

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В.А. Ванин, А.Н. Преображенский,
В.Х. Фидаров

**Разработка
технологических
процессов изготовления
деталей в машиностроении**

Утверждено Ученым советом университета в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов, бакалавров и магистров 151000 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», бакалавров и магистров по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»



ТАМБОВ
Издательство ТГТУ
2007

УДК 621(075)

ББК К5я73

В12

Рецензенты:

ПРОФЕССОР, ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ

«Техника и технология машиностроительных производств»

А.Г. Ткачев

Директор по производству ЗАО «Завод Тамбовполимермаш»

А.А. НИЩЕВ

Ванин, В.А.

В12 Разработка технологических процессов изготовления деталей в машиностроении : учеб. пособие / В.А. Ванин, А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 332 с. – 150 экз. – ISBN 978-5-8265-0652-3.

Даны рекомендации и указания по оформлению курсовых и дипломных проектов, разработке технологического процесса, оформлению технологической документации, определению режимов резания, выбору режущего инструмента, металлорежущего оборудования и его планированию, а также по простановке на операционных эскизах и чертежах шероховатости и допускаемых отклонений и другие справочные материалы.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов, бакалавров и магистров по направлению 151000 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и подготовки бакалавров и магистров по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

УДК 621(075)

ББК К5я73

ISBN 978-5-8265-0652-3

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ),
2007

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

ВАНИН Василий Агафонович,
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Александр Николаевич,
ФИДАРОВ Валерий Хазбиевич

**Разработка технологических
процессов изготовления
деталей в машиностроении**

Учебное пособие

Редактор Е.С. Мордасова
Инженер по компьютерному макетированию Т.А. Сынкova
Корректор О.М. Ярцева

Подписано к печати 3.12.2007.
Формат 60 × 84/16. 19,29 усл. печ. л.
Тираж 150 экз. Заказ № 770

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курсовое проектирование является важной составной частью учебного процесса. В ходе курсового проектирования студенты приобретают опыт самостоятельного решения практических задач, изучают современные технологические процессы изготовления изделий и тенденции их развития, приобретают навыки использования средств вычислительной техники при решении задач. Работа над курсовым проектом является тем процессом, который дает возможность студентам проявить свои творческие способности, интуицию и фантазию, поскольку принятие решений в проектах не ограничено выбором современного технологического оборудования и средств технологического оснащения.

Завершающим этапом подготовки инженеров является дипломное проектирование, в процессе которого формируются и закрепляются теоретические знания студента, приобретается опыт самостоятельного решения практических задач, а в итоге – обеспечивается требуемая степень подготовленности студента к инженерной деятельности.

Как показывает опыт работы кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» Тамбовского государственного технического университета, студенты много времени теряют в ходе проектирования при оформлении расчетно-пояснительной записки, последовательности разработки и заполнения технологической документации, расчете режимов резания, нанесения условных графических обозначений и других вопросах оформления, что снижает качество проектов.

Настоящее учебное пособие призвано облегчить работу студента при разработке и оформлении курсового и дипломного проектов, освободить время для творческой работы и повысить качество проектов.

В пособии приведены общие правила оформления курсовых и дипломных проектов; указания по разработке технологических процессов механической обработки деталей; условные обозначения в документах и на чертежах; методика и примеры расчета режимов резания, рекомендации по выбору марки материала режущего инструмента; краткие характеристики металлорежущих станков, нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий и другие справочные материалы.

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Основным документом курсового и дипломного проекта является пояснительная записка (ПЗ), в которой приводится информация о выполненных технических и научно-исследовательских разработках, а также об экономических обоснованиях. Правила оформления ПЗ курсового проекта должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.105–79 и ГОСТ 7.32–81.

Пояснительная записка должна отвечать следующим общим требованиям: логической последовательности изложения материалов; убедительности аргументации; краткости и точности формулировок, исключающих возможности субъективного и неоднозначного толкования; конкретности изложения результатов работы; недопустимости включения в ПЗ (без необходимости) сведений и формулировок, заимствованных из литературных источников.

Состав и рубрикация пояснительной записки курсового проекта

Титульный лист.

Ведомость курсового проекта.

Задание на курсовой проект.

Аннотация.

Содержание.

Введение.

1. Исходные данные для проектирования.

2. Определение типа производства.

3. Проектирование технологического процесса сборки.

3.1. Служебное назначение сборочной единицы и описание ее работы.

3.2. Конструкторский контроль чертежа сборочной единицы.

3.3. Анализ технологичности конструкции сборочной единицы. Обоснование метода достижения точности замыкающего звена для одной размерной цепи в сборочной единице.

3.4. Выбор и обоснование организационной формы сборки.

3.5. Разработка технологической схемы сборки.

3.6. Разработка маршрута, операций и нормирование технологического процесса сборки. Заполнение маршрутной карты сборки.

4. Проектирование технологического процесса изготовления детали.

4.1. Формулировка служебного назначения детали.

4.2. Анализ технических условий на изготовление детали.

4.3. Анализ технологичности конструкции детали.

4.4. Выбор и экономическое обоснование метода получения заготовки.

- 4.5. Обоснование последовательности выполнения операций изготовления детали и выбора баз.
- 4.6. Выбор методов обработки поверхностей детали и определение необходимого количества переходов. Выбор технологического оборудования.
- 4.7. Анализ вариантов и выбор оптимального маршрута обработки детали.
- 4.8. Расчет припусков и межоперационных размеров заготовки.
- 4.9. Разработка операций технологического процесса.
 - 4.9.1. Выбор схемы построения операций.
 - 4.9.2. Выбор и обоснование технологического оборудования, технологической оснастки, режущего и контрольно-измерительного инструмента.
 - 4.9.3. Расчет и определение режимов резания и норм времени на каждую операцию.
 - 4.9.4. Расчет технико-экономической эффективности технологических операций.
5. Проектирование и расчет технологической оснастки.
 - 5.1. Исходные данные для разработки конструкции приспособления.
 - 5.2. Анализ и уточнение схемы установки детали, выбор качества типа и взаимного расположения опор.
 - 5.3. Разработка расчетной схемы приспособления с учетом величин и направления действия составляющих сил резания. Определение необходимой силы зажима.
 - 5.4. Силовой расчет приспособления.
 - 5.5. Расчет приспособления на точность.
 - 5.6. Проверочный расчет на прочность.
 - 5.7. Технико-экономическое обоснование эффективности разработанного приспособления.
 - 5.8. Описание принципа работы приспособления.
6. Выбор и разработка средств автоматизации и контроля элементов технологического процесса.
7. Выбор методов и средств технического контроля качества изготавливаемой детали.

Заключение.

Список используемых источников.

Приложения:

- П.1. Технологическая документация.
 - П.1.1. Титульный лист.
 - П.1.2. Маршрутная карта сборки.
 - П.1.3. Маршрутная карта изготовления детали.
 - П.1.4. Операционные карты изготовления детали.
 - П.1.5. Карты операционных эскизов.
 - П.1.6. Карты технического контроля.
- П.2. Спецификации технологической оснастки.

Состав и рубрикация пояснительной записки дипломного проекта

Титульный лист.

Ведомость дипломного проекта.

Задание на дипломный проект.

Аннотация.

Содержание.

Введение.

1. Исходные данные для проектирования.
2. Определение типа производства.
- 3.* Анализ конструкции изделия (узла) и разработка схемы.
4. Проектирование технологического процесса изготовления детали.
5. Проектирование и расчет технологической оснастки.
6. Выбор и разработка средств автоматизации и активного контроля элементов.
7. Выбор и разработка методов и средств технического контроля качества изготавливаемой детали и сборки изделия.
8. Расчет и проектирование автоматической (автоматизированной) линии или участка.
9. Технико-экономическое обоснование проекта.
10. Раздел по безопасности жизнедеятельности.

Заключение.

Список используемой литературы.

Приложения:

- П.1. Технологическая документация.
 - П.1.1. Титульный лист.
 - П.1.2. Маршрутная карта сборки.
 - П.1.3. Маршрутная карта изготовления детали.
 - П.1.4. Операционные карты изготовления детали.
 - П.1.5. Карты операционных эскизов.
 - П.1.6. Карты технического контроля.

* П р и м е ч а н и е . Содержание разделов 3 – 5 – см. «Состав и рубрикацию пояснительной записки курсового проекта».

П.2. Спецификации технологической оснастки.

П.3. Спецификации средств автоматизации и контроля.

П.4. Спецификации линии, участка.

Аннотация курсового проекта должна кратко отражать основное содержание и результаты разработок. Она оформляется по следующей схеме:

- фамилия исполнителя проекта;
- фамилии соисполнителей (если проект комплексный);
- сведения об объеме ПЗ и числе иллюстрации в ней;
- число чертежей формата А1 в графической части проекта;
- наименование вуза, год разработки;
- текст аннотации (объемом 0,5 – 0,8 страницы) должен отражать сущность выполненных разработок и краткие выводы по полученным результатам.

АННОТАЦИЯ (образец)
курсового проекта студента
механико-машиностроительного факультета Иванова П.С.
на тему: «Технологический процесс изготовления картера
раздаточной коробки автомобиля УАЗ»
56 с., в том числе 12 ил., 4 листа чертежей.
Тамбовский государственный технический университет

В курсовом проекте выполнен анализ технических условий и разработаны технологический процесс сборки раздаточной коробки автомобиля УАЗ, схема сборки и технологическая документация на сборку.

Разработан маршрутный и операционный технологический процесс изготовления картера раздаточной коробки. Приведен анализ служебного назначения и технических условий: конструкция картера обработана на технологичность, обоснован выбор заготовок.

Выполнен анализ точности механической обработки, расчеты припусков и режимов резания, определены нормы времени на операции.

Разработана конструкция установочно-зажимного приспособления на фрезерную операцию.

В исследовательской части проекта представлен анализ факторов, определяющих погрешности по отклонению от соосности основных отверстий картера в действующем производстве, разработаны предложения по уменьшению этих погрешностей.

Решены вопросы организации и экономики производства.

Слово «АННОТАЦИЯ» пишется прописными буквами. Вся аннотация располагается на одной странице.

Текст ПЗ делится на разделы, которые нумеруют арабскими цифрами; после номера ставится точка. Введение и заключение не нумеруют.

Тексты разделов делят на подразделы, которые нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела ставят точку, например «2.1.» (первый подраздел второго раздела).

Тексты подразделов делят на пункты, которые нумеруют арабскими цифрами. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например «2.1.3.» (третий пункт первого подраздела второго раздела). Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовках не допускается. Расстояние между заголовками и текстом должно быть равно трем интервалам (интервал равен сумме размеров строки и расстояния между строками).

Нумерация страниц ПЗ должна быть сплошной: первой страницей является титульный лист, второй – задание на дипломное проектирование, третьей – аннотация, четвертой – содержание и т.д. Номер проставляют арабскими цифрами сверху в середине страницы. На титульном листе и задании номер страницы не ставят, следовательно, аннотация располагается на третьей странице.

Иллюстрации (таблицы, схемы, графики), которые располагают на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц. Приложения и список литературы также включают в сквозную нумерацию страниц.

Иллюстрации обозначают словом «Рис.» и нумеруют последовательно в пределах раздела. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например «Рис. 1.5.» (пятый рисунок первого раздела).

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц (рис. 1).

Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Название таблицы следует помещать над таблицей. Номер таблицы и ее название пишется слева направо следующим образом: «2.3. Механические свойства материала заготовки».

Аналогично рисункам и таблицам нумеруют формулы. Номера формул указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например «(3.2)» (вторая формула третьего раздела).

Заголовков таблицы пишут с прописной буквы. Заголовков не подчеркивают. Делить головки таблицы по диагонали не допускается. Графу «№ пп.» в таблицу включать не следует. Рисунок или таблицу размещают после первого упоминания о них в тексте. Иллюстрация должна иметь наименование и поясняющие данные (подрисовочный текст), которые помещают под ним и располагают следующим образом: «Рис. 1.5. Схема сборки узла».

