения. К естественным абразивным материалам относят гранит, кварц, наждак, корунд и алмаз, к искусственным - электрокорунд Al_2O_3 , карбид кремния SiC , карбид бора B_4C , эльбор BN и синтетический алмаз. Чем крупнее абразивное зерно, тем больше съем металла, но грубее обработанная поверхность. С уменьшением размера зерна повышается чистота поверхности, но уменьшается производительность процесса. В таблице 1 приведены качества точности и параметры шероховатости, достигаемые абразивной обработкой.

Таблица 1. Качества точности и параметры шероховатости, достигаемые абразивной обработкой

№	Вид обработки	Шероховатость R_a , мкм	Качество точности
1	Шлифование круглое	0,8...1,6	6 - 8
2	Шлифование плоское	0,8...1,6	6 - 8
3	Притирка	0,4...3,2	6,7

4	Полирование	0,2...1,6	6
5	Хонингование	0,05...0,2	7
6	Суперфиниширование	0,1...0,4	5
7	Шлифование резьбы	1,6...3,2	-
8	Шлифование зубьев	0,4...0,6	-

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Изучить технологические схемы выполнения абразивной обработки, ознакомиться с общим устройством станков и станочных приспособлений, применяемых для закрепления обрабатываемых деталей.

4.2 Изучить конструкцию узла трактора и автомобиля, выявить детали, подвергаемые абразивной обработке.

4.3 Для выбранных деталей подобрать технологическую схему обработки, абразивный инструмент, способ закрепления заготовки, тип станка и станочного приспособления.

4.4 Оформить отчет по работе.

5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

5.1 Круглое наружное шлифование выполняют на кругло шлифовальных станках, где заготовку устанавливают в центрах или закрепляют в патроне. Различают шлифование с продольной подачей и врезанием (с поперечной подачей). При шлифовании с продольной подачей (рисунок 1) необходимы следующие движения: вращение шлифовального круга - главное движение резания; вращение обрабатываемой заготовки вокруг своей оси - круговая подача заготовки; продольное возвратно-поступательное движение заготовки вдоль своей оси - продольное движение подачи; поперечное перемещение шлифовального круга к заготовке - поперечное движение подачи или подача на глубину шлифования. Поперечную подачу осуществляют периодически в конце каждого двойного или одинарного хода стола станка. Распространен также способ глубинного шлифования, когда весь припуск удаляют за один проход при небольшой продольной подаче (рисунок 3). При шлифовании врезанием (рисунок 2) заготовка не имеет продольного перемещения, она шлифуется одновременно по всей длине. Ширина круга должна быть равна длине обрабатываемой поверхности или немного шире её. Этим способом можно шлифовать профильные и ступенчатые детали, для чего шлифовальный круг должен иметь соответствующий профиль, полученный правкой. При бесцентровом шлифовании (рисунок 4) заготовку устанавливают на опорном ноже между двумя кругами - большим шлифующим (рабочим) и меньшим по размеру - ведущим. Находясь на наклон-

ной поверхности опорной призмы, заготовка прижимается к ведущему кругу и получает от него вращение - круговое движение подачи. Если ведущий круг установлен под небольшим углом α к оси шлифующего круга, то заготовка получает дополнительное движение - продольную подачу.

5.2 Круглое внутреннее шлифование делится на шлифование с продольным движением подачи (рисунок 5), шлифование врезанием (рисунок 6) и планетарное (рисунок 7). Планетарное шлифование применяется при обработке отверстий больших корпусных деталей.

5.3 Шлифование конических поверхностей с углом конуса до 15° возможно при повороте верхней части стола (рисунок 8) на угол, равный уклону конуса заготовки. Заготовки с углом конусности, превышающим 15° , шлифуют поворотом передней бабки станка (рисунок 9) или шлифовальной головки (рисунок 10).

5.4 Плоское шлифование делится на два вида: шлифование периферией (рисунок 11) и торцом (рисунок 12) круга. Для плоского шлифования необходимы следующие движения: вращение шлифовального круга - главное движение резания; движение заготовки - движение продольной подачи; движение шлифовального круга к заготовке - подача на глубине шлифования; поперечное движение подачи заготовки (или шлифовального круга) в направлении, перпендикулярном продольному движению подачи.

5.5 Притирка (или доводка) заключается в удалении с поверхности обрабатываемой детали незначительного слоя металла абразивной пастой. Абразивная паста наносится на поверхности притираемых деталей (рисунок 13) или на поверхность специального инструмента - притира. При обработке притираемые детали (или притир) совершают относительно друг друга сложные движения. В результате искусственно вызываемого износа обеспечивается плотное прилегание сопрягаемых поверхностей.

5.6 Полирование - обработка деталей при помощи особо мелкозернистой абразивной (полировальной) пасты, нанесенной на эластичный полировальный войлочный круг, парусиновую ленту или кожу. Окружная скорость вращения круга - 30...50 м/с. Деталь прижимается к кругу с силой 20...50 Н. Полирование применяют для повышения чистоты поверхности, при декоративной отделке деталей или подготовки их под гальваническое покрытие.

5.7 Хонингование - отделочный вид обработки, который производится после шлифования или тонкой расточки. Припуск под хонингование на диаметр составляет 0,01...0,04 мм. Хонинговальная головка - хон (рисунок 14), на которой закреплены абразивные бруски, совершает вращательное и возвратно-поступательное движение. Скорость поступательного движения хона составляет примерно 0,5...0,3 величины окружной скорости. Бруски под небольшим

давлением прижимаются к обрабатываемой поверхности. В зону резания подается смазочно-охлаждающая жидкость, состоящая из смеси керосина и масла (10...30%).

5.8 Суперфиниширование - окончательная обработка шлифованных наружных цилиндрических поверхностей мелкозернистыми абразивными брусками (рисунок 15). При суперфинишировании деталь совершает вращательное движение ($V = 5...15\text{м/мин}$), бруски - колебательное движение с длиной хода 1,5...6мм и частотой 250...1000 двойных ходов в минуту, а также движение подачи вдоль обрабатываемой поверхности величиной до 1-2мм/об. Смазочно-охлаждающая жидкость - керосин с добавкой 5...10% масла.

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.

В отчете необходимо описать и представить:

6.1 Квалитеты точности и параметры шероховатости, достигаемые абразивной обработкой (таблица 1).

6.2 Рисунки технологических схем (Приложение А).

6.3 Таблицу с перечнем деталей машин, подвергаемых абразивной обработке, указанием вида абразивной обработки, типов применяемых станков, места и способа закрепления детали, применяемых зажимных приспособлений.

Таблица 2. Детали, подвергаемые абразивной обработке

№	Название детали	Технологическая схема	Тип станка	Место и способ закрепления детали	Станочное приспособление
1					
2					
-					

10					
----	--	--	--	--	--

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1 Какие конструкционные материалы шлифуются хорошо, какие плохо.

7.2 Какие виды абразивной обработки обеспечивают высокую точность размеров и форм обрабатываемых деталей, какие только высокую чистоту поверхности.

7.3 Какие преимущества у схемы бесцентрового шлифования.

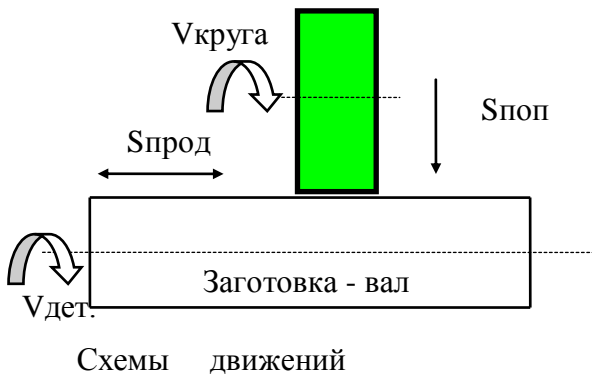
7.4 Когда следует шлифовать детали по схеме врезанием.

7.5 При шлифовании плоскостей какая схема обеспечивает большую производительность: периферией или торцом круга.

7.6 Почему при хонинговании и суперфинишировании обеспечивается высокий класс чистоты поверхности.

7.7 Когда можно применять схему глубинного шлифования.