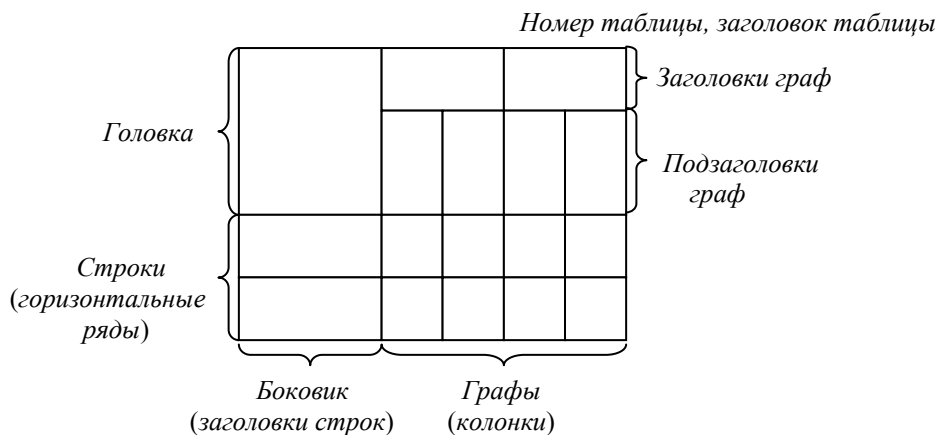


Рис. 1. Пример построения таблицы

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Первую строку начинают со слова «где» без двоеточия, значения каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки, например

$$v = 3,6 S / t,$$

где v – скорость, км/ч; S – путь, м; t – время, с.

Ссылки в тексте ПЗ на литературные источники обозначают порядковым номером списка источников, выделенным двумя квадратными скобками, например [27], [51] и т.п. Ссылки на иллюстрации и таблицы указывают их порядковым номером, например, рис. 5.7, табл. 1.8. В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует указывать сокращенно слово «смотри», например «см. табл. 1.3».

Основная часть ПЗ должна иметь структурное построение, соответствующее типовому содержанию. Она состоит из введения, разделов (номенклатура и последовательность изложения которых зависят от типа и особенностей темы курсового проекта) и заключения.

По всему тексту ПЗ следует соблюдать единство терминологии. Не следует применять иностранных слов и терминов, если имеются равнозначные русские слова и термины. При первом упоминании иностранных фирм и малоизвестных фамилий необходимо писать их как в русской транскрипции, так и на языке оригинала (в скобках). Цитаты, приведенные в тексте, следует заключать в кавычки и указывать точное название источника или давать номер источника по списку литературы.

Наименования предприятий пишут в кавычках и не склоняют, например, завод «Гидроаппаратура». Сокращенные наименования типа ВГТЗ, ГАЗ, ЭНИМС пишут без кавычек. Знаки №, % и другие применяют только в сопровождении цифр, в тексте их пишут словами – например: процент, логарифм и т.д. Размерности одного и того же параметра в пределах ПЗ должны быть одинаковыми. Ссылки на стандарты, технические условия, инструкции и другие материалы делают на документ в целом или на его разделы с указанием обозначения и наименования документа, номера и наименования раздела. Иллюстрации в ПЗ должны придавать излагаемому тексту ясность и конкретность.

Непрерывным требованием является строгое соблюдение во всех материалах курсового проекта ГОСТ 8.417–81. Единицы физических величин. Этот стандарт регламентирует и правила написания обозначений единиц, некоторые из которых приводятся ниже.

В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят. Обозначения единиц следует применять после числовых значений величин и помещать в строку с ними (без переноса на следующую строку). Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, например: 100 кВт; 80 %; 20 °С. Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой (...°, ...', ..."), перед которыми пробела не оставляют, например 15°.

При наличии десятичной дроби в числовом значении величины обозначение единицы следует помещать после всех цифр, например: 423,06 м; 5,758° или 5° 45' 28,8".

При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с предельными отклонениями в скобки и обозначения единицы помещать после скобок или проставлять обозначения единиц после числового значения величины и после ее предельного отклонения, например: (100 ± 0,1) кг.

Допускается применять обозначения единиц в заголовках граф и в наименованиях строк (боковиках) таблиц, например:

Расчетная стойкость T_p , мин	Скорость v , м/с	Подача S , мм/об	Температура резания θ , К
7,5	2,46	0,6	1320
25	2,92	0,03	1070

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения, например: Н · м; А · м; Па · с.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная. Допускается применять обозначения единицы в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степень (положительную и отрицательную). При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе

следует помещать в строку, произведение обозначений единиц в знаменателе следует заключать в скобки. Примеры: Вт · м² · К⁻¹; Вт/(м² · К).

Список литературы должен включать все использованные источники, которые следует располагать в порядке появления ссылок в тексте ПЗ. Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–84. Библиографическое описание документа. Приведем примеры наиболее часто встречающихся в курсовых проектах библиографических описаний.

1. Однотомное издание.

1 – 3 автора:

Логашев В.Г. Технологические основы гибких автоматических производств. Л.: Машиностроение, 1985. 176 с.

Кашук В.А., Мелехин Д.А., Бармин Б.П. Справочник заточника. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 232 с. (Сер. справочников для рабочих).

Под редакцией:

Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / под ред. С.Г. Энтелыса, Э.М. Берлинера. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.

2. Многотомное издание.

Савельев И.В. Курс общей физики : учеб. пособие для студентов вузов. Т. 1 – 3. 2-е изд., перераб. М.: Наука, 1982.

3. Отдельный том.

Савельев И.В. Курс общей физики : в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика : учеб. пособие для студентов вузов. 2-е изд., перераб. М.: Наука, 1982. 432 с.

4. Статья из книги.

Силин С.С., Безъязычный В.Ф. Определение режимов резания с учетом требуемого качества поверхности и точности обработки // Резание и инструмент: Респ. междувед. науч.-техн. сб. Харьков: Вища школа, Изд-во Харьковского ун-та, 1985. Вып. 33. С. 22 – 25.

5. Статья из журнала.

Кузнецов Ю.И. Применение технологической оснастки для совершенствования гибких станочных систем // Вестник машиностроения. 1987. № 4. С. 50 – 53.

6. Отдельно изданный стандарт.

ГОСТ 8.417–81 (СТ СЭВ 1052–78). Единицы физических величин. Введ. 01.01.82. М.: Изд-во стандартов, 1982. 40 с. (Государственная система обеспечения единства измерений).

7. Патентные документы.

А. с. 1007970 СССР. МКИ³ В 25 В 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В.С. Ваулин, В.Г. Кемайкин. № 3360585/25-08; Заявл. 23.11.81; Опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. 2 с.

8. Промышленный каталог.

Центробежные герметичные электронасосы типа ЦГ 6-го конструктивного исполнения : ОКП 36 3113: Рек. к сер. пр-ву / Центр. ин-т НТИ и техн.-экон. исслед. по хим. и нефт. машиностроению (ЦИНТИхимнефтемаш). Разраб. ПО «Молдавгидромаш». М., 1981. 3 с. СССР.

9. Прейскурант.

Прейскурант № 19-08. Оптовые цены на редукторы и муфты соединительные : утв. Госкомцен СССР 12.08.80 : Ввод. в действие 01.01.82. М.: Прейскурантиздат, 1980. 60 с.

10. Диссертация.

Белов М. А. Повышение качества шлифованных деталей из коррозионно-стойких сталей путем рационального применения технологических жидкостей : дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08. Защищена 15.05.86. Утв. 06.12.86; 04820016743. Ульяновск, 1987. 366 с.: ил. Библиогр.: С. 275 – 296.

Приложения оформляют обычно как продолжение ПЗ на последующих ее страницах, располагая их в порядке появления ссылок в тексте. В приложения включают технологическую документацию по разработанным в курсовом проекте процессам сборки изделия и изготовления деталей; спецификации конструкторских разработок; распечатки ЭВМ; протоколы и акты испытаний; протоколы экспериментальных исследований; копии авторских свидетельств и заявок на изобретения и другие материалы.

Каждое приложение начинают с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова «Приложение», написанного прописными буквами. Каждое приложение должно иметь содержательный заголовок. Нумерация приложений сквозная, например «Приложение 1», «Приложение 2» и т.д. (без знака №). Рисунки, таблицы и формулы, помещаемые в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например «Рис. П.1.1» (первый рисунок первого приложения); «Табл. П.1.1» (первая таблица первого приложения), «Формула (П.2.5)» (пятая формула второго приложения).

При большом объеме разработанной технологической документации приложения можно оформить в виде отдельной части (альбома). На переплете этого альбома делают такую же надпись (наклейку), как и на ПЗ, лишь под словами «... по технологии машиностроения» добавляют прописными буквами слово «ПРИЛОЖЕНИЯ».

Текст ПЗ размещают на одной или обеих сторонах листа белой бумаги формата А4 – 210 × 297 мм. Поля оставляют со всех четырех сторон листа. Размер левого поля 30...35 мм, правого поля 10 мм, верхнего и нижнего полей 20 мм.

Пояснительную записку обычно заполняют от руки, высота букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы следует писать четко, желательнее черными чернилами, тушью или пастой. Однако ПЗ можно отпечатать и на пишущей машинке через полтора или два межстрочных интервала.

Разработку и оформление технологической документации в курсовом проекте осуществляют в строгом соответствии с требованиями стандартов ЕСТПП и ЕСТД.

ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК

Графические материалы проекта выполняют в соответствии со стандартами ЕСКД. Исключение составляют технологические эскизы сборки изделий и обработки заготовок, методические указания по оформлению которых даны в соответствующих пособиях.

Графическая часть курсового проекта состоит из 4–5 листов формата А1 и включает: 1 лист – чертеж сборки, 2 лист – чертеж детали и заготовки; 3 лист – технологические наладки, 4 лист – сборочный чертеж приспособления.

Графическая часть дипломного проекта состоит из 11–12 листов формата А1 и включает:

1. Сборочный чертеж изделия и технологическую схему сборки или операционные эскизы сборки.
2. Чертеж детали и заготовки (допускается их совмещение в одном чертеже).
3. Технологические наладки.
4. Сборочные чертежи установочных и зажимных приспособлений на операциях механической обработки, сборки и контроля.
5. Конструкции (схемы) средств и устройств механизации производственных процессов.
6. План линии, участка.
7. Технико-экономические показатели дипломного проекта.

Требования к листу сборки

Лист формата А1 разделяется на две части: в верхней размещаются формулировки служебного назначения сборочной единицы и основных задач, которые должны быть решены в процессе изготовления сборочной единицы, схемы размерных цепей и расчеты, связанные с их решением.

В нижней части размещается технологическая схема сборки, составляется в произвольном масштабе по методике профессора

В.М. Кована. На технологической схеме сборки все элементы изделия обозначают прямоугольниками, разделенными на три части. В верхней части записывается наименование элемента. В нижней правой части – индекс присоединительного элемента (номер позиции), а в левой – количество этих элементов. Элемент, с которого начинают сборку, называется базовым. От базового элемента проводят вправо горизонтальную линию – линию сборки. Ее заканчивают сборочным изделием. Сверху линии сборки помещают детали, снизу – сборочные единицы. Технологическую карту сборки снабжают надписями, поясняющими основные работы, которые приходится выполнять при сборке.

Требования к листу детали, заготовки и способа ее получения

Рабочий чертеж небольших по размерам деталей вычерчивается в строгом соответствии с ЕСКД на формате А1, чертеж заготовки вычерчивается также на формате А1. Для средних и крупных деталей рабочий чертеж вычерчивается совмещенным с чертежом заготовки на формате А2 (А1). В этом случае на всех поверхностях, подлежащих обработке, синим карандашом указывается общий припуск и даются размеры заготовки с допусками для поверхностей, подлежащих обработке.

На оставшейся части листа формата А1 вычерчиваются эскизы, поясняющие способ получения заготовки (эскизы опок, штампов и т.д.).

Требования к листу карты наладки

Карты наладок желательно вычерчивать в масштабе 1 : 1. На них показываются: обрабатываемая деталь, установочно-зажимное приспособление, устройства для установки режущих инструментов или для направления инструментов, режущие инструменты. Обрабатываемая деталь изображается в положении, которое она занимает на станке в процессе обработки. Указываются все полученные на данной операции размеры с числовыми значениями предельных отклонений и шероховатости поверхности, наладочные размеры и таблица с режимами резания.

Режущий инструмент вычерчивается в конце рабочего хода, при необходимости штриховой линией может быть обозначено его исходное положение. Обрабатываемые поверхности выделяются красными линиями, указываются стрелками вращение инструмента или детали и направление движения суппортов. Установочно-зажимное приспособление может вычерчиваться без разрезов и сечений, однако студент должен знать принцип его работы.

Для наладки станков с ЧПУ разрабатывается карта наладки, которая должна содержать все сведения, необходимые при наладке станка на конкретную операцию. По карте производятся установка заготовки на станке и режущих инструментов в резцовой головке или магазине, закрепление блоков коррекции положения инструментов, устанавливается порядок смены инструментов вручную (при необходимости).

Карта наладки состоит из графической части и таблицы. В графической части изображаются обрабатываемая деталь после обработки на данной операции (установке), схема закрепления заготовки на станке и схема размещения инструментов, размеры и шероховатость обрабатываемых поверхностей; даются графическое изображение траектории перемещения инструмента, взаимное расположение нулевых точек станка и заготовки.

На схеме размещения инструментов отмечают: координаты положения вершин инструментов по осям и порядок расположения инструментов с указанием номеров блоков, гнезд магазинов или позиций револьверной головки и данных для предварительной настройки инструментов на размер вне станка.

В табличной части приводятся данные по исходной заготовке; технологическому оборудованию и оснастке, режущему инструменту; указываются материал, род и основные размеры заготовки; модель станка; модель системы ЧПУ; номер управляющей программы; шифр и основные характеристики станочного приспособления; шифр и материал режущей части инструмента; номер корректора, закрепленного за инструментом.

Для каждого установка заготовки даются численные значения координат вершин инструментов по осям Y , Z и X и наладочные размеры. Данные о применяемом режущем инструменте записывают в строгой последовательности вступления инструмента в работу.

Карты наладки для различных станков с ЧПУ могут отличаться как по форме, так и по содержанию. Вид карты зависит от конструктивных особенностей и технологических возможностей станка с ЧПУ. Рассмотренные основные положения по оформлению карты наладки являются общими и приемлемыми для различных типов станков с ЧПУ.

При обработке заготовок на многопозиционных станках чертеж наладки разрабатывают на каждую позицию, при этом установочно-зажимное приспособление показывается только в загрузочной позиции.

Сложный инструмент не следует вычерчивать полностью, достаточно указать внешние габариты и форму двух-трех зубьев (фреза, протяжка) и способ их крепления в «Карте наладки станка на операцию № __». На лист карты наладки заполняется спецификация. Установочно-зажимные приспособления, державки для режущего инструмента, режущий инструмент указываются в спецификации как сборочные единицы. Детали и сборочные единицы станка в спецификацию не включаются. В приложении 4 приводятся примеры схем технологических наладок [14].

Требования к листу установочно-зажимного или контрольного приспособления

Сборочные чертежи приспособления выполняются в масштабе 1 : 1 на листе (листах) формата А1 с соблюдением требований ЕСКД. Количество проекций и сечений должно быть достаточным, чтобы была понятна конструкция приспособления и возможна разработка рабочих чертежей деталей приспособления. На чертежах должны быть проставлены габаритные, установочные, посадочные на сопрягаемые поверхности, монтажные и эксплуатационные размеры, технические требования и характеристика конструкции.

Установочными размерами являются размеры элементов, служащие для присоединения приспособления к станку или другому оборудованию (размеры направляющих шпонок, поясков, шрифтов, пазов и т.д.).

Эксплуатационными размерами для приспособлений являются размеры, определяющие крайние положения подвижных деталей. Размеры, от которых зависит прочность обрабатываемой детали, и размеры сопряжений должны быть проставлены с числовыми значениями предельных отклонений и с условным обозначением полей допусков (посадок) по СТ СЭВ.

Обрабатываемая деталь показывается на чертежах на всех проекциях тонкими линиями синего цвета, при этом она считается условно прозрачной.

На сборочных чертежах приспособления допускается изображение кинематических, электрических, гидравлических или пневматических схем, а также циклограммы работы приспособления. В основной надписи указывается название приспособления, например, «Приспособление фрезерное для операции № 15». Спецификация выполняется на отдельном листе в соответствии с ЕСКД.

Остальные вопросы оформления курсовых и дипломных проектов указаны в стандарте предприятия СТП ТГТУ 07–97 «Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления».

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Разработка технологического процесса как таковая состоит из комплекса взаимосвязанных работ, предусмотренных Единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП), и должна выполняться в полном соответствии с требованиями ГОСТ 14.301–83.

В зависимости от годового объема выпуска изделий и принятого типа производства решение технологических задач осуществляется по-разному. Для мелкосерийного производства разрабатывается единичный технологический процесс, дающий возможность сокращать время на подготовку производства, эффективно применять универсальное оборудование и универсально-наладочные приспособления [10]. Для серийного производства следует стремиться строить технологический процесс, ориентируясь на использование *переменно-поточных линий*, когда последовательно изготавливаются партии деталей одних наименований или размеров, или *групповых поточных линий*, когда параллельно изготавливаются партии деталей различных наименований. Для массового производства необходимо предусматривать возможность организации непрерывной поточной линии с использованием специальных и агрегатных станков, специальной переналаживаемой технологической оснастки и максимальной механизации и автоматизации производственных процессов.

При разработке технологического процесса руководствуются следующими принципами:

- в первую очередь обрабатывают те поверхности, которые являются базовыми при дальнейшей обработке;
- после этого обрабатывают поверхности с наибольшим припуском;
- далее выполняют обработку поверхностей, снятие металла с которых в наименьшей степени влияет на жесткость заготовки;
- в начале технологического процесса следует относить те операции, на которых можно ожидать появление брака из-за скрытых дефектов металла (трещин, раковин, волосовин и т.п.);
- поверхности, обработка которых связана с точностью и допусками относительного расположения поверхностей (соосности, перпендикулярности, параллельности и т.п.), изготавливают при одной установке;
- совмещение черновой (предварительной) и чистовой (окончательной) обработок в одной операции и на одном и том же оборудовании нежелательно – такое совмещение допускается при обработке жестких заготовок с небольшими припусками;

– при выборе установочных (технологических) баз следует стремиться к соблюдению двух основных условий: совмещению технологических баз с конструкторскими (например, отверстие в корпусе насадной цилиндрической фрезы одновременно служит посадочным местом для оправки в процессе эксплуатации и базой для большинства операций); постоянству баз, т.е. выбору такой базы, ориентируясь на которую можно провести всю или почти всю обработку (например, центровые отверстия вала, оси или хвостовики режущего инструмента). Принцип базирования заготовок должен строго соответствовать ГОСТ 3.1107–81

Предварительная разработка технологического процесса обработки заданной детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса по ГОСТ 3.1404–86.

Состав и формы карт, входящих в комплект документов, зависят от вида технологического процесса (единичный, типовой или групповой), типа производства и степени использования разработчиком (предприятием, учебным заведением) средств вычислительной техники и автоматизированной системы управления производством (АСУП).

По степени детализации описания каждый из указанных видов технологических процессов предусматривает различное изложение содержания операции и комплектность документации.

В *маршрутном технологическом процессе* содержание операций излагается только в маршрутной карте без указания переходов (допускается включать режимы обработки, т.е. строку со служебным символом – Р). Применяется в единичном и мелкосерийном типах производства.

В *операционном технологическом процессе* маршрутная карта содержит только наименование всех операций в технологической последовательности, включая контроль и перемещение, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты. Сами операции разрабатываются на операционных картах. Применяется в крупносерийном и массовом типах производств.

В *маршрутно-операционном технологическом процессе* предусматривается краткое описание содержания отдельных операций в маршрутной карте, а остальные операции оформляются на операционных картах. Для дипломного проектирования рекомендуется операционная или маршрутно-операционная степень детализации описания технологического процесса.

Все виды технологических документов содержат единую форму основной надписи, содержание и правила заполнения которой регламентируются ГОСТ 3.1103–82.

На рис. 2 приводится основная надпись для формата А4 с горизонтальным полем подшивки как наиболее часто применяемая в дипломном проектировании. Графы основной надписи заполняются в соответствии с рекомендациями (см. табл. 1).

Учитывая, что маршрутная карта является основным и обязательным документом любого технологического процесса, далее подробно рассматривается пример заполнения маршрутной карты по ГОСТ 3.1118–82, форма 1 (см. рис. 3).

Лист	22	14	15				16	17	18	14	15
Взнос	21						16	17	18	14	15
Плата	20										
							24			26	27
Разреш.	12	13	14	15	1	ТГУ	2	3	4		
Н.контр.					7	6			5		
<p>Министерство образования и науки Российской Федерации Тамбовский Государственный Технический Университет Кафедра технологии машиностроения, металлорежущие станки и инструменты</p> <p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ на технологический процесс механической обработки</p>											
28	29									30	

Рис. 2

		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
Львд. Изм. Подп.										ГОСТ 3.1404-86		Форма 1							
Разработ. Провер. Принят. Утверд. И.контр.		Иванов		31.05.85	ТГТУ		XXXXXXXX406425.XXX		5000031 10001XXXX		3	1	60140.XXXXX						
И.контр.		Петров		04.06.86	Вал шлицевый						ДП	XX	015						
И.контр.		Взг. ГОСТ 2590 - 71/45 ГОСТ 1050 - 74																	
И.контр.		Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. РОСХ	КМ	Код заготовки	Профиль и диаметр		КД	МД						
И.контр.		166		0,72	1	1,26	0,7	095002XXXX	пакет	Ø25х3000		10	12,6						
И.контр.		А		Цех		УЧ	РМ	Опер.	Код наименования операции		Обозначение документа								
И.контр.		Б																	
И.контр.		Р		Код наименования оборудования		СМ		Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Квт.	П.з.	И.т.		
И.контр.		А 03		XX	XX	XX	005	4280, Отрезная	60040.XXXX,		ИОТ		XXX						
И.контр.		Б 04		301765.XXXX, ØГ631				2		16869	211	1Р	1	1	1	УИ	0,65	8	0,32
И.контр.		Р 05																	
И.контр.		А 07		XX	XX	XX	010	4269, Фрезерно-центров.	ИОТ		XXX								
И.контр.		Б 08		301825.XXXX, МР76М				2		18632	311	ИИ	1	2	1	900	1	25	0,76
И.контр.		О 09		Фрезеровать два торца, выдерх. разм. 280-ø15				Центровать два торца, выдерх. гльб. 6-ø25											
И.контр.		10		Контроль исполнителем															
И.контр.		Т 11		391855. XXXX(2)-Фреза торцевая-Т15К6; 391242. XXXX(2)-центровочное сверло - Р9М6;															
И.контр.		12		393311. XXXX-ШЦ-I-150-01; 393311. XXXX-ШЦ-II-350-0,05															
И.контр.		13																	
И.контр.		14																	
И.контр.		А 15		XX	XX	XX	015	4114, 4103, Токарн. программ.	60046. XXXXX, ИОТ		XXX								
И.контр.		МК																	

Рис. 3

1. Содержание граф основной надписи технологических документов

Номер графы	Содержание вносимой информации
1	Наименование учебного заведения в полном или сокращенном виде, например: МИТ, МСИТ, «Комсомолец»
2	Обозначение изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу или код ступени классификации по конструкторскому классификатору
3	Код классификационных группировок технологических признаков для типовых и групповых технологических процессов по технологическому классификатору
4	Обозначение документа по ГОСТ 3.1201-74: первые семь цифр в верхней части графы – код организации-разработчика. Ряду учебных заведений присвоены отраслевые коды. В этой графе временно допускается записывать шестизначный почтовый индекс ТГТУ: первые пять цифр в нижней части графы – код характеристики документа, выбираемый из ГОСТ 3.1201-74; пять последних цифр – порядковый регистрационный номер. В учебном процессе допускается вместо этих цифр условно записать «XXXXX»
5	Литера, присвоенная технологическому документу по ГОСТ 3.1102-81: И – разового изготовления в единичном производстве; П – предварительный проект; А – серийное производство; Б – массовое производство и т.д. При дипломном проектировании допускается в этой графе записывать «ДП»
6	Наименование изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу
8	Номер операции

12	Характер работы, выполняемый лицами, подписывающими документ
13	Фамилии лиц, участвующих в разработке, оформлении и контроле документа
15	Дата подписи. Написание месяца римскими цифрами не допускается
26	Общее количество листов документа
27	Порядковый номер листа документа
28	Условное обозначение вида документа по ГОСТ 3.1102–81, например: МК – маршрутная карта; КТП – карта технологического процесса; КЭ – карта эскизов; ОК – операционная карта
30	Графа для сквозной нумерации листов всего комплекта или всей объяснительной записки. Графы 7, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 – 25, 29, 31 при дипломном проектировании не заполняются

К заполнению граф технологических документов предъявляются следующие требования.