Приложение А. Схемы шлифования



Схемы движений

Рисунок 1. Круглое наружное шлифование с продольной подачей

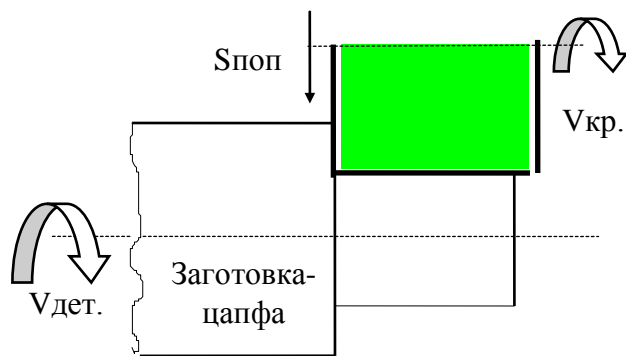


Рисунок 2. Шлифование врезанием

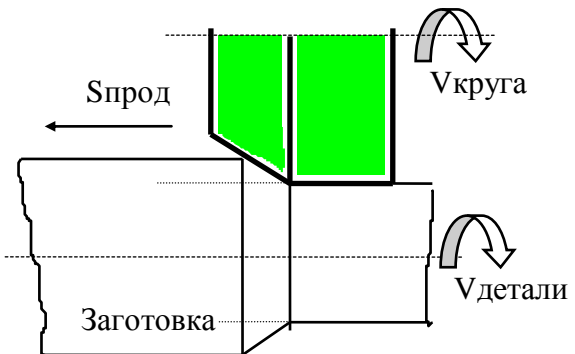


Рисунок 3. Шлифование глубинное

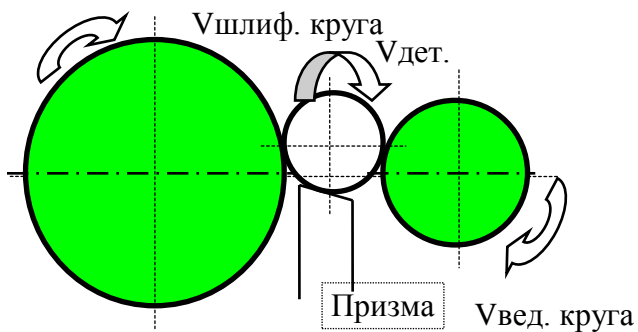


Рисунок 4. Шлифование бесцентровое

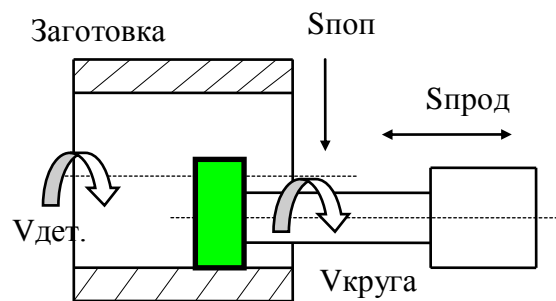


Рисунок 5. Шлифование внутреннее с продольной подачей

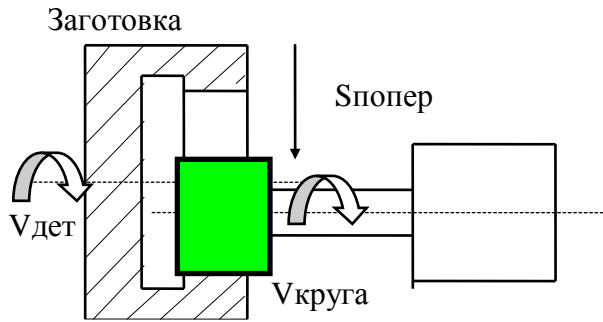


Рисунок 6. Шлифование внутреннее с поперечной подачей

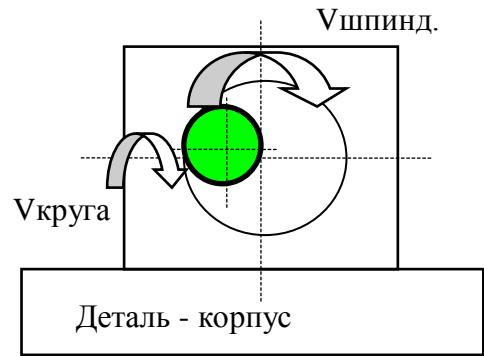


Рисунок 7. Шлифование внутреннее планетарное

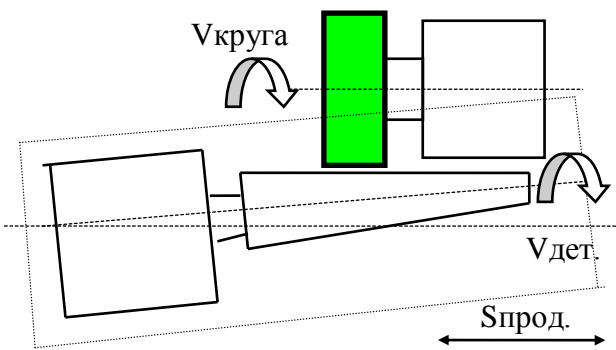


Рисунок 8. Шлифование конусов с поворотом стола

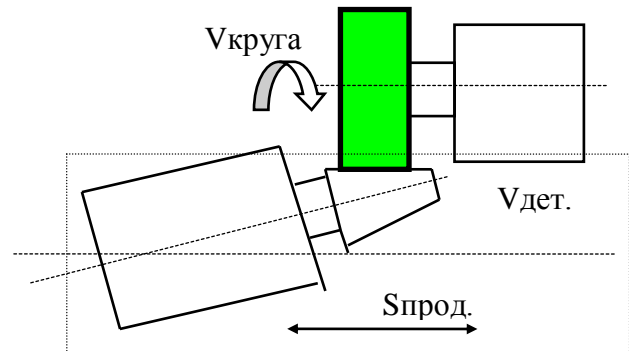


Рисунок 9. Шлифование конусов с поворотом передней бабки

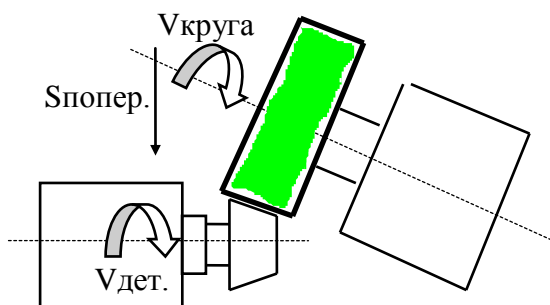


Рисунок 10. Шлифование конусов с поворотом шлифовальной головки

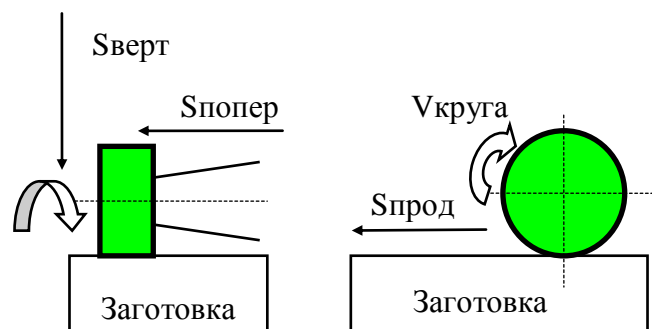


Рисунок 11. Шлифование плоское периферией круга

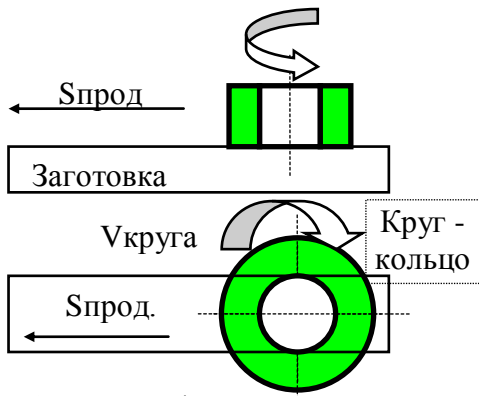


Рисунок 12. Шлифование плоское торцом круга

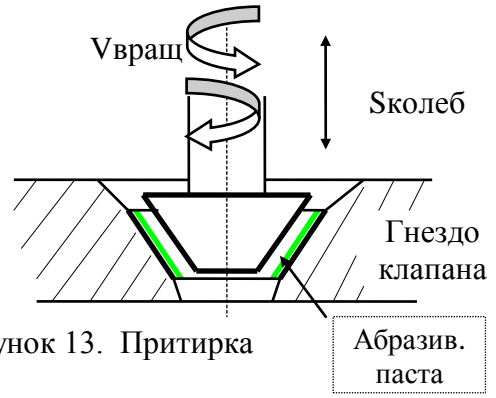


Рисунок 13. Притирка

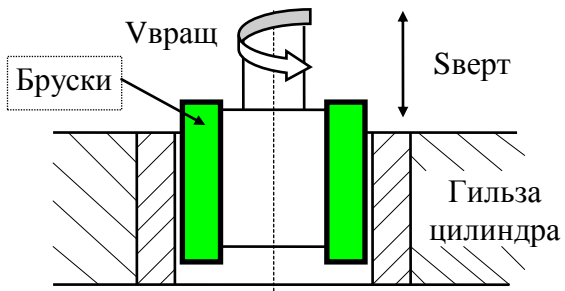


Рисунок 14. Хонингование

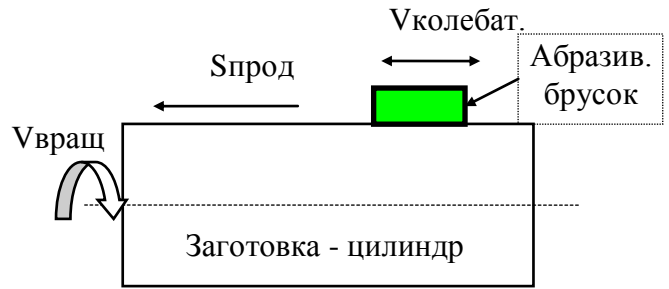


Рисунок 15. Суперфинишование

РАЗРАБОТКА МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1 СОДЕРЖАНИЕ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

- 1.1 Чертеж детали (на формате А4)
- 1.2 Чертеж заготовки (на формате А4)
- 1.3 Анализ чертежа детали.

Описание геометрической формы детали и способа её получения на станках. Требования чертежа детали по точности размеров и шероховатости поверхностей, технологические возможности выполнения этих требований. Материал детали, его механические свойства и химический состав, обрабатываемость резанием и возможная термическая обработка. Составление предварительного технологического маршрута.

- 1.4 Выбор вида и расчет размеров заготовки.

Обоснование выбора способа получения заготовки и расчет её основных размеров.

- 1.5 Разработка маршрутной технологии
 - 1.5.1 Выбор черновых и чистовых баз
 - 1.5.2 Определение очередности обработки поверхностей
 - 1.5.3 Расчет межоперационных размеров.

Расчет межоперационных размеров для основных поверхностей детали, составление расчетной схемы для размеров по длине (ширине) детали.

- 1.5.4 Разработка маршрутной карты.

Обоснование принятой последовательности выполнения операций, выбор станочного оборудования, станочных приспособлений, режущего инструмента, средств измерений и заполнение бланка маршрутной карты.

- 1.6 БИБЛИОГРАФИЯ

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Работа студента над заданием начинается с изучения рабочего чертежа детали, анализа ее технологичности. Затем выбирается вид заготовки, рассчитываются ее размеры, и разрабатывается чертеж. Далее составляется маршрут обработки детали, отвечающий условиям единичного и мелкосерийного производства.

К окончательному оформлению работы студент (очногo обучения) приступает только после просмотра рабочей тетради преподавателем.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ЗАДАНИЯ

- 3.1 Анализ чертежа детали

Разработка технологического процесса начинается с ознакомления с чертежом и техническими условиями на деталь. Оценивается геометрическая форма детали и способы её получения на станках. Особое внимание следует обратить на размеры и их допускаемые отклонения, требования по классу ше-

роховатости, твердость готовой детали и марку материала. При этом следует иметь в виду, что у некоторых размеров конструктор допуски на чертеже не проставляет. Это так называемые свободные размеры. Указания по назначению допусков на эти размеры приводятся в технических условиях чертежа. Если таких указаний нет, то допускаемые отклонения размеров берутся по 12-14 квалитетам точности.

Анализ размеров и технических условий позволит составить примерное представление о плане обработки детали.

Конструкция современных изделий должна сочетать высокие эксплуатационные характеристики с низкой себестоимостью изготовления. Деталь считается технологичной тогда, когда обеспечивается снятие минимального припуска на обработку. Это значит, что конструкция позволит выбрать заготовку, формы и размеры которой приближаются к формам и размерам готовой детали. Технологичная конструкция имеет минимальную трудоёмкость изготовления, не требует применения специального оборудования и инструментов.

Технологичность формы детали зависит от степени соответствия следующим требованиям: 1) простота форм поверхностей, (цилиндр, плоскость); 2) удобное для механической обработки расположение плоских поверхностей (параллельное или взаимно-перпендикулярное); 3) возможность получения заданных форм нормальным (ГОСТированным) инструментом; 4) доступность поверхностей для обработки и измерений; 5) обеспечение выхода инструмента при обработке на поход; 6) равномерное распределение массы во избежание возможных вибраций на высоких скоростях.

После оценки технологичности формы детали следует оценка по критерию обрабатываемости материала. Для этого необходимо определить по справочным данным химический состав металла и его механические свойства (в состоянии поставки). Плохо обрабатываются лезвийным инструментом металлы и сплавы с повышенной пластичностью и высокопрочные. Детали из низкоуглеродистых сталей (С до 0,3%) невозможно обработать с высокой частотой поверхности (только до 6-го класса). Более твёрдые материалы хорошо шлифуются, класс чистоты достигается выше. Лучшая обрабатываемость низкоуглеродистых сталей обеспечивается путём их нормализации, среднеуглеродистых и низколегированных – улучшением. Стали с высоким содержанием углерода (У10, У12) хорошо обрабатываются после отжига на зернистый перлит.

Такая оценка обрабатываемости материала позволит внести предложения по выбору вида предварительной термообработки заготовки детали.

Технологичность детали во многом определяется и требованиями к точности исполнения размеров и форм, классами шероховатости поверхностей, твёрдостью детали после термообработки. Для обеспечения высокой степени точности размеров и качества поверхности потребуются предусмотреть в технологическом процессе отделочные виды обработки с применением специального оборудования и инструмента. Высокая твёрдость деталей из малоуглеродистых сталей может быть достигнута только в результате операции химико-термической обработки. Всё это усложняет и удорожает технологический процесс изготовления деталей.

На основании проделанного анализа чертежа детали составляется предварительный технологический маршрут.

Заканчивается данный раздел задания общим выводом о технологичности детали.

3.2 Выбор способа получения заготовки и расчет её размеров

В машиностроении под заготовкой детали принято понимать полуфабрикат, поступающий на механическую обработку, в результате чего он превращается в годную для сборки готовую деталь.

Применяются следующие основные виды заготовок:

- а) отливки, получаемые литьём в песчаные или металлические формы, или заготовленные по выплавляемым моделям и другими способами формовки;
- б) поковки, получаемые свободной ковкой;
- в) поковки, получаемые горячей штамповкой или периодическим прокатом;
- г) заготовки, полученные высадкой из прутка;
- д) сортовой прокат (горячекатаный или калиброванный).

При выборе вида заготовки руководствуются следующими соображениями: обеспечить наименьший расход металла при изготовлении заготовок и при последующей их обработке на металлорежущих станках; обеспечить наименьшие затраты труда и средств на получение заготовок и на последующую их обработку на станках. Чем больше заготовки приближаются по форме и размерам к формам готовых деталей, чем меньше трудоёмкость механической обработки, тем механическая обработка проще и дешевле. Однако повышение точности изготовления заготовок связано с удорожанием процессов их получения. Только при больших программах выпуска окупается применение сложных машин и дорогостоящей оснастки заготовительных цехов. В условиях мелкосерийного и ремонтного производства предприятий Агропрома, как правило, применяются грубые заготовки со значительными припусками на механическую обработку.

Большую роль в выборе вида заготовки играет материал детали. Заготовку детали из чугуна можно получить только литьём. А заготовку стальной детали можно получить и литьём, и ковкой. Но кованая заготовка будет дешевле и, следовательно, экономичнее. Стальное литьё целесообразно использовать только для изготовления деталей сложной формы.

Размеры заготовки определяются с учётом припусков на механическую обработку. Существуют два основных метода расчёта размеров заготовки.

- 1 – по общему припуску;
- 2 - по сумме операционных припусков.

Первый метод самый простой, но наименее точный. Размер заготовки “Азаг” определяется прибавлением (для внутренних поверхностей – вычитанием) к чертёжному размеру готовой детали “Адет” величины общего припуска “Z”.

$$\text{Азаг} = (\text{Адет} \pm Z) \pm T \text{ Азаг}$$

Размер заготовки на чертеже указывается с допускаемыми отклонениями $\pm T_{\text{Азаг}}$.

Для отливок из серого чугуна величины припусков указаны в ГОСТ 1855–55; для стальных литых заготовок – в ГОСТ 2009–55; для поковок, получаемых свободной ковкой на прессах – в ГОСТ 1082–67; для поковок, получаемых свободной ковкой на молотах – в ГОСТ 7829–70; для поковок, получаемых штамповкой – в ГОСТ 2789–73. В этих же стандартах указаны величины допускаемых отклонений размеров заготовок.

Второй метод более точный. По этому методу размер заготовки определяется прибавлением (вычитанием) к размеру детали операционных припусков на соответствующую механическую обработку и «отрицательного» допуска на размер заготовки.

$$\text{Азаг} = \text{Адет} \pm Z_1 \pm Z_2 \pm Z_3 \pm [-T_{\text{Азаг}}],$$

где Z_1 – припуск на окончательную обработку (шлифование, полирование, развёртывание и т.д.)

Z_2 – припуск на чистовую обработку (чистовое точение, фрезерование, зенкерование и т.д.)

Z_3 – припуск на черновую обработку (черновое точение, грубое фрезерование, рассверливание и т.д.)

$[T_{\text{Азаг}}]$ – величина допускаемого отклонения размера заготовки «в тело» (допуск на заготовку).

Второй метод наиболее целесообразен при расчётах заготовок из стандартного проката.

При расчётах размеров заготовки по длине (ширине) детали учитываются припуски для каждого торца в отдельности с учетом обеспечения требуемой шероховатости и точности готовой детали.

$$\text{Взаг} = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + T_{\text{Взаг}},$$

После выбора способа получения заготовки и расчёта её основных размеров приступают к разработке чертежа.

Для этого на контуры детали (не принимая во внимание мелкие фаски, канавки, незначительные перепады диаметров и т.д.) «одевают» в условном масштабе требуемые припуски на обработку. Полученные контуры заготовки уточняют нанесением литейных или штамповочных уклонов и скруглений.

При расчётах заготовок из проката, например, для ступенчатого вала, расчёт размеров ведут только для наибольшего диаметра и по полученному размеру подбирают ближайший размер круглого проката по стандарту.

Чертёж заготовки оформляется на формате А4. Размеры указываются с допустимыми отклонениями. Под размером заготовки в квадратных скобках записывается номинальный размер готовой детали. Контуры готовой детали обозначаются тонкими линиями.

В технических условиях необходимо привести следующие данные:

- а) способ получения заготовки;
- б) вид её термообработки (если требуется);
- в) твёрдость (в состоянии поставки);

- г) вид очистки заготовки;
- д) величины уклонов и радиусов скруглений;
- е) допускаемые или не допускаемые дефекты.

3.3. Разработка маршрутной технологии

3.3.1 Общие рекомендации

Маршрутная технология показывает последовательность обработки детали, т.е. очерёдность проведения технологических операций. Содержание технологического процесса зависит от ряда факторов: 1) форм и размеров обрабатываемой заготовки, 2) требуемой точности и класса чистоты обрабатываемой поверхностей, 3) материала заготовки, 4) требуемых физико-механических свойств готовой детали, обуславливающих характер термической обработки, 5) программы выпуска деталей, 6) наличие станочного парка.

Так, грубые заготовки с большими припусками требуют включения в технологический процесс этапа черновых операций. При обработке высокоточных заготовок, например, литья по выплавляемым моделям, отпадает необходимость в ряде операций и технологический процесс значительно сокращается. Высокие требования точности и класса чистоты готовой детали обуславливаются увеличением числа чистовых и отделочных операций.

Когда требуется, в целях улучшения обрабатываемости, изменить механические свойства материала заготовки, до начала механической обработки проводят соответствующую термическую операцию – нормализацию или отжиг.

Термическая обработка, предназначенная для получения требуемых физико-механических свойств готовой детали, может проводиться в начале, в середине или в конце технологического процесса. При этом надо учитывать, что термообработка может вызвать коробление детали, искажение её геометрических форм, нарушение точности и чистоты поверхности. Металлы с твёрдостью до НРС 30...35 можно обрабатывать лезвийным инструментом, более твёрдые – абразивным, на операциях шлифования и т.п. Поэтому наиболее часто термообработку планируют между операциями механической обработки, когда закончен этап лезвийного резания и далее должны проводиться операции с применением абразивного инструмента.

Если по техническим условиям твёрдость готовой детали невысокая, то термообработке целесообразно подвергать исходную заготовку или деталь после этапа черновой обработки.

Когда к детали не предъявляются высокие требования по шероховатости и точности, то термообработку можно проводить после окончания механической обработки, в конце технологического процесса.

Программы выпуска деталей, определяющие тип производства, накладывают свой отпечаток на характер проектируемого технологического процесса, начиная от выбора способа получения заготовки и заканчивая методами контроля готовой детали. Для крупносерийного и массового производства проектируются высокопроизводительные методы обработки – протягивание, обработка на станках – автоматах и автоматических линиях. В единичном производстве

уровень производительности и выбор методов обработки ограничен технологическими возможностями наличного парка широкоуниверсальных металлорежущих станков.

В проектируемом технологическом процессе обработки крупных деталей должно быть предусмотрено отдельное выполнение черновых, чистовых и отделочных операций с использованием разных станков. Так, для черновых операций, связанных со снятием наибольших припусков на обработку, следует использовать станки, не отличающиеся высокой точностью и высокими скоростями, но имеющие достаточную жесткость и обеспечивающие хорошую производительность. Для чистовых операций используют высокоскоростные станки, обладающие повышенной точностью.

В тех случаях, когда способы получения заготовок обеспечивают небольшие и достаточно равномерные припуски, не вызывающие резкой разницы в черновой и чистовой обработке, а также при обработке мелких деталей, разделение на черновые и чистовые операции не обязательно.

3.3.2 Выбор черновых и чистовых баз

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании технологических процессов механической обработки, является выбор установочных баз – базовых поверхностей, по которым производится ориентирование, установка или крепление на станке детали. От точности базирования зависит успех обработки. Установочными базами могут быть необработанные поверхности – черновые базы и обработанные поверхности – чистовые базы.

Базирующие поверхности должны быть по возможности ровными и чистыми, точной формы и размеров. Если у детали обрабатываются не все поверхности, то за черновую базу следует принимать поверхности, остающиеся необработанными. Если у детали обрабатываются все поверхности, то в качестве черновой базы следует принимать ту поверхность, которая имеет наименьший припуск.

Черновые базы используются только один раз – в первой операции. При первой же операции рекомендуется обработать поверхности, которые в последующих операциях будут использоваться как чистовые базы. В дальнейшем необходимо придерживаться принципа постоянства баз – для всех операций использовать одни и те же установочные базы.

При обработке деталей типа «вал» обычно за чистовую базу принимают центровочные отверстия. Для деталей типа «кольцо» (шестерни, шкивы, маховики) за чистовую базу принимают центральное отверстие.

3.3.3 Определение очередности обработки поверхностей

Базовые поверхности обрабатываются в первую очередь.

После обработки базовых поверхностей следует обработать поверхности, где снимается наибольший припуск. Желательно также раньше обрабатывать те поверхности деталей, где возможно выявление скрытого брака заготовки (раковины, расслоения и др.).

Последовательность остальных операций следует устанавливать в зависимости от заданной чертежом формы, точности и чистоты обрабатываемой поверхности. Обычно токарная обработка поверхностей вращения предшествует фрезерованию пазов, лысок и канавок. Наиболее чистые и точные поверхности должны обрабатываться в последнюю очередь. Это уменьшает возможность повреждения обработанных поверхностей.