1. Каждая строка мысленно делится по горизонтали пополам, и информацию записывают в нижней ее части, оставляя верхнюю часть свободной для внесения изменений.

2. При записи информации допускаются сокращения, предусмотренные ГОСТ 2.316–68 и 3.1702–79 и др.

3. Для граф, выделенных утолщенными линиями, существует три варианта заполнения:

– по первому варианту графы заполняются кодами и обозначениями по соответствующим классификаторам и стандартам. Вариант используется организациями, внедрившими автоматизированную систему управления производством;

– второй вариант характерен для организаций, работающих без применения вычислительной техники. Графы заполняются информацией в раскодированном виде;

– по третьему варианту информация дается в виде кодов с их расшифровкой. Коды заготовок, операций, профессий, режущего, измерительного инструмента и приспособлений [14] приведены в Приложении 5. В дипломном проектировании рекомендуется этот вариант заполнения, так как он приемлем для организаций и учебных заведений с различным уровнем оснащения техническими средствами.

Незаполненные графы свидетельствуют о наличии других документов, являющихся носителями этой информации. В случае отсутствия информации для какой-либо графы в ней ставят прочерк длиной 4...5 мм. Вертикальные штрихи в строках указывают место заполнения информации под графой. Размеры граф должны соответствовать максимальному количеству символов, например цифр, которые можно записать или напечатать на пишущем устройстве применяемой вычислительной техники с шагом печати 2,6 мм.

Информация, вносимая в отдельные графы и строки маршрутной карты, выбирается из табл. 2. Для удобства поиска соответствующих граф карты номера пунктов таблицы продублированы выносными линиями на полях (см. рис. 3).

2. Содержание информации, вносимой в графы и строки маршрутной карты

Номер пункта поиска	Содержание информации
1	<p>Обозначение служебных символов:</p> <p>А – номер цеха, участка, рабочего места, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции;</p> <p>Б – код, наименование оборудования и информация по трудозатратам;</p> <p>М – информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, вспомогательных и комплектующих материалах с указанием их кода, кода единицы величины, количества на изделие и нормы расхода;</p> <p>О – содержание операции (перехода). Информация записывается по всей строке, при необходимости продолжение информации переносится на следующие строки. При отсутствии эскизов обработки здесь записывают размеры обработки отдельных поверхностей;</p> <p>Т – информация о технологической оснастке в такой последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; средства измерений. Перед наименованием оснастки указывается код в соответствии с классификатором. Код включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Низшую группировку в дипломном проекте можно условно указать в виде знака «XXXX». Количество одинаковой одновременно работающей оснастки указывается цифрой в скобках, например: «...; 39 1842. XXXX (2) – фреза угловая Р9М6»;</p> <p>Р – строка вводится, если требуется указать информацию о режимах обработки</p>
2	Графы: номер цеха, участка и рабочего места в дипломном проекте можно заполнить в виде условного кода «XX»
3	Номер операции в технологической последовательности изготовления, контроля и перемещения. Рекомендуемая нумерация операций: 005, 010, 015, 020
4	Код материала. Графа не заполняется – ставится прочерк
5	<p>В графе «M01» указываются наименование, сортамент, размер и марка материала, номер стандарта, т.е. данные, которые в текстовых документах обычно записываются дробью в виде</p> $Круг \frac{В 25 \text{ ГОСТ } 2590 - 71}{45 \text{ ГОСТ } 1050 - 74}.$ <p>В данной графе запись выполняется одной строкой с разделительным знаком «/»</p>
6	Код единицы величины – массы, длины, площади и т.п. детали или заготовки по классификатору, как для массы, указанной в кг – код 166, в г – 163, в т – 168
7	<p>Код операции согласно классификатору технологических операций [70, 71], например:</p> <p>4220 – для расточной операции;</p> <p>4221 – для горизонтально-расточной операции</p>
8	Код оборудования включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Низшая группировка оборудования в дипломном проекте условно указывается знаком «XXXX»

9	Код степени механизации труда указывается однозначной цифрой: наблюдение за работой автоматов – 1; работа с помощью машин и автоматов – 2; вручную при машинах и автоматах – 3; вручную без машин и автоматов – 4; вручную при наладке машин и ремонту – 5
10	Код профессии согласно классификатору
11	Разряд работы, необходимый для выполнения операция. Код включает три цифры: первая – разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику, две следующие – код формы и системы оплаты труда: 10 – сдельная форма оплаты труда; 11 – сдельная система оплаты труда прямая; 12 – сдельная система оплаты труда премиальная; 13 – сдельная система оплаты труда прогрессивная; 20 – повременная форма оплаты труда; 21 – повременная система оплаты труда простая; 22 – повременная система оплаты труда премиальная
12	Код условий труда включает в себя цифру – условия труда: 1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные; 3 – особо тяжелые, особо вредные и букву, указывающую вид нормы времени; Р – аналитически-расчетная; И – аналитически-исследовательская; Х – хронометражная; 0 – опытно-статистическая
13	Обозначение документов, применяемых при пополнении данной операции, например ИОТ – инструкция по охране труда
14	Обозначение профиля и размеров заготовок. Рекомендуется указывать толщину, ширину и длину заготовки, сторону квадрата или диаметр и длину, например, 20 × 50 × 300, Ø 35
15	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
16	Количество одновременно обрабатываемых заготовок
17	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки, например прутка
18	Единица нормирования, на которую установлена норма времени, например: 1, 10, 100 шт.
19	Масса заготовки
20	Объем производственной партии, шт.
21	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании зависит от количества обслуживаемых станков: количество станков 1 2 3 4 5 6 коэффициент 1 0,65 0,48 0,39 0,35 0,32
22	Норма штучного времени на операцию, мин
23	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию, мин
24	Коды технологической оснастки по классификатору

На рис. 4 приведена форма и пример заполнения операционной карты по ГОСТ 3.1418–82 с зоной, предназначенной для размещения эскиза (форма 2); если по своим габаритам эскиз не может быть размещен на этой карте, то операционную карту оформляют на форме 3 (рис. 5), эскиз для которой выполняется отдельно на карте эскизов (рис. 6).

Большинство граф операционных карт содержат информацию, идентичную графам маршрутных карт (см. табл. 1 и 2). Эти формы предназначаются как для оформления операций выполняемых на универсальном технологическом оборудова-

нии, так и на станках с ЧПУ.

Для большей наглядности при защите курсового проекта несколько технологических эскизов (эскизы наладок) выполняются в полуконструктивном виде; приспособления – в виде установок схем базирования, инструмент – в конечном положении, режимы обработки для каждого перехода оформляются таблицей в нижнем правом углу над основной надписью. На одном листе формата А1 размещается три или четыре эскиза наладок разнохарактерных операций (токарная, фрезерная, шлифовальная и др.). Правила записи операций и переходов обработки резанием металлов изложены в ГОСТ 3.1702–79, а слесарных и слесарно-сборочных работ – в ГОСТ 3.1703–79.

Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записывается именем прилагательным в именительном падеже. Наименование слесарных и слесарно-сборочных операций следует записывать именем существительным или прилагательным в именительном падеже с указанием предмета обработки, например, «разметка направляющих поверхностей» и т.п. Исключения составляют такие наименования операций, как «слесарная», «сверлильная», «опиловочная».

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2																																																																																																	
Диз.л.																																																																																																											
Взам.																																																																																																											
Подп.																																																																																																											
5000031 10001.XXXXX										2	1																																																																																																
Разроб.	Иванов	30.05.86	ТГТУ	XXXXXXXX.406425.004				60140.XXXXX																																																																																																			
Нормир.				Вал шлицевый				ДП	XX	015																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="12">Наименование операции</th> </tr> <tr> <td colspan="12">Токарно-винторезная</td> </tr> <tr> <td>Твердость</td> <td>ЕВ</td> <td>МД</td> <td colspan="3">Профиль и размеры заготовки</td> <td>МЗ</td> <td colspan="5">КОИД</td> </tr> <tr> <td>HRC 30..35</td> <td>166 кг</td> <td>0,72</td> <td colspan="3">Ф25х280</td> <td>1,26</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Оборудование, устройство ЧПУ</td> <td colspan="6">Обозначение программы</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Токарно-винторезный, 16К20</td> <td colspan="6">—</td> </tr> <tr> <td>T_0</td> <td>T_6</td> <td>$T_{пз}$</td> <td colspan="3">$T_{шт}$</td> <td colspan="6">СОХ</td> </tr> <tr> <td>0,18</td> <td>0,61</td> <td>17</td> <td colspan="3">0,89</td> <td colspan="6">б/о</td> </tr> </table>												Наименование операции												Токарно-винторезная												Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры заготовки			МЗ	КОИД					HRC 30..35	166 кг	0,72	Ф25х280			1,26	1					Оборудование, устройство ЧПУ						Обозначение программы						Токарно-винторезный, 16К20						—						T_0	T_6	$T_{пз}$	$T_{шт}$			СОХ						0,18	0,61	17	0,89			б/о					
Наименование операции																																																																																																											
Токарно-винторезная																																																																																																											
Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры заготовки			МЗ	КОИД																																																																																																				
HRC 30..35	166 кг	0,72	Ф25х280			1,26	1																																																																																																				
Оборудование, устройство ЧПУ						Обозначение программы																																																																																																					
Токарно-винторезный, 16К20						—																																																																																																					
T_0	T_6	$T_{пз}$	$T_{шт}$			СОХ																																																																																																					
0,18	0,61	17	0,89			б/о																																																																																																					
Р			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V																																																																																																	
01				мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин																																																																																																	
02																																																																																																											
В 03	А																																																																																																										
Т 04	396111.XXXX-патрон; 392841			XXXX - центр вращающийся																																																																																																							
05																																																																																																											
0 06	1. Точить поверхность, выдерж. разм. ①, ③																																																																																																										
Т 07	392131. XXXX-резец Т15К6;			393311. XXXX - ШЦ - I-125 - 0,1																																																																																																							
Р 08				25	102	4,5	1	0,63	914	72																																																																																																	
09																																																																																																											
10																																																																																																											
ЭК																																																																																																											