Термическая обработка обычно проводится после завершения этапа лезвийного резания (точения, сверления, фрезерования и т.п.). Если твердость готовой детали невысокая, то термическую обработку рекомендуется проводить для исходной заготовки или после этапа черновой обработки. Отделочные операции располагают в конце цикла обработки.

3.3.4 Расчет межоперационных размеров

Межоперационные размеры рассчитывают для основных поверхностей и затем проставляют на операционных эскизах. Эти размеры показывают постепенное изменение размеров заготовки по всем этапам технологического процесса. Размеры рассчитываются в соответствии со схемами, представленными на рисунках 1,2,3 и 4.

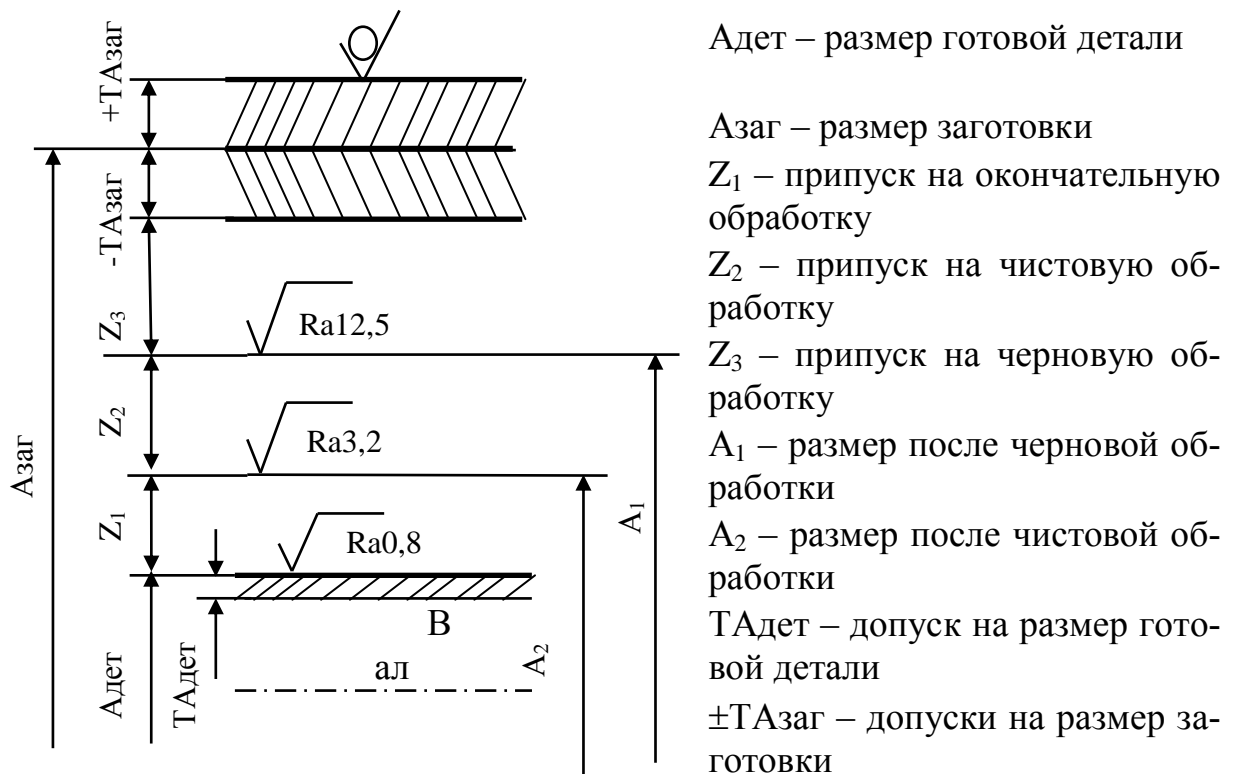


Рисунок 1. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке вала

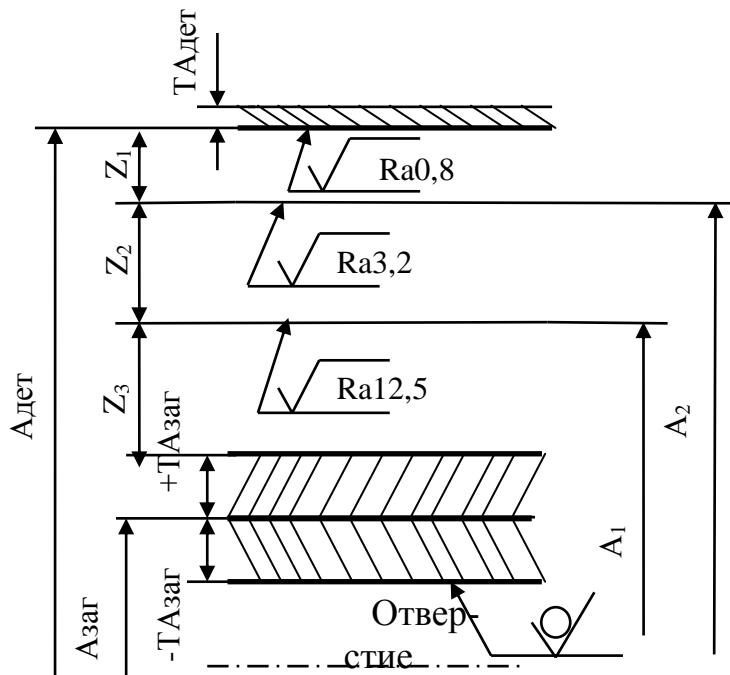
Размер вала после чистовой обработки перед окончательной « A_2 » вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1

$$A_2 = A_{дет} \max + Z_1$$

Размер после черновой обработки перед чистой «А1» вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1 и припуска на чистовую обработку Z_2 .

$$A_1 = A_{\text{дет max}} + Z_1 + Z_2$$

При расчетах межоперационных размеров отверстия припуски и допускаемые отклонения вычитаются от минимального размера готовой детали.



$A_{\text{дет}}$ – размер отверстия готовой детали

$A_{\text{заг}}$ – размер отверстия заготовки

Z_1 – припуск на окончательную обработку

Z_2 – припуск на чистовую обработку

Z_3 – припуск на черновую обработку

A_1 – размер после чернового растачивания

A_2 – размер после чистового растачивания

$T_{\text{Адет}}$ – допуск на размер готовой детали

$\pm T_{\text{Азаг}}$ – допуски на размер отверстия заготовки

Рисунок 2. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке отверстия

Размер отверстия после чернового растачивания:

$$A_1 = A_{\text{дет min}} - Z_1 - Z_2$$

Размер отверстия после чистового растачивания:

$$A_2 = A_{\text{дет min}} - Z_1$$

Межоперационные размеры по длине (ширине) детали рассчитываются с учетом последовательности обработки торцевых поверхностей (рисунки 3,4).

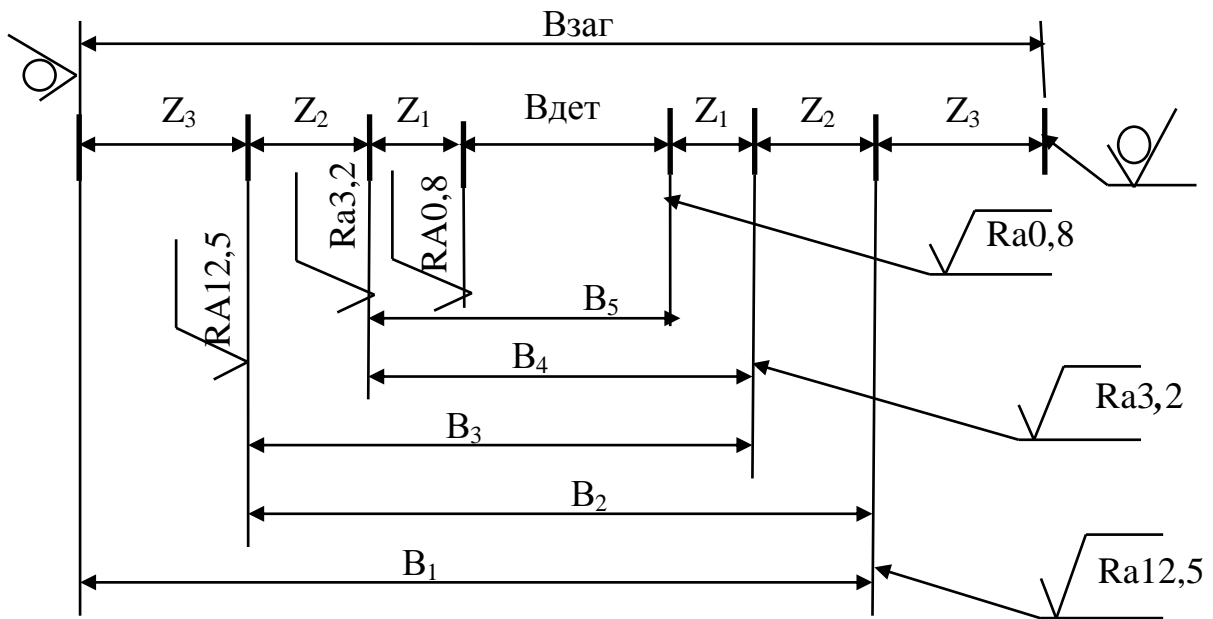


Рисунок 3. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке торцевых поверхностей, при разделении черновых и чистовых операций.

Вдет	– размер готовой детали	Z_3	– припуск на черновую обработку
Взаг	– размер заготовки	B_1 B_2	– размеры после черновой обработки
Z_1	– припуск на окончательную обработку	B_3 B_4	– размеры после чистовой обработки
Z_2	– припуск на чистовую обработку	B_5	– размер после окончательной обработки одного торца

При обработке крупногабаритных заготовок с большими припусками рекомендуется черновую и чистовую обработку проводить отдельно, перезакрепляя заготовку.

Размер после черновой обработки одного торца (при первом закреплении):

$$B_1 = Вдет + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

Размер после черновой обработки второго торца (при втором закреплении):

$$B_2 = Вдет + Z_1 + Z_2 + Z_1 + Z_2$$

Размер после чистовой одного торца (при третьем закреплении):

$$B_3 = Вдет + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

Размер после чистовой обработки второго торца (при четвертом закреплении)

$$: B_4 = Вдет + Z_1 + Z_1$$

Размер после шлифования одного торца:

$$B_5 = B_{дет} + Z_1$$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали $B_{дет}$.

Если обрабатывается заготовка с небольшими припусками, то расчетная схема будет такая:

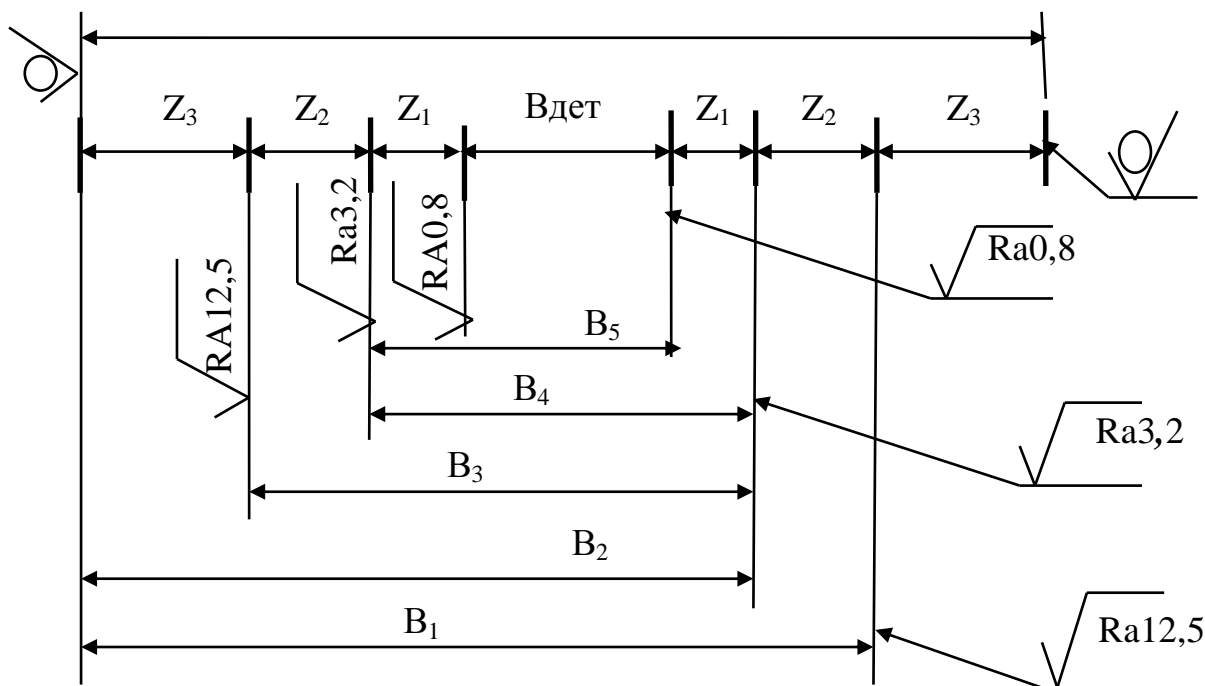


Рисунок 4. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке торцевых поверхностей при выполнении черновых и чистовых проходов за одну установку.

$B_{дет}$	– размер готовой детали	Z_3	– припуск на черновую обработку
$B_{заг}$	– размер заготовки	B_1 B_3	– размеры после черновой обработки
Z_1	– припуск на окончательную обработку	B_2 B_4	– размеры после чистовой обработки
Z_2	– припуск на чистовую обработку	B_5	– размер после окончательной обработки одного торца

Размер после черновой обработки одного торца (первое закрепление):

$$B_1 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

Размер после чистовой обработки этого же торца:

$$B_2 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1$$

Размер после черновой обработки второго торца (второе закрепление):

$$B_3 = B_{\text{дет}} + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

$$\text{Размер после чистовой обработки второго торца: } B_4 = B_{\text{дет}} + Z_1 + Z_1$$

$$\text{Размер после шлифования одного торца: } B_5 = B_{\text{дет}} + Z_1$$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали $B_{\text{дет}}$.

3.3.5 Разработка маршрутной карты

3.3.5.1 Правила оформления маршрутной карты

Маршрутная карта на единичные технологические процессы, выполняемые с применением различных методов обработки, заполняется на бланках форм 1 и 1б по ГОСТ 3.П18-82.

На примере, приведенном на рисунке В9, показано заполнение граф бланка маршрутной карты формы 1.

Исходные данные:

Название организации или **Башкирский ГАУ**
 предприятия
 Номер детали по чертежу или **22с-4**
 каталогу
 Название детали **Гайка**

Далее все строки пронумерованы по порядку с 01 по 16 на листе формы 1 (первый заглавный лист) и с 17 и т.д. на листах формы 1в (последующие листы).

Перед номером строки проставляются служебные символы:

Символ	Содержание	Пример
М	- в данной строке приводится информация об основном материале детали и исходной заготовке.	Круг В120 ГОСТ 2590-88/ 45 ГОСТ 1050-88
А	- «адрес», т.е. номер цеха, участка, рабочего места, номер выполняемой операции и её название.	<i>Аудитория 137 Номер операции 005 Название операции</i> Отрезная
Б	- наименование оборудования	Механическая пила
О	- содержание операции	Отрезать заготовку L = 43-1,0
Т	- информация о применении в данной операции технологической оснастки: приспособления, режущего инструмента, средств измерений	Тиски, пила 450x2,5, шаблон

Между операциями следует оставлять свободную строку.

3.3.5.2 Выбор станочного оборудования

При выборе типа и модели оборудования следует руководствоваться следующими соображениями.

а) выбранный станок должен обеспечивать выполнение всех требований чертежа и технических условий на обработку детали по данной операции;

б) размеры станка должны соответствовать размерам обрабатываемой детали. Так, например, для токарного станка необходимо сопоставить с габаритами заготовки межцентровое расстояние, диаметр отверстия шпинделя, высоту центров над станиной и поперечными салазками;

в) производительность и универсальность станка должны соответствовать типу производства: в единичном и мелкосерийном производстве предпочтение отдаётся широкоуниверсальным станкам, в крупносерийном и массовом – специализированным, имеющим высокую производительность .

3.3.5.3 Выбор станочных приспособлений

При подборе приспособления для установки и закрепления обрабатываемой детали следует, по возможности, использовать нормальные и стандартные приспособления: токарные самоцентрирующиеся патроны, машинные тиски, универсальные делительные головки, гладкие и вращающиеся центры и т.д. Выбор вида приспособления и его типоразмера обуславливается характером станочной обработки, конфигурацией и размерами деталей, местами расположения установочных баз и способов зажатия детали. Данные о приспособлении приводятся в справочниках.

В ряде случаев приходится планировать применение специальных приспособлений и вспомогательных инструментов. Так, для обработки деталей типа кольца и втулки используются гладкие, легкоконусные или разжимные цанговые оправки. В целях повышения производительности обработки на токарных станках устанавливают специальные державки, позволяющие вести обработку несколькими резцами одновременно.

3.3.5.4 Выбор режущих инструментов

При выборе режущего инструмента предпочтение также делается ГОС-Тированому и нормальному. Марка материала режущей части назначается в зависимости от материала детали и характера обработки (черновая, чистовая и т.д.). В целях обеспечения высокой производительности преимущественно ис-

пользуются металллокерамические твердые сплавы. Для обработки углеродистых конструкционных и легированных сталей применяются сплавы группы ТК, нержавеющей сталей, чугунов, бронзы и алюминиевых сплавов – группы ВК.

Быстрорежущие стали имеют меньшую теплостойкость и поэтому применяются на пониженных скоростях резания. Но они лучше затачиваются, легче восприимчивы к ударным нагрузкам. Из них изготавливают фасонные резцы, сверла, развертки и т.д.

3.3.5.5 Выбор средств измерений

Выбор средств измерений зависит требуемой точности выполняемых размеров. На токарных операциях используются штангенциркули и микрометры, на шлифовальных микрометры.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. В.А. Оськин, В.В. Евсиков Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 1. – М.: КолосС, 2007. – 447 с.
2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 2. [В.Ф. Карпенков и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 312 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Справочные таблицы

Таблица А1. Шероховатость поверхности и качества точности при
различных видах обработки деталей резанием

Вид обработки		Шероховатость Ra	Квалитеты	
			Экономич.	Достижим.
Отрезка на станках	мех. пилой	25...100	15...17	-
	резцом, фрез.	25...50	14...17	-
Подр. торцев	резцом	3,2...12,5	11...13	9
Строгание	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	3,2...6,3	11...13	10
Долбление	черновое	25...50	14,15	-
	чистовое	3,2...12,5	12,13	11
Фрезерован. цилиндрич.	черновое	25...50	12...14	11
	чистовое	3,2...6,3	11	10
Фрезерован. торцевое	черновое	6,3...12,5	12...14	11
	чистовое	3,2...6,3	11	10
Обтачивание прод. подач.	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Обтачивание попер.подач.	черновое	12,5...25	14,15	-
	чистовое	3,2	11...13	9
Растачивание	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Сверление	до 15 мм	6,3...25	12...14	10...11
	св. 15 мм	12,5...25	12...14	-
Зенкерование	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	3,2...6,3	10...11	9
Развертывание	получистов.	6,3...12,5	9,10	8
	чистовое	1,6...3,2	7,8	-
Протягивание	получист.	6,3	8,9	-
	чистовое	1,25...3,2	7,8	-
Шлифование круглое	получистов.	3,2...6,3	8...11	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Шлифование плоское	получистов.	3,2	8...1	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Притирка	чистовая	0,4...3,2	6...7	-
	тонкая	0,1...1,6	5	-
Полирование	обычное	0,2...1,6	6	-
	тонкое	0,05...0,1	5	-
Хонингован. цилиндрич.		0,05...0,2	7	6
Суперфиниш. цилиндрич.		0,1...0,4	5	-
Шабрение	грубое	1,6...6,3	11	-
	тонкое	0,4...0,8	8,9	6,7

Таблица А2 Припуски и допуски на стальные литые заготовки

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности	Номинальный размер, мм				
		До 50	50-120	120-250	250-500	500-800
1	2	3	4	5	6	7
до 120	Верх	4±0,5	4±0,8			
	низ,бок	4±0,5	4±0,8			
Св.120 до 250	Верх	5±0,5	5±0,8	6±1,0		
	низ,бок	4±0,5	4±0,8	4±1,0		
Св.250 до 500	Верх	6±0,8	6±1,0	7±1,2	7±1,5	
	низ,бок	5±0,8	5±1,0	5±1,2	6±1,5	
Св.500 до 800	Верх	7±1,0	7±1,2	8±1,5	9±2,0	10±2,5
	низ,бок	5±1,0	5±1,2	6±1,5	6±2,0	7±2,5
Св.800 до 1250	Верх	8±1,0	8±1,5	9±1,5	10±2,0	10±2,5
	низ,бок	6±1,0	6±1,5	7±1,5	7±2,0	8±2,5

Таблица А3 Припуски и допуски на литые заготовки из серого чугуна

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности	Номинальный размер, мм				
		До 50	50-120	120-250	250-500	500-800
до 120	Верх	3,5±0,5	4,0±0,8			
	низ,бок	2,5±0,5	3,0±0,8			
Св.120 до 250	Верх	4,0±0,5	4,5±0,8	5,0±1,0		
	низ,бок	3,0±0,5	3,5±0,8	4,0±1,0		
Св.250 до 500	Верх	4,5±0,8	5,0±1,0	6,0±1,2	6,5±1,5	
	низ,бок	3,5±0,8	4,0±1,0	4,5±1,2	5,0±1,5	
Св.500 до 800	Верх	5,0±1,0	6,0±1,2	6,5±1,5	7,0±2,0	7,5±2,5
	низ,бок	4,0±1,0	4,5±1,2	4,5±1,5	5,0±2,0	5,5±2,5
Св.800 до 1250	Верх	6,0±1,0	7,0±1,5	7,0±1,5	7,5±2,0	8,0±2,5
	низ,бок	4,0±1,0	5,0±1,5	5,0±1,5	5,5±2,0	5,5±2,5