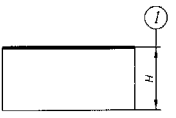
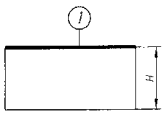
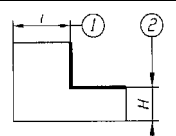
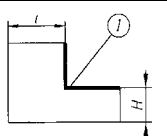
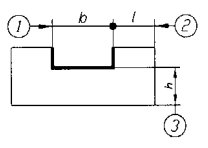
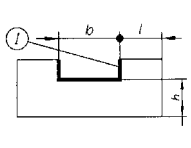
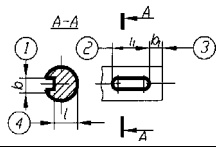
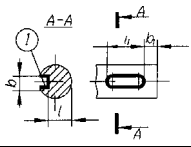
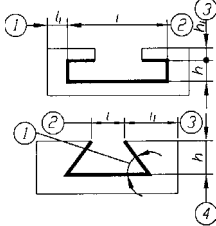
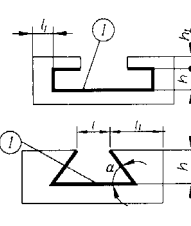
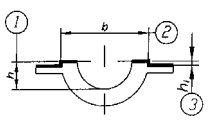
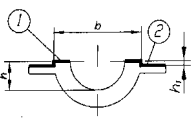
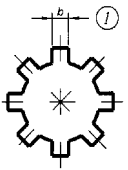
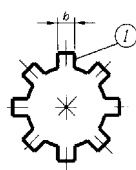
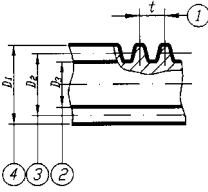
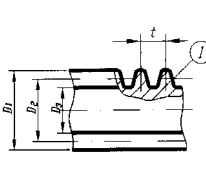
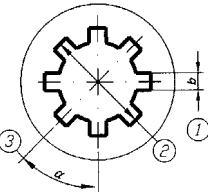
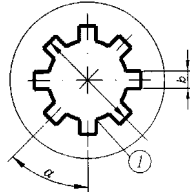
Рис. 4

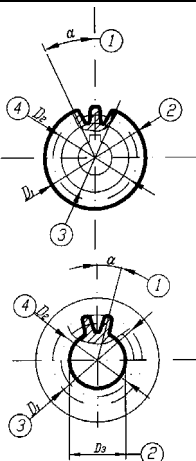
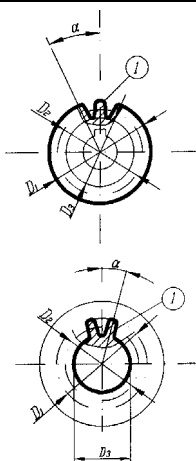
ГОСТ 3.1404-86										Форма 3																																																																																																																									
Диз.л.																																																																																																																																			
Взам.																																																																																																																																			
Подп.																																																																																																																																			
5000031 10001.XXXXX										1	1																																																																																																																								
Разроб.	Иванов	30.05.86	ТГТУ	XXXXXXXX.406425.004				60046.XXXXX																																																																																																																											
Н. контр.	Петров	04.06.86		Вал шлицевый				ДП	XX	XX	015																																																																																																																								
<table border="1"> <tr> <th colspan="12">Наименование операции</th> </tr> <tr> <td colspan="12">Токарная программная</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Материал</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Сталь 45</td> </tr> <tr> <td>Твердость</td> <td>ЕВ</td> <td>МД</td> <td colspan="3">Профиль и размеры</td> <td>МЗ</td> <td colspan="5">КОИД</td> </tr> <tr> <td>HRC 30..35</td> <td>166 кг</td> <td>0,72</td> <td colspan="3">Ф25х280</td> <td>1,26</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Оборудование, устройство ЧПУ</td> <td colspan="6">Обозначение программы</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Токарная программная с ОСУ, 16К20Т1</td> <td colspan="6">XXXXX.XXXXX</td> </tr> <tr> <td>T_0</td> <td>T_6</td> <td>$T_{пз}$</td> <td colspan="3">$T_{шт}$</td> <td colspan="6">СОХ</td> </tr> <tr> <td>1,08</td> <td>0,47</td> <td>25</td> <td colspan="3">1,65</td> <td colspan="6">б/о</td> </tr> </table>												Наименование операции												Токарная программная												Материал												Сталь 45												Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД					HRC 30..35	166 кг	0,72	Ф25х280			1,26	1					Оборудование, устройство ЧПУ						Обозначение программы						Токарная программная с ОСУ, 16К20Т1						XXXXX.XXXXX						T_0	T_6	$T_{пз}$	$T_{шт}$			СОХ						1,08	0,47	25	1,65			б/о					
Наименование операции																																																																																																																																			
Токарная программная																																																																																																																																			
Материал																																																																																																																																			
Сталь 45																																																																																																																																			
Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД																																																																																																																												
HRC 30..35	166 кг	0,72	Ф25х280			1,26	1																																																																																																																												
Оборудование, устройство ЧПУ						Обозначение программы																																																																																																																													
Токарная программная с ОСУ, 16К20Т1						XXXXX.XXXXX																																																																																																																													
T_0	T_6	$T_{пз}$	$T_{шт}$			СОХ																																																																																																																													
1,08	0,47	25	1,65			б/о																																																																																																																													
Р			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V																																																																																																																									
01				мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин																																																																																																																									
0 02	А																																																																																																																																		
Т 03	396111.XXXX-патрон; 392841			XXXX - центр вращающийся																																																																																																																															
04																																																																																																																																			
0 05	1. Точить поверхности ③, ⑥ точить фаски ①, ④, ⑦																																																																																																																																		
Т 06	392131. XXXX-резец Т15К6;			393311. XXXX - ШЦ - I-125 - 0,1																																																																																																																															
Р 07				25	108	4,25	1	0,63	914	72																																																																																																																									
08																																																																																																																																			
0 09	2. Точить коновки ②, ⑤																																																																																																																																		
Т 10	392195. XXXX-резец Т5К10;			393311. XXXX - ШЦ - I-125 - 0,1																																																																																																																															
Р 11				25	7,5	3	1	0,63	914	72																																																																																																																									
12																																																																																																																																			
13																																																																																																																																			
ЭК	Обработка деталей на металлорежущих станках с ЧПУ																																																																																																																																		

Рис. 5

**3. Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов
обработки резанием и графического изображения
обрабатываемых поверхностей (ГОСТ 3.1702-79)**

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Точить (шлифовать, довести, полировать и т.п.) канавку, выдерживая размеры 1 – 3		Точить (шлифовать, довести, полировать и т.п.) канавку <i>l</i>	
Точить (шлифовать, притереть, полировать и т.п.) выточку, выдерживая размеры 1 – 4		Точить (шлифовать, притереть, полировать и т.п.) выточку <i>l</i>	
Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус, выдерживая размеры 1 и 2		Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус <i>l</i>	
Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т.п.) резьбу, выдерживая размеры 1 и 2		Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т.п.) резьбу <i>l</i>	
Центровать торец, выдерживая размеры 1 – 4		Центровать торец <i>l</i>	
Расточить (зенкеровать, шлифовать и т.п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2		Расточить (зенкеровать, шлифовать и т.п.) отверстие <i>l</i>	
Развернуть (расточить, зенкеровать и т.п.) коническое отверстие, выдерживая размеры 1 – 3		Развернуть (расточить, зенкеровать и т.п.) отверстие <i>l</i>	
Расточить канавку, выдерживая размеры 1 – 3		Расточить канавку <i>l</i>	
Нарезать (шлифовать и т.п.) резьбу, выдерживая размер 1		Нарезать (шлифовать и т.п.) резьбу <i>l</i>	
Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец буртика, выдерживая размер 1		Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец буртика <i>l</i>	

Стругать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) поверхность, выдерживая размер l		Стругать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) поверхность l	
Шлифовать (фрезеровать, стругать и т.п.) уступ, выдерживая размеры l и 2		Шлифовать (фрезеровать, стругать и т.п.) уступ l	
Протянуть (стругать, фрезеровать шлифовать и т.п.) паз, выдерживая размеры $1-3$		Протянуть (стругать, фрезеровать шлифовать и т.п.) паз l	
Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры $1-4$		Фрезеровать шпоночный паз l	
Протянуть (фрезеровать) паз, выдерживая размеры $1-4$		Протянуть (фрезеровать) паз l	
Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) поверхности, выдерживая размеры $1-3$		Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) поверхности l и 2	
Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) боковые поверхности шлицев, выдерживая размер 1		Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) боковые поверхности шлицев l	
Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) червяк, выдерживая размеры $1-4$		Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) червяк l	
Протянуть (долбить) шлицы, выдерживая размеры $1-3$		Протянуть (долбить) шлицы l	

<p>Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т.п.) зубья, выдерживая размеры 1 – 4</p>		<p>Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т.п.) зубья 1</p>	
---	--	---	--

4. Ключевые слова технологических переходов и их условные коды

Код	Ключевое слово	Код	Ключевое слово
01	Вальцевать	25	Рассверлить
02	Врезаться	26	Расточить
03	Галтовать	27	Сверлить
04	Гравировать	28	Строгать
05	Довести	29	Суперфинишировать
06	Долбить	30	Точить
07	Закруглить	31	Хонинговать
08	Заточить	32	Шевинговать
09	Затыловать	33	Шлифовать
10	Зенкеровать, зенковать	34	Цековать
11	Навить	35	Центровать
12	Накатать	36	Фрезеровать
13	Нарезать
14	Обкатать	80	Выверить
15	Опилить	81	Закрепить
16	Отрезать	82	Настроить
17	Подрезать	83	Переустановить
18	Полировать
19	Притирать	86	Переместить
20	Приработать	87	Поджать
21	Протянуть	88	Проверить
22	Развернуть	89	Смазать
23	Развальцевать	90	Снять
24	Раскатать	91	Установить

5. Технология вспомогательных и технологических переходов

Наименование операции	Содержание перехода
Вспомогательные переходы	Установить деталь. Установить деталь, закрепить, снять. Снять деталь. Установить деталь, выверить, закрепить. Подать пруток до упора. Закрепить. Снять остаток. Запрессовать деталь на оправку. Открепить деталь. Переустановить деталь, закрепить. Выдвинуть пруток на длину. Перезакрепить деталь. Поджать центром. Установить расточную оправку. Выверить оправку по приспособлению. Установить накладной кондуктор. Откинуть кондукторную плиту. Повернуть кондуктор с деталью на угол... . Переустановить

	деталь в кондукторе. Закрепить. Повернуть стол с деталью на угол... . Снять кондуктор. Уложить деталь в тару. Повторить переходы...
Токарные операции	Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размер 1 и 2. Точить фасонную поверхность в размеры 1, 2 и 3. Точить поверхность с подрезкой торца в размеры 1, 2. Точить поверхность с образованием фаски в размеры 1, 2, 3. Одновременно точить <i>n</i> поверхностей в размеры 1, 2, 3 и 4. Точить галтель (радиус) в размер 1. Точить фаску в размер 1. Точить конус в размеры 1, 2, 3, 4. Точить сферу в размер 1. Точить шейку под люнет в размеры 1, 2, 3. Накатать сетчатое рифление в размер 1 по ГОСТ... Накатать прямое рифление 0 размер 1 по ГОСТ... Нарезать профиль червяка, выдержать размеры и ТУ согласно таблице эскиза.
	Подрезать торец начисто (только для заготовок из прутка). Подрезать торец в размер 1. Подрезать торец буртика в размер 1. Проточить риску в размеры 1, 2, 3. Подрезать торец с проточкой канавки в размеры 1, 2, 3. Проточить канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить торцевую канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить радиусную канавку в размеры 1, 2, 3. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размеры 1, 2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ... Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размеры 1, 2. Надрезать заготовку с образованием фаски в размеры 1, 2, 3. Разрезать заготовку на <i>n</i> деталей размер 1. Отрезать временный центр в размер 1. Отрезать деталь в размер 1. Центровать торец размер 1. Центровать торец в размеры 1, 2, 3. Править центровое отверстие в размеры 1, 2. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размеры 1, 2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размеры 1, 2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1, 2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Зенковать фаску в размер 1. Расточить фаску в размер 1. Расточить коническое отверстие в размеры 1, 2, 3 на проход. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1, 2. Подрезать дно в размер 1. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить выточку в размеры 1, 2, 3. Расточить сферу (радиус) в размер 1. Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1, 2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Калибровать отверстие в размер 1. Полировать поверхность до . Раскатать отверстие в размер 1. Обкатать поверхность и размер 1. Навить пружину в размеры 1, 2, 3. Отрубить пружину в размер 1
Сверлильные операции	Центровать поверхность в размер 1. Центровать торец в размеры 1, 2, 3. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размеры 1, 2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1, 2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Зенковать фаску в размер 1. Расточить кольцевую канавку в размеры 1, 2, 3. Рассверлить отверстие в размеры 1, 2. Сверлить отверстия в размер 1 на проход. Одновременно сверлить отверстия в размеры 1 и 2 на проход. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1, 2. Зенковать отверстие в размеры 1, 2, 3. Зенковать выточку в размеры 1, 2. Зенковать бобышку в размер 1. Зенковать внутреннюю бобышку в размер 1. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размеры 1, 2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ... . Вырезать деталь в размер 1
Расточные операции	Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размеры 1, 2. Подрезать торец в размер 1. Фрезеровать поверхность в размер 1. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1, 2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1, 2. Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1, 2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Расточить выточку в размеры 1, 2, 3. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить фаску в размер 1. Раскатать отверстие в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1 на проход
Фрезерные операции	Фрезеровать поверхность в размер 1 на проход. Фрезеровать поверхности в размеры 1, 2. Фрезеровать уступ в размеры 1,

	<p>2. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Фрезеровать фаску в размер 1. Фрезеровать <i>n</i> поверхностей (торец, ребро и т.д.) в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать шпоночный паз в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать шлиц в размеры 1, 2. Фрезеровать торец в размер 1. Фрезеровать торцы в размер 1. Фрезеровать паз «ласточкин хвост» в размеры 1,2 (с одной стороны). Фрезеровать паз «ласточкин хвост» в размеры 1, 2, 3 (с другой стороны). Фрезеровать окно в размер 1, 2, 3. Фрезеровать гнездо в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать скос в размеры 1, 2. Фрезеровать ребро в размер 1. Фрезеровать шестигранник в размер 1. Фрезеровать квадрат в размер 1. Фрезеровать лыску в размер 1. Фрезеровать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Фрезеровать неполные витки червяка на входе и выходе резца до 0,5 толщины (размер1). Фрезеровать радиус в размер 1. Фрезеровать спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Разрезать деталь на ... штук в размер 1. Отрезать заготовку (деталь) в размер 1. Строгать поверхность в размер 1</p>
Строгальные операции	<p>Строгать поверхности в размеры 1, 2. Строгать уступ в размеры 1, 2. Строгать паз в размеры 1, 2, 3. Строгать ребро в размер 1. Строгать канавку в размеры 1, 2, 3. Строгать фаску в размер 1. Строгать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Строгать паз «ласточкин хвост» в размеры 1, 2 (с двух сторон)</p>
Долбежные операции	<p>Долбить уступ в размеры 1, 2. Долбить паз в размеры 1, 2, 3. Долбить окно в размеры 1, 2, 3</p>
Протяжные операции	<p>Протянуть отверстие в размер 1. Протянуть паз в размеры 1, 2. Протянуть шлицевое отверстие в размеры 1, 2, 3, 4. Протянуть окно в размеры 1, 2, 3. Протянуть поверхность в размер 1</p>
Зубообрабатывающие операции	<p>Фрезеровать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Долбить зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Строгать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Протянуть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Фрезеровать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4. Шевинговать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Шлифовать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Хонинговать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Притереть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Закруглить зубья в размер 1. Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размеры 1, 2. Накатать рифления в размеры 1, 2, 3, 4, 6. Накатать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4</p>
Шлифовальные операции	<p>Шлифовать поверхность в размер 1. Шлифовать поверхность в размеры 1, 2. Шлифовать поверхность и торец в размеры 1, 2. Шлифовать галтель (радиус) в размер 1. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать конус в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать сферу в размер 1. Шлифовать канавку в размеры 1, 2, 3. Шлифовать отверстие в размер 1 на проход. Шлифовать отверстие в размеры 1, 2. Шлифовать коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Шлифовать дно в размеры 1, 2. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать торец в размер 1. Шлифовать поверхность в размер 1 на проход. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать уступ в размеры 1, 2. Шлифовать ребро в размер 1 на проход. Шлифовать паз в размеры 1, 2, 3. Шлифовать центровую фаску в размер 1. Шлифовать резьбу в размер 1 на проход. Шлифовать резьбу в размеры 1, 2. Шлифовать коническую резьбу в размер 1, по ГОСТ ... Шлифовать профиль <i>n</i> заходного червяка, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Шлифовать радиус закругления по профилю червяка в размер 1. Шлифовать <i>n</i> шлицев в размеры 1, 2, 3, 4</p>
Отделочные операции	<p>Хонинговать <input checked="" type="checkbox"/> отверстие в размер 1 до . Суперфинишировать <input checked="" type="checkbox"/> поверхность в размер 1 до . Суперфинишировать отверстие в размер 1 до <input checked="" type="checkbox"/> Полировать отверстие до . Полировать поверхность до <input checked="" type="checkbox"/></p>
Разметочные	<p>Проверить размеры заготовки. Разметить базовые плоско-</p>

операции	сти, осевые линии, центры, контур детали
Слесарные операции	Зачистить заусенцы (для стали). Притупить острые кромки (для чугуна). Маркировать деталь согласно ТУ на изготовление. Клеймить деталь согласно ТУ на изготовление. Править деталь, выдержав прямолинейность. Запилить фаску. Выгнуть концы пружины. Заправить концы пружины. Зачистить остатки после отрезки. Отогнуть витки на торцах пружины. Подогнуть концы пружины
Балансировочные операции	Определить величину дисбаланса (согласно ТУ). Устранить дисбаланс по ТУ (сверлить отверстие и т.п.). Проверить правильность устранения дисбаланса

* Номера ГОСТ условно не указаны.

6. Изображение опор, зажимов и установочных устройств (ГОСТ 3.1107–81)

Наименование	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Опоры: неподвижная			
подвижная			
плавающая			
регулируемая			
Зажимы: одиночный			
двойной			
Установочные устройства: неподвижный центр		—	—
вращающийся центр		—	—
плавающий центр		—	—
цилиндрическая оправка			
шариковая (роликовая) оправка			
поводковый патрон			

7. Обозначение формы рабочих поверхностей опор, зажимов, установочных устройств (ГОСТ 3.1107–81)

Форма поверхности	Обозначение
Плоская	

Рифленая, резьбовая, шлицевая	
Сферическая	
Цилиндрическая, шаровая	
Призматическая	
Коническая	
Ромбическая	
Треугольная	

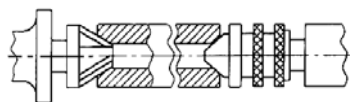
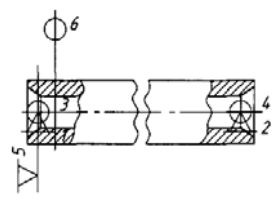
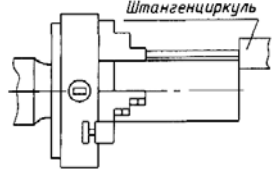
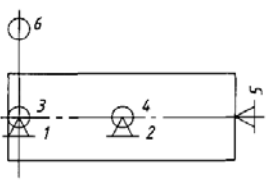
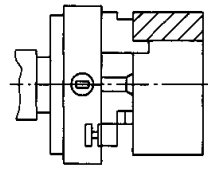
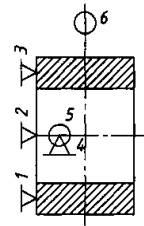
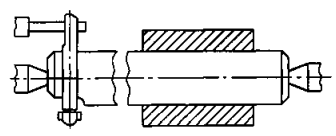
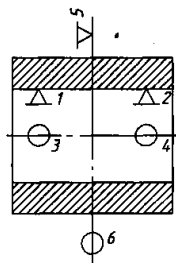
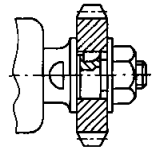
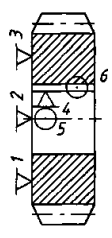
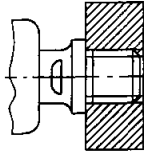
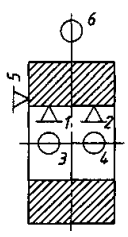
8. Примеры нанесения обозначений креплений на схемах

Вид креплений	Обозначение
В неподвижном гладком центре	
В рифленом центре	
В плавающем центре	
Во вращающемся центре	
В обратном вращающемся центре с рифленой поверхностью	
В поводковом патроне	
С подвижным люнетом	
С неподвижным люнетом	
На цилиндрической оправке	
На конической роликовой оправке	
На резьбовой оправке с наружной резьбой	
На шлицевой оправке	

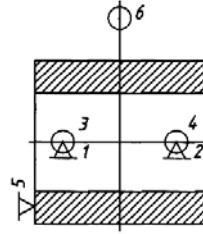
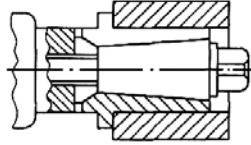
На цанговой оправке	
На регулируемой опоре со сферической выпуклой поверхностью	
В пневматическом зажиме с рифленой поверхностью	
В тисках с пневмоприводом с призматическими губками	
В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец с упором на три опоры и с электроприводным устройством двойного зажима имеющим сферические поверхности	
В трехлапчатом патроне с упором на палец с поджимом вращающимся центром и с подвижным люнетом	
В конической оправке с гидропластовым зажимным устройством с упором на рифленую поверхность торца и с поджимом вращающимся центром	

9. Примеры схем базирования деталей

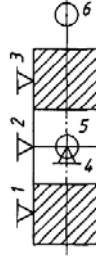
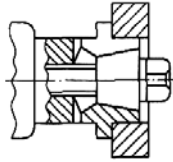
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>В центрах с поводком с вращающимся центром и подвижным люнетом</p>	
<p>В центрах с поводком с вращающимся центром и подвижным люнетом</p>	

<p>В центрах с рифленным и вращающимся центром</p> 	
<p>В трехкулачковом самоцентрирующем патроне с базированием по наружному диаметру без упора в торец</p> 	
<p>В трехкулачковом патроне в разжим с базированием по торцу</p> 	
<p>На жесткой центральной конусной или цилиндрической оправке с натягом в центрах с базированием по отверстию</p> 	
<p>На консольной оправке со шпонкой с базированием по торцу</p> 	
<p>На резьбовой консольной оправке с базированием по резьбе</p> 	

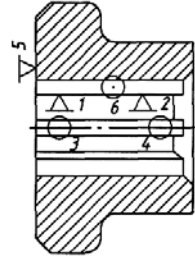
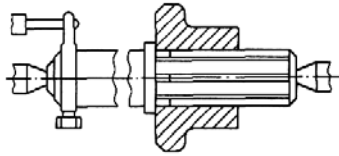
На разжимной консольной оправке с базированием по отверстию



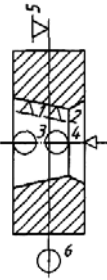
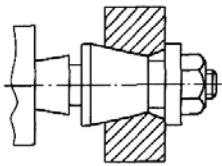
На разжимной консольной оправке с базированием по торцу



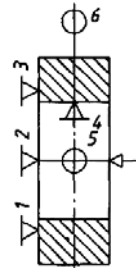
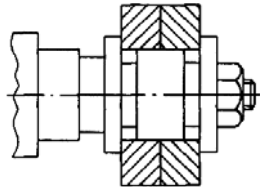
На шлицевой оправке в центрах с базированием по отверстию