Таблица А4 Припуски и допуски на поковки

Диаметр или ширина дета- ли, мм	Размер детали под при- пуск	Высота детали, мм					
		До 50	50-65	65-80	80-100	100-125	125-180
до 50	Высота	6±2	6±2	7±2			
	Диам., ширина	6±2	6±2	7±2			
50...80	Высота	6±2	7±2	8±2	9±2	9±2	
	Диам., ширина	7±2	7±2	8±2	9±2	9±2	
80...100	Высота	7±2	8±2	8±2	9±2	10±2	11±2
	Диам., ширина	8±2	8±2	9±2	10±2	10±2	11±3
	Отверст	14±2	15±2	15±2	16±2	16±2	17±3
100...150	Высота	7±2	8±2	8±2	9±2	10±2	11±3
	Диам., ширина	9±2	9±2	10±2	11±2	11±2	12±4
	Отверст	15±2	16±2	16±2	17±2	17±2	18±4

Таблица А5 Припуски на черновое обтачивание валов из проката, мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...400	400...800	800..1200	1200...1600
8...18	3,0	3,0	4,0	-	-
18...30	3,5	3,5	4	4,5	5
30...50	4	4,5	5	5,5	6
50...80	4	4,5	5,5	6	6,5
80...120	5,5	6	7	7,5	8,5
120...200	6	7	7,5	8,5	9

Таблица А6 Припуски на чистовое обтачивание валов , мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...400	400...800	800..1200	1200...1600
8...18	1,2	1,5	1,5	-	-
18...30	1,5	1,5	2	2	2,5
30...50	1,5	1,5	2,	2	2,5
50...80	2	2	2	2,5	3
80...120	2	2	2,5	2,5	3
120...200	2	2,5	2,5	3	3

Таблица А7 Припуски на центровое шлифование сырых валов , мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...250	250...500	500...800	800...1200
до 10	0,2	0,3	0,3	0,4	-
10...18	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
18...30	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
30...50	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
50...80	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
80...120	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
120...180	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8

Примечание: для закаливаемых валов припуск увеличивается на 0,1...0,3 мм

Таблица А8 Припуски по длине на различные виды резки, мм

Диаметр заготовки	Ширина резки			Припуск на под- резку 1 торца
	Пилой	Фрезой	резцом	
20	2,5	2	3	1
30	2,5	2	3,5	1,5
45	2,5	2	4	1,5
75	2,5	2	4	1,5
100	2,5	3	5	2
150	2,5	3	6	2

Таблица А9 Припуски на чистовое подрезание торцев и уступов, мм

Диаметр заготовки	Длина вала				
	до 18	18...50	50...120	120...260	260...500
до...30	0,4	0,5	0,7	0,8	1
30...50	0,5	0,6	0,7	0,8	1
50...120	0,6	0,7	0,8	1	1,2
120...250	0,7	0,8	1	1	1,2
свыше 250	0,8	0,9	1	1,2	1,4

Таблица А10 Припуски на шлифование торцов после чистовой подрезки, мм

Диаметр торца	Длина вала				
	до 30	30...50	50...80	80...120	120...180
до...30	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
30...120	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
120...150	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5

Таблица А11 Размеры и предельные отклонения проката, горячекатанная сталь.

Круглая									Шестигранная						Допуск	
															+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	5,5	6	6,3	6,5	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	0,3	0,5
11	12	13	14	15	16	17	18	19	14	15	16	17	18	19	0,3	0,5
20	21	22	23	24	25				20	21	22	23	24	25	0,4	0,5
26	27	28	29	30	31	32	33	34	26	28	30	32	34	36	0,4	0,7
35	36	37	38	39	40	41	42	43	38	40	42	46	48		0,4	0,7
44	45	46	47	48											0,4	0,7
50	52	53	54	55	56	58			50	52	55				0,4	1,0
60	62	63	65	67	68	70	72	75	60	63	65	70	75		0,5	1,1
78															0,5	1,1
80	82	86	90	96					80	85	90	95			0,5	1,3
100	105	110	115						100						0,6	1,7
120	125	130	135	140	150										0,8	2,0
160	170	180	190	200											0,8	2,5
210	220	230	240	250											1,2	3,0

Таблица А12 Числовые значения допусков ГОСТ 25346 - 89

Интервалы размеров, мм	Значения допусков для качеств, мкм													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
Св. 3 до 6	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
Св. 6 до 10	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
Св. 10 до 18	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
Св. 18 до 30	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
Св. 30 до 50	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
Св. 50 до 80	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
Св. 80 до 120	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
Св. 120 до 180	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
Св. 180 до 250	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
Св. 250 до 315	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
Св. 315 до 400	18	25	36	57	89	140	230	360	570	830	1400	2300	3600	5700
Св. 400 до 500	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

Таблица А13 Технические характеристики станков токарной группы, мм

Параметры	Модель станка					
	16Б16А	16К20	16К25	1М63	16К50	1А670
Наибольший диаметр обр. заготов:						
над станиной	320	400	500	630	1000	2000
над суппортом	180	220	290	350	600	1600
Наиб. диаметр прутка, проход. через отв. шпинделя	36	53	53	65	100	-
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	750	710; 1000; 1400	710 1000 1400	2800	-	10000
Частота вращения шпинделя, об/мин	20 -2000	12,5 - 1600	12,5 - 1600	10 - 1200	2,5 - 500	1 - 125
Число скоростей шпинделя	21	22	22	22	24	Б/с
Подача суппорта:						
продольная, мм/об	0,01-0,7	0,05-2,8	0,05-2,8	0,06-1,0	0,08- 27,9	0,04-84,7
поперечная, мм/об	0,005 - 0,35	0,025 - 1,4	0,025 - 1,4	0,024 - 3,1	0,04 - 13,95	0,02 - 42,4
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	4,6	11	11	15	22	100
Масса, кг	2100	2835 - 3685	2925 - 3775	5620	11900	120000

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример разработки маршрутного технологического процесса изготовления детали типа «Гайка»

1 Чертеж детали

Оформляется на формате А4 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД (Рисунок В1).

2 Чертеж заготовки

Оформляется на формате А4 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД (Рисунок В2).

3 Анализ чертежа детали

Деталь имеет форму кольца со ступенчатым отверстием и внутренней резьбой М8х4. На наружной поверхности расположены 8 пазов «под ключ» размером 6х6. Торцевые поверхности детали и наружная поверхность могут быть получены обтачиванием на токарном станке. Внутренне ступенчатое отверстие можно получить сверлением и растачиванием так же на токарном станке. Резьбу можно нарезать резьбонарезным резцом для внутренних резьб.

Пазы на наружной поверхности можно получить фрезерованием дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке с применением делительной головки.

Точность размеров и шероховатость поверхностей обеспечивается соответствующими (приложение А, таблица А1) видами обработки:

Наружная поверхность $\phi 110h8$, Ra1,25 – шлифование после чистового и чернового продольного точения.

Торцевые поверхности размера 36h9, Ra1,25 – шлифование после чернового и чистового поперечного точения.

Для остальных поверхностей точность размеров не оговаривается, шероховатость Ra12,5 – черновое точение.

Материал детали – сталь 45. Это конструкционная легированная сталь, относится к группе «термически улучшаемые».

Механические свойства материала: $\sigma_{вр} = 640\text{МПа}$, $\sigma_{т} = 380\text{МПа}$, $\delta = 18\%$, $\psi = 45\%$.

Химический состав: С = 0,42...0,50%

Сталь хорошо обрабатывается резанием. Для обеспечения твердости HRC 28...32 необходимо провести термическую обработку: закалку в масле и средний отпуск. Термическая обработка должна проводиться после этапа лезвийного резания - точения, сверления, фрезерования, перед абразивной обработкой - шлифованием.

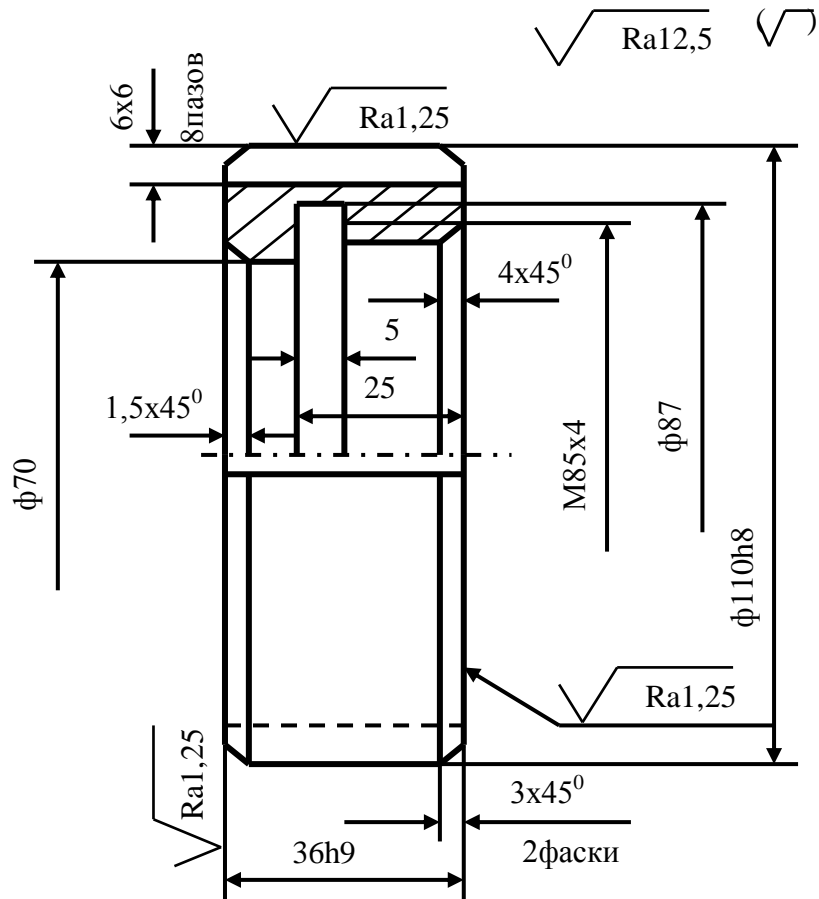


Рисунок В1. Гайка. Сталь 40X, HRC 28...32

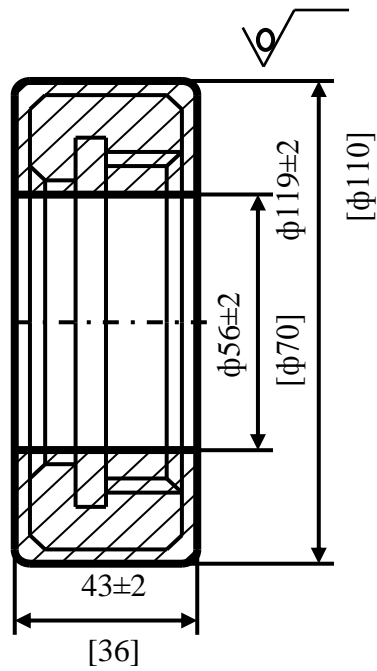


Рисунок В2 Образец оформления чертежа заготовки

На основании проделанного анализа чертежа детали составляем предварительный технологический маршрут (рисунок В3).



Рисунок В3. Технологический маршрут изготовления детали «Гайка»

Делаем общий вывод: деталь может быть изготовлена на универсальном станочном оборудовании в условиях мастерской, деталь технологична в изготовлении.

4 Выбор способа получения заготовки и расчет её размеров

Для условий ремонтных мастерских предприятия наиболее доступными видами заготовок являются поковки, полученные методом свободной ковки и горячекатаный прокат.

Вариант 1. Заготовка – горячекатаный прокат.

Заготовка из проката имеет самую простую форму – цилиндр, в контуры которого должны вписываться, с учетом припусков на обработку, контуры изготавливаемой детали.

Размеры проката определяем по двум наибольшим размерам детали: наружному диаметру и длине.

Наибольший размер по диаметру - $\phi 110h8$, Ra1,25 Поверхность будет шлифоваться после черного и чистового продольного точения. Необходимо учитывать припуски на все виды обработки.

$$\text{Азаг} = \text{Адет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + [-\text{ТАзаг}],$$

где: $Z_1 = 0,6$ (приложение А, таблица А7)

$Z_2 = 2$ (приложение А, таблица А6)

$Z_3 = 5,5$ (приложение А, таблица А5)

$[-\text{ТАзаг}] = 1,7$ (приложение А, таблица А11)

$$\text{Азаг} = 110 + 0,6 + 2,0 + 5,5 + 1,7 = 119,8$$

По таблице А11(приложение А) принимаем ближайший больший размер круглого проката $\phi 120^{+0,8}_{-2,0}$

Рассчитываем длину заготовки.

Наибольший размер по длине - 36h9, Ra1,25 с обеих сторон. Поверхности будут шлифоваться после чернового и чистового поперечного точения.

$$\text{Взаг} = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + \text{ТВзаг},$$

где: $Z_1 = 0,3$ (приложение А, таблица А10)

$Z_2 = 0,7$ (приложение А, таблица А9)

$Z_3 = 2$ (приложение А, таблица А8)

$\text{ТВзаг} = 1,0$ по 15 качеству точности (приложение А, таблица А12)

$$\text{Взаг} = 36 + 0,3 + 0,7 + 2 + 0,3 + 0,7 + 2 + 1,0 = 43_{-1,0}$$

Вариант 2. Заготовка – поковка, получаемая методом свободной ковки.

Размеры поковки определяем по трем основным размерам детали: наибольшему диаметру наружной поверхности, наименьшему диаметру отверстия и ширине.

$$\text{Азаг} = (\text{Адет} + Z) \pm \text{ТАзаг}$$

Наибольший размер по диаметру - $\phi 110h8$

$Z = 9$ (приложение А, таблица А4)

$\text{ТАзаг} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$\text{Азаг} = (110 + 9) \pm 2 = 119 \pm 2$$

Наибольший размер по длине - 36h9,

$$\text{Взаг} = (\text{Вдет} + Z) \pm \text{ТВзаг}$$

$Z = 7$ (приложение А, таблица А4)

$\text{ТВзаг} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$\text{Взаг} = (36 + 7) \pm 2 = 43 \pm 2$$

Наименьший размер отверстия - $\phi 70$

$$\text{Азаг} = (\text{Адет} - Z) \pm \text{ТАзаг}$$

$Z = 14$ (приложение А, таблица А4)

$\text{ТАзаг} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$\text{Азаг} = (70 - 14) \pm 2 = 56 \pm 2$$

По результатам расчетов оформляем эскизы заготовок (рисунки В4, В5).

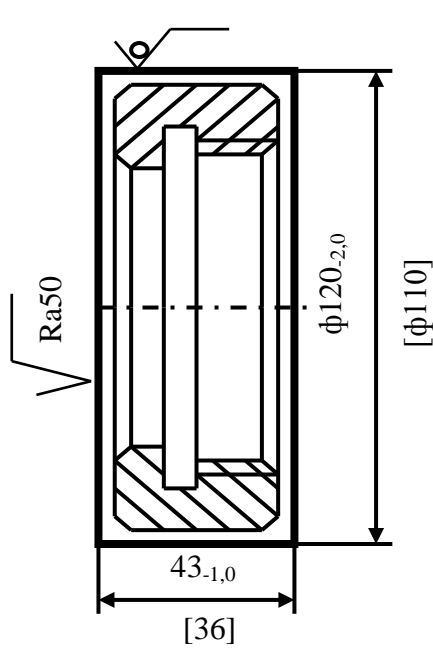


Рисунок В4. Заготовка прокат.
Сталь 40х, НВ 220...240

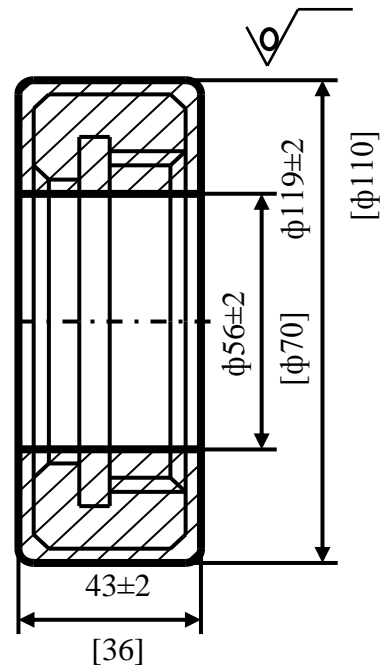


Рисунок В5. Заготовка поковка.
Сталь 40х, НВ 220...240

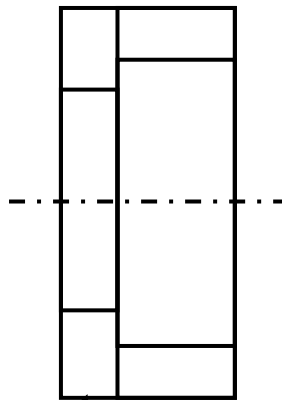
После разработки эскизов заготовок определяем коэффициент использования металла:

$$K = \frac{P_d}{P_z},$$

где P_d – вес готовой детали
 P_z – вес заготовки

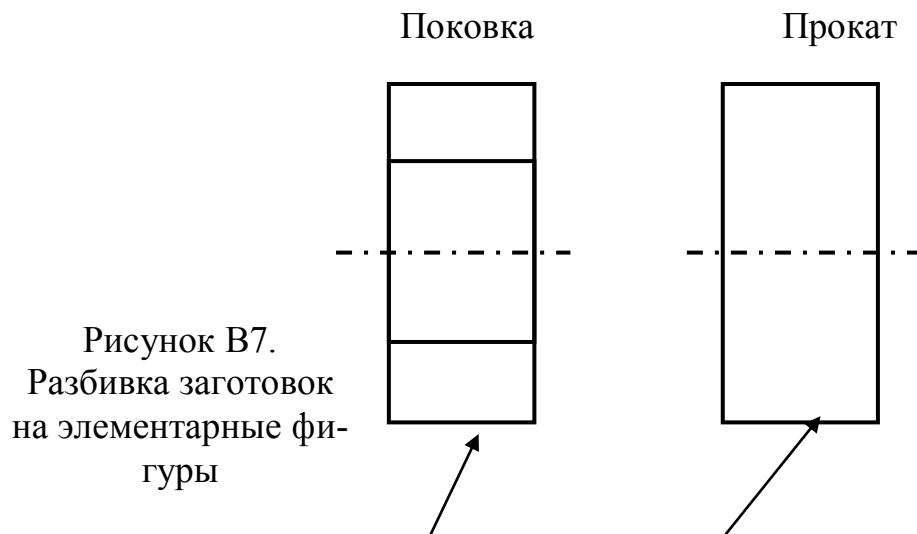
Для определения веса необходимо вычислить объём. Разбиваем деталь и заготовки на элементарные фигуры (Рисунки В6 и В7). Мелкие элементы (фаски, канавки, небольшие отверстия) во внимание не принимаем.

Рисунок В6.
Разбивка детали «Гайка» на элементарные фигуры



Фигура	Кольцо	Кольцо
Размеры (мм)	φ110хφ70х11	φ110хφ80х25
Объём (см ³)	62,172	111,86

Вес детали: $(62,172 + 111,86) * 7,8 = 1,357$ кг



Фигура	Кольцо	Цилиндр
Размеры (мм)	ф119хф56х43	ф120х43
Объём (см ³)	372,15	486,07

Вес поковки: $372,15 * 7,8 = 2,902$ кг

Вес проката: $486,07 * 7,8 = 3,791$ кг

Коэффициент использования металла:

$$\text{Для проката } K = \frac{1,357}{3,791} = 0,35$$

$$\text{Для поковки } K = \frac{1,357}{2,902} = 0,467$$

Для более рационального расходование материала в качестве заготовки используем поковку.

5 Разработка маршрутной технологии

5.1 Выбор черновых и чистовых баз

В качестве черновой базы используем необработанную поверхность заготовки ф120мм. Эта база будет использована только в начале технологического процесса, при первых закреплениях заготовки в трехкулачковом патроне токарного станка. За чистовую базу принимаем торец и поверхность отверстия под резьбу ф80,7. Так же за чистовую базу принимаем обработанную поверхность ф110, при закреплении за которую можно нарезать резьбу М85х4. При фрезеровании 8 пазов 6х6 базирование заготовки производим по поверхности отверстия ф70мм.

5.2 Определение очередности обработки поверхностей

В первую очередь обрабатываем базовые поверхности – обтачиваем торцы и растачиваем центральное отверстие. При закреплении за обработанную поверхность $\phi 80,7$ обтачивается второй торец детали и цилиндрическая поверхность $\phi 110$. Нарезание резьбы М85х4 проводим в конце токарной операции. Фрезерование 8 пазов 6х6 можно проводить после токарной операции. Шлифование торцевых поверхностей планируем в конце технологического процесса.

5.3 Расчет межоперационных размеров

Операционные припуски назначаются по таблицам (Приложение А, таблицы А5...А10). Межоперационные размеры рассчитываем для цилиндрической поверхности $\phi 110$, отверстия под резьбу $\phi 80,7$ и размера по длине детали 36.

Поверхность $\phi 110h8$, шероховатость Ra0,8. Поверхность будет шлифоваться после черного и чистового точения (Приложение А, таблица А1).