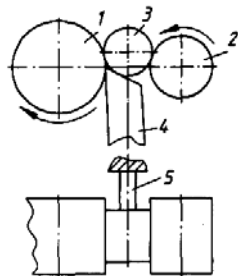
На жесткой конусной консольной оправке с базированием по отверстию



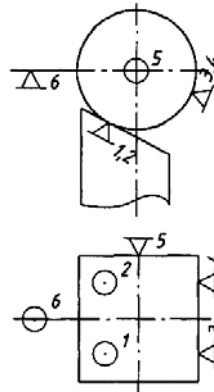
На жесткой консольной оправке с базированием по торцу



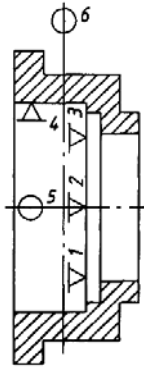
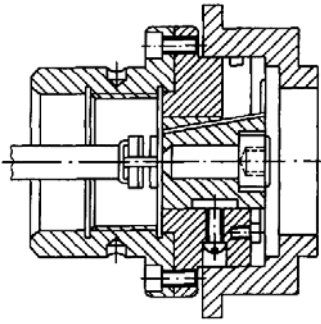
По обрабатываемой поверхности при бесцентровом врезном шлифовании



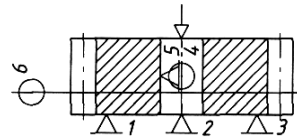
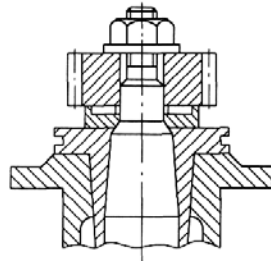
1 – шлифовальный круг;
2 – ведущий круг; 3 – заготовка;
4 – опора; 5 – продольный упор



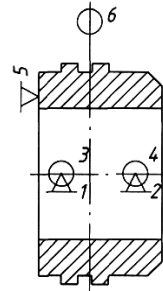
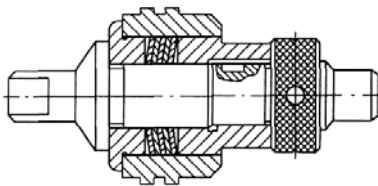
На оправке с креплением по отверстию



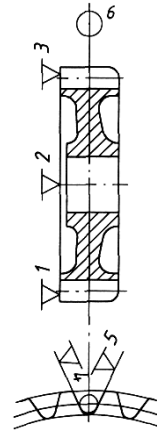
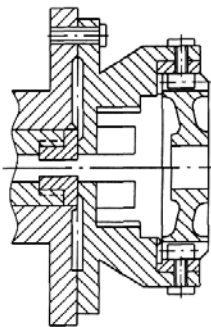
На жесткой оправке с креплением по торцу



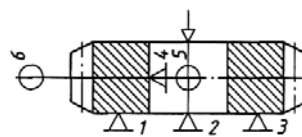
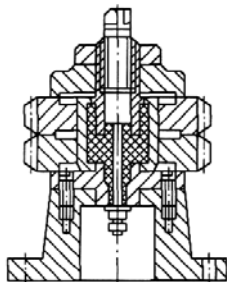
На оправке в разжим с базированием по отверстию



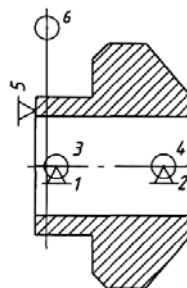
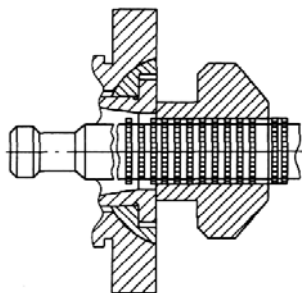
В приспособлении с роликами с базированием по торцу



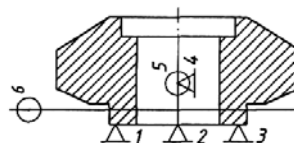
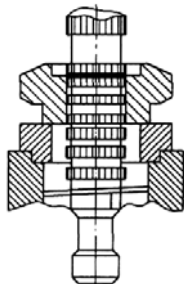
Крепление на оправке с гидропластом



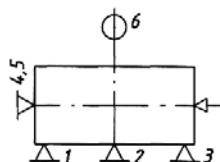
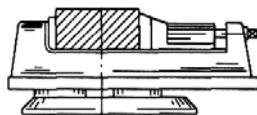
Базирование по отверстию по сферической опоре при протягивании



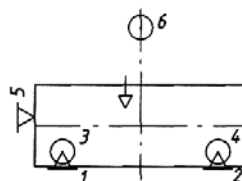
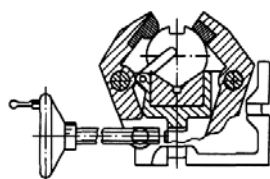
Базирование по торцу и с жесткой опорой при протягивании



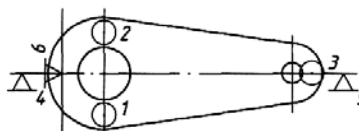
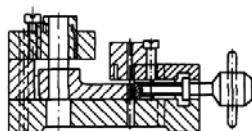
В машинных тисках



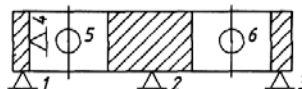
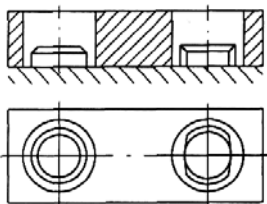
В призматических тисках



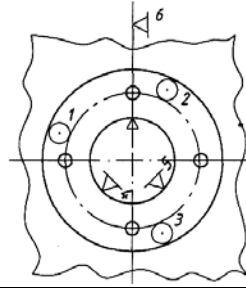
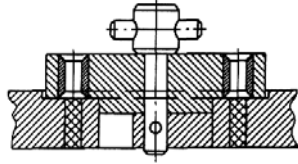
Крепление в призмах



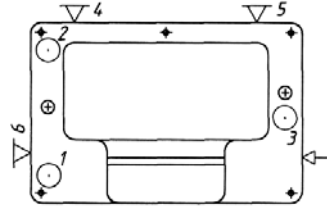
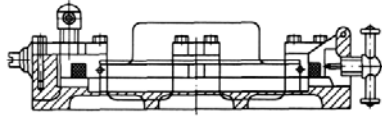
На плоскость, круглый и срезанный пальцы с вертикальными осями



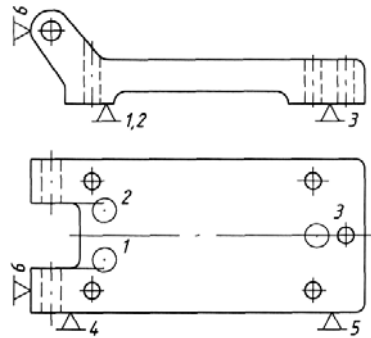
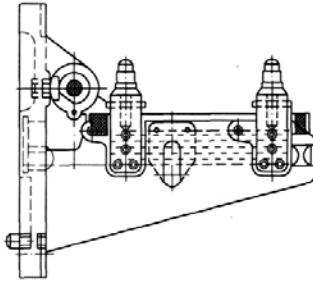
В накладном кондукторе



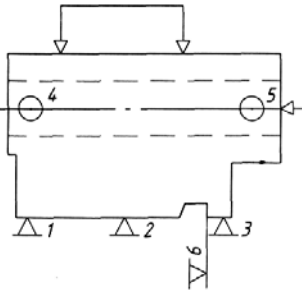
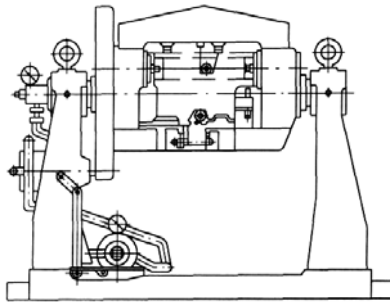
В кондукторе



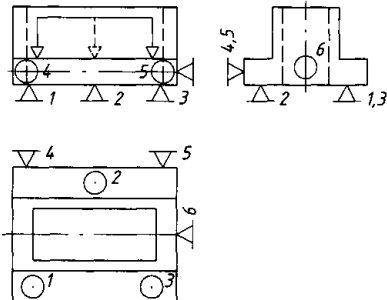
В кондукторе на поворотном столе

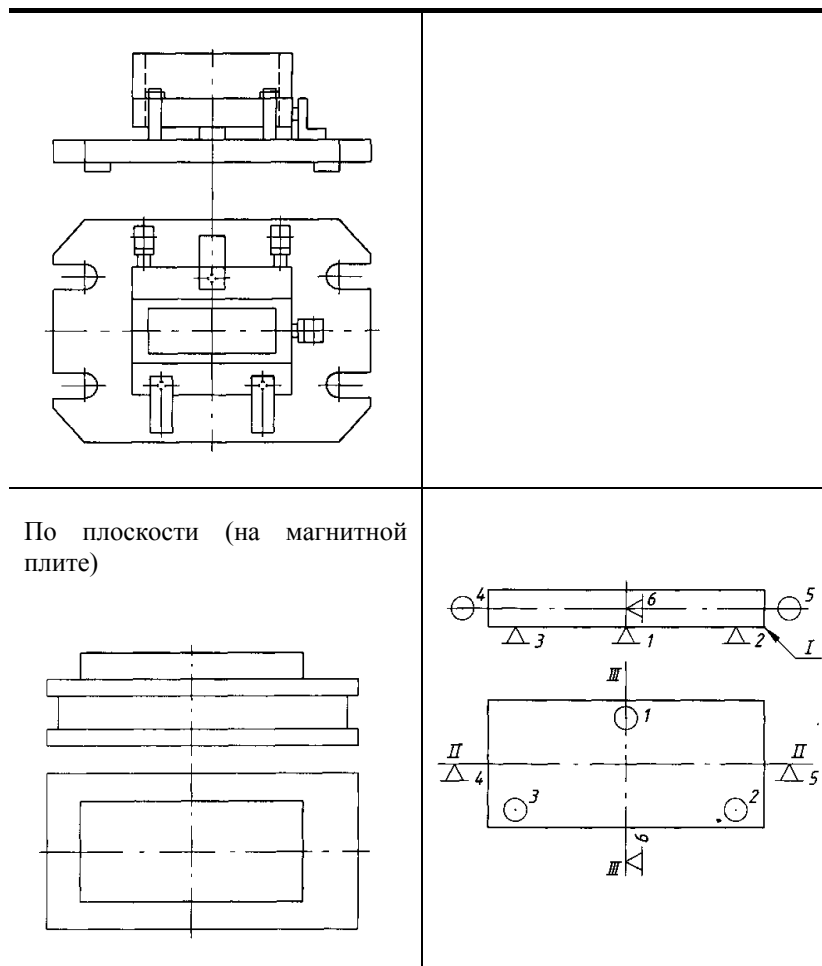


В кондукторе на поворотном приспособлении

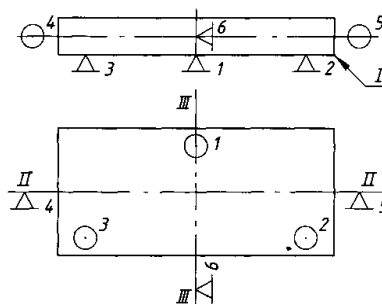
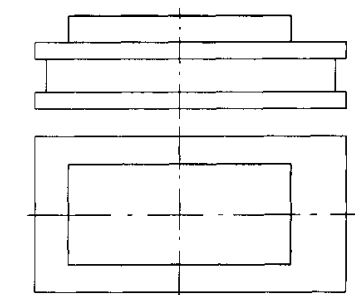


По плоскости основания и двум боковым сторонам





По плоскости (на магнитной плите)



Примечание. На теоретических схемах базирования цифрами 1 – 6 обозначены опорные точки.