Размер после черновой обработки перед чистовой «А₁»

$$A_1 = A_{\text{дет max}} + Z_1 + Z_2$$

$$Z_1 = 0,6 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$Z_2 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А6)}$$

$$A_1 = 110 + 0,6 + 2 = 112,6$$

Размер после чистовой обработки перед шлифованием «А₂»

$$A_2 = A_{\text{дет max}} + Z_1$$

$$Z_1 = 0,6 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$A_2 = 110 + 0,6 = 110,6$$

Отверстие $\phi 80,7$, шероховатость Ra3,2. Поверхность будет растачиваться начисто после черного растачивания (Приложение А, таблица А1).

Размер после черного растачивания: $A_1 = A_{\text{дет}} - Z_2$

$$Z_2 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А6)}$$

$$A_1 = 80,7 - 2 = 78,7$$

Размер по длине – 36мм, шероховатость Ra1,25 с обеих сторон. Поверхности будут шлифоваться после черного и чистового поперечного точения (Приложение А, таблица А1). Порядок обработки: один торец обтачивается начерно и начисто, затем другой торец обтачивается начерно и начисто.

Строим расчетную схему.

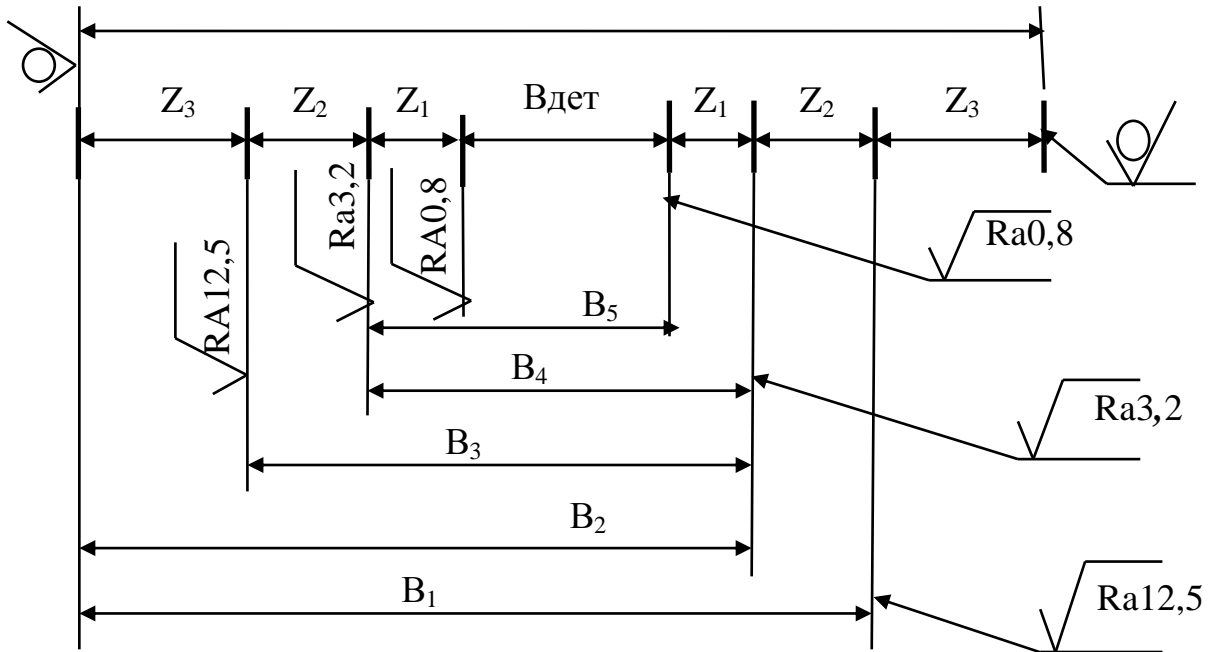


Рисунок В8 Расчетная схема для вычисления МОР по длине детали

Размер после черновой обработки одного торца:

$$B_1 = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

$$Z_1 = 0,3 \text{ (Приложение А, таблица 10)}$$

$$Z_2 = 0,7 \text{ (Приложение А, таблица 9)}$$

$$Z_3 = 2 \text{ (Приложение А, таблица 8)}$$

$$B_1 = 36 + 0,3 + 0,7 + 0,3 + 0,7 + 2 = 40$$

Размер после чистовой обработки этого же торца:

$$B_2 = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1$$

$$B_2 = 36 + 0,3 + 0,7 + 2 + 0,3 = 39,3$$

Размер после черновой обработки другого торца:

$$B_3 = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

$$B_3 = 36 + 0,3 + 0,7 + 0,3 = 37,3$$

Размер после чистовой обработки этого же торца:

$$B_4 = \text{Вдет} + Z_1 + Z_1$$

$$B_4 = 36 + 0,3 + 0,3 = 36,6$$

Размер после шлифования одного торца:

$$B_5 = \text{Вдет} + Z_1$$

$$B_5 = 36 + 0,3 = 36,3$$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали 36h9.

5.4 Разработка маршрутной карты

5.4.1 Последовательность выполнения операций назначаем в соответствии с ранее составленным предварительным технологическим маршрутом.

На первом этапе (лезвийное резание) назначается токарная операция. Проведение токарной операции позволит подготовить поверхности детали под проведение обработки на другом станке: фрезерование 8 пазов 6х6. После завершения этапа лезвийного резания проводится термическая обработка – закалка и отпуск. Затем для обрабатываемой заготовки, получившей после термообработки высокую твердость, проводим окончательную отделочную обработку – шлифование. Завершает технологический процесс операция контроля.

5.4.2 Выбор станочного оборудования. Габариты обрабатываемой заготовки $\phi 119 \times 43$. По диаметру заготовки, устанавливаемой над направляющими станины, подбираем станок модели 16K20 (Приложение А, таблица А13). Для выполнения операции фрезерования планируем применение горизонтально-фрезерного станка модели 6P82. Эта модель предназначена для обработки мелких и среднегабаритных деталей. Выполнения шлифовальной операции для шлифовки $\phi 110h8$ планируем на кругло-шлифовальном станке модели 3Б12. Этот станок позволяет обрабатывать детали диаметром до 200мм и максимальной длине до 500мм. Торцевые поверхности шлифуем на плоскошлифовальном станке модели 371М.

5.4.3 Выбор станочных приспособлений.

На токарной операции для закрепления обрабатываемой заготовки используется штатный трехлачковый самоцентрирующий патрон. Для получения равномерного расположения 8 пазов 6х6 при фрезеровании применяем универсальную делительную головку УДГ 250. На круглошлифовальном станке для крепления обрабатываемой заготовки потребуется применение специальной оправки, которая будет устанавливаться в центрах станка. На плоскошлифовальном станке заготовка закрепляется на магнитной плите.

5.4.4 Выбор режущих инструментов.

Обточку детали проводим призматическими токарными резцами марок Т5К10 и Т15К6. Резьбу нарезаем резьбонарезным резцом для внутренних резьб с углом $\varepsilon = 60^\circ$.

Фрезерование пазов проводим дисковой фрезой, закрепляемой на штатной оправке станка.

На шлифовальных станках устанавливается абразивный круг марки Э9А25СТ1К6.

Пример оформления маршрутной карты представлен на рисунках В9, В10 и В11.

ГОСТ 3.1118-82										Форма 1				
Дилл														
Взам														
Подл										Изм	Лист	№ док-м	Подпись	Дата
Разраб.	Иванов Р.А.													
Провер.	Ваглов У.С.													
Нач. бюро	Сайфуллин Р.Н.													
Н. контр.	Рафиков И.А.													
M01	Круг В120 ГОСТ 2590-88/45 ГОСТ 1050-89													
M02														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нвасх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
								Прокат горячекатаный $\phi 120$						
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б					Код, наименование оборудования									Тип
A03	137				005 Отрезная									
B04	Механическая пила													
O05	Отрезать заготовку L=43 ^{1,0}													
T06	Тиски машинные; пила 450x2,5; шаблон													
O7														
A08	137				010 Токарная									
B09	ТВ 16K20													
O10	Точить торцы начерно и начисто в размеры 39,3 и 36,6; точить поверхность $\phi 110h9$ начерно и начисто в размер $\phi 110,6$;													
11	сверлить и расточить отверстие в размер $\phi 70$, канавку $\phi 8,7 \times 5$; отверстие под резьбу в размер $\phi 80,7$; нарезать резьбу M85x4													
T12	Патрон токарный 3-х кулачковый, сверла спиральные $\phi 16$, $\phi 65$; Резцы проходные, расточные, расточной канавочный, резьбонарезной.													
13	Штангенциркуль ШЦ -1; шаблон резьбовой													
14														
A15	137				015 Фрезерная									
МК	Маршрутная карта													

Рисунок В9 Маршрутная карта Лист первый

ГОСТ 3.1118-82										Формы 1б									
Дробл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата					
										22г-4									
										Обозначение документа									
										СМ	Проект.	Р	УГ	КР	ЕН	ОП	Конт.	П.з.	Тит.
										Обозначение код									
										Наименование детали, её единицы или материала									
										Код наименования операции									
										Код наименования обработки									
										Наименование детали, её единицы или материала									
Б 16	ГФ 6Р82																		
О 17	Фрезеровать поочередно 8 пазов 6х6																		
Т 18	УДГ -250; фреза дисковая 100х6х32; штангенциркуль ШЦ-1																		
19																			
А 20	213	020 Слесарная																	
Б 21	Верстак слесарный																		
О 22	Снять заусенцы и притупить острые кромки																		
Т 21	Тиски слесарные, напильники, нафилы																		
22																			
А 23	209	025 Термическая																	
Б 24	Печь муфельная; ванна закалочная																		
О 25	Закалить и отпустить до НРС 28...32																		
Т 26	Клещи; Твердомет ТК-2																		
27																			
А 28	145	030 Кругло-шлифовальная																	
Б 29	КШ 3Б12																		
МК	Маршрутная карта																		

Рисунок В10 Маршрутная карта Лист второй

ГОСТ 3.1118-82												Форма №									
Дробл.		Взам.		Подл.		Изм.		Лист		№ Докум.		Подпись		Дата							
22г-4																					
А	Б	К/М	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	Код наименования абразива	Наименование детали, её единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОМО	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.	Н. расх.
Шлифоваль ф 100h8																					
Т 31 Оправка; хомут; Микрометр МК 100-125																					
32																					
А 33 137																					
Б 34 ПШ 37М																					
О 35 Шлифоваль торцы в размеры 36,3 и 36h9																					
Т 36 Стол магнитный; микрометр МК 25-50																					
37																					
А 38 О40 Контрольная																					
Б 39 Стол контролера																					
О 40 Проверить размеры, шероховатость, твердость																					
Т 41 Штангенциркуль ШЦ-1; микрометр МК 25-50; эталоны шероховатости; твердомер ТК-2																					
42																					
43																					
44																					
45																					
МК																					
Маршрутная карта																					

Рисунок В11 Маршрутная карта Лист третий