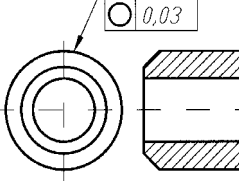
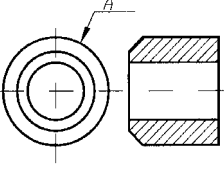
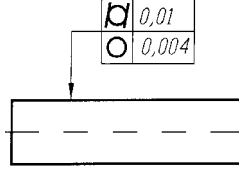



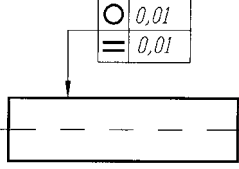
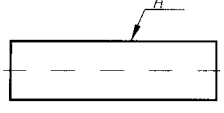
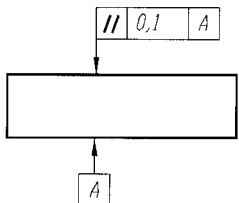
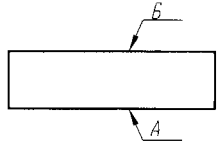
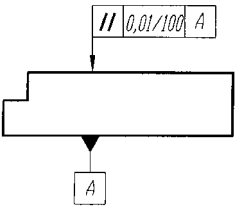
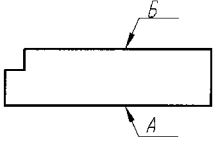
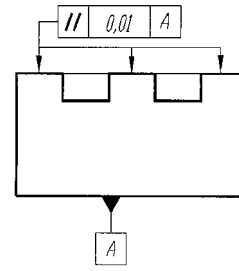
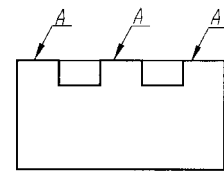
10. Условные обозначения допусков формы и расположения поверхности. Знаки условных обозначений на чертежах по ГОСТ 2.308–79

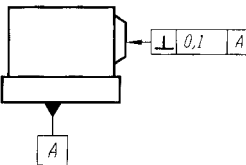
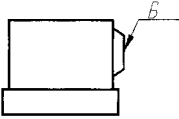
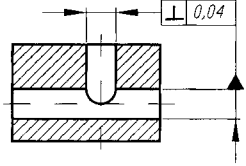
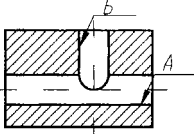
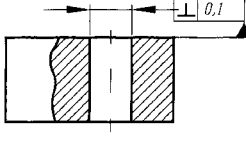
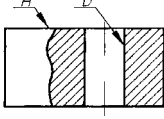
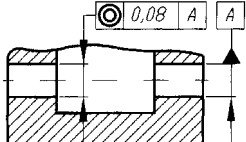
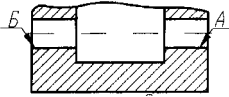
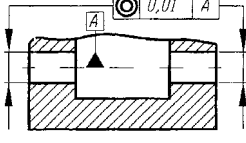
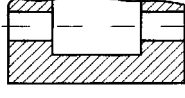
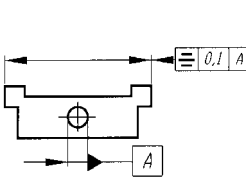
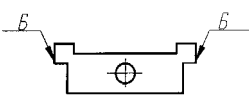
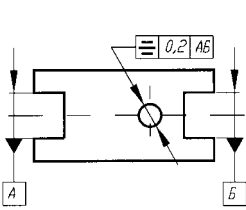
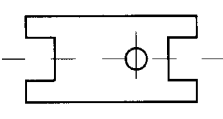
Группа допусков	Вид допуска	Обозначение
Допуски формы	Допуск на прямолинейность	—
	Допуск на плоскостность	▭
	Допуск на круглость	○
	Допуск на цилиндричность	⊘
	Допуск на профиль продольного сечения	=
Допуски расположения	Допуск на параллельность	//
	Допуск на перпендикулярность	⊥
	Допуск на наклон	∠
	Допуск на соосность	⊙
	Допуск на симметричность	≡
	Позиционный допуск	⊕
	Допуск на пересечение осей	×
	Допуск на радиальное биение	↗
	Допуск на торцевое биение	

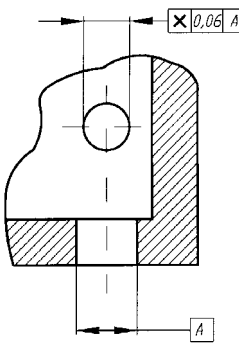
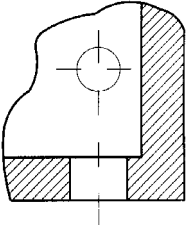
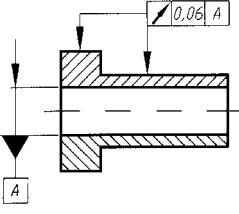
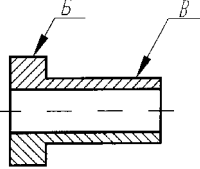
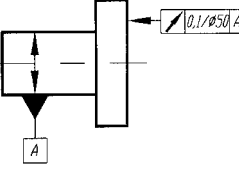
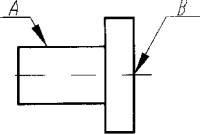
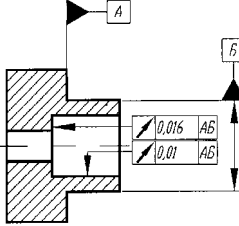
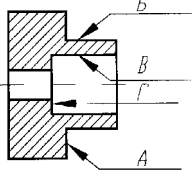
	Допуск на биение в заданном направлении	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск на полное радиальное биение	
	Допуск на полное торцевое биение	
	Допуск на профиль заданного профиля	
	Допуск на форму заданной поверхности	

11. Примеры указания на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей по ГОСТ 24642-81

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным значком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от плоскостности		
Отклонение от прямолинейности		
Отклонение от цилиндричности		

Отклонение от круглости		 <p>Некруглость поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм</p>
Отклонение от цилиндричности		 <p>Некруглость и отклонение профиля продольного сечения поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм</p>
Отклонение профиля продольного сечения		 <p>Отклонение профиля продольного сечения поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм</p>
Отклонение профиля продольного сечения		 <p>Нецилиндричность поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм, некруглость не более 0,01 мм</p>
Отклонение от параллельности		 <p>Непараллельность поверхностей <i>A</i> и <i>B</i> не более 0,1 мм</p>
Отклонение от параллельности		 <p>Непараллельность поверхности <i>B</i> относительно поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм на длине 100 мм</p>
Отклонение от параллельности		 <p>Отклонение поверхности <i>A</i> от общей прилегающей плоскости не более 0,1 мм</p>

Отклонение от перпендикулярности		 <p>Неперпендикулярность поверхности <i>Б</i> относительно основания не более 0,1 мм</p>
		 <p>Неперпендикулярность оси отв. <i>Б</i> относительно оси отв. <i>А</i> не более 0,04 мм</p>
		 <p>Неперпендикулярность оси отв. <i>Б</i> относительно поверхности <i>А</i> не более 0,1 мм</p>
Отклонение от соосности		 <p>Несоосность отв. <i>Б</i> относительно отв. <i>А</i> не более 0,08 мм</p>
		 <p>Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм</p>
Отклонение от симметричности		 <p>Несимметричность поверхности <i>Б</i> относительно оси отв. не более 0,1 мм</p>
		 <p>Несимметричность отв. относительно общей плоскости симметрии пазов не более 0,2 мм</p>

<p>Отклонение от пересечения осей</p>		 <p>Непересечение осей отв. не более 0,06 мм</p>
<p>Радиальное и торцевое биение</p>		 <p>Радиальное биение поверхностей <i>B</i> и <i>B'</i> относительно оси отв. не более 0,01 мм</p>
		 <p>Торцевое биение поверхности <i>B</i> относительно оси поверхности <i>A</i> не более 0,1 мм на диаметре 50 мм</p>
		 <p>Радиальное биение отв. <i>B</i> относительно оси поверхности <i>B</i> при опоре на поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм.</p> <p>Торцевое биение поверхности <i>G</i> относительно той же оси не более 0,016 мм</p>

12. Рекомендуемые посадки и обозначения параметров шероховатости. Рекомендуемые замены посадок по системе ОСТ посадками по ЕСПД для номинальных размеров 1...500 мм

Система отверстия		Система вала	
Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка	Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка
\underline{A}_1	H6	\underline{H}_1	K6
T ₁	m5	B ₁	h5
\underline{A}_1	H6	Π ₁	J6
Π ₁	js5	B ₁	h5
\underline{A}_1	H6	C ₁	H6

C_1	$h5$	B_1	$h5$
A_1	$H6$	D_1	$G6$
D_1	$g5$	B_1	$h6$
A	$H7$	Γ_p	$T6$
Pr	$r6$	B	$h6$
A	$H7$	Pr	$S7$
Pl	$p6$	B	$h6$
A	$H7$	Γ	$N7$
Γ	$n6$	B	$h6$
A	$H7$	H	$K7$
T	$m6$	B	$h6$
A	$H7$	Π	J_7
H	$k6$	B	$h6$
A	$H7$	C	$H7$
Π	j_s6	B	$h6$
A	$H7$	D	$G7$
C	$h6$	B	$h6$
A	$H7$		
D	$g6$		
A	$H7$		
X	$f6$		
A	$H7$	C_{2a}	$H8$
L	$e6$	B_{2a}	$h7$
A	$H7$	C_3	$H8$ $H9$ $H8$ $H9$
Π	$d6$	B_3	$h8$ $h8$ $h9$ $h9$
A_{2a}	$H8$	X_3	$E8$ $E9$ $F8$ $F9$
C_{2a}	$h7$	B_3	$h8$ $h8$ $h9$ $h9$
A_{2a}	$H8$	Π_3	$D9$
Pr_{2a}	$u8$	B_3	$h8$
A_3	$H8$ $H9$ $H8$ $H9$	C_4	$H11$
C_3	$h8$ $h8$ $h9$ $h9$	B_4	$h11$
A_3	$H8$ $H9$	X_4	$D11$
X_3	$f9$ $e8$	B_4	$h11$
A_4	$H11$		
C_4	$h11$		
A_4	$H11$		
X_4	$d11$		
A_5	$H12$	C_5	$H12$
C_5	$h12$	B_5	$h12$
A_5	$H12$	X_5	$B12$
X_5	$b12$	B_5	$h12$

13. Поля допусков по системе ОСТ и соответствующие поля допусков по ЕСДП для номинальных размеров 1...500 мм

Поля допусков отверстий			Поля допусков валов		
класс точности по системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП	класс точности по системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП
1	H_1	$K6$	1	T_1	$m5$
	Π_1	J_s6		H_1	$k5$
	$C_1 = A_1$	$H6$		Π_1	j_s5
	D_1	$G6$		$C_1 = B_1$	$h5$
2	Γ	$N7$	2	D_1	$g5$
	H	$K7$		Pr	$r6$ $s6$
	Π	J_s7		Pl	$p6$ $r6$
	$C = A$	$H7$		Γ	$n6$
	D	$G7$		T	$m6$
2a	X	$F8$	2a	H	$k6$
	$C_{2a} = A_{2a}$	$H8$		Π	j_s6
3	$C_3 = A_3$	$H8$ $H9$	3	$C = B$	$h6$
	X_3	$E8$ $F9$		D	$g6$
4	$C_4 = A_4$	$H11$	4	X	$p7$
	X_4	$D11$		L	$e7$
5	$C_5 = A_5$	$H12$	2a	$Pr_{1_{2a}}$	$s7$
	X_5	$B12$		$C_{2a} = B_{2a}$	$h7$
7	A_7	$H14$	3	Pr_{1_3}	$u8$
	CM_7	J_s14		$C_3 = B_3$	$h8$

8	A ₈	H15	4	Ш ₃	d9 d10
	CM ₈	J _s 15		C ₄ = B ₄	h11
9	A ₉	H16	5	X ₄	d11
	CM ₉	J _s 16		C ₅ = B ₅	h12
10	A ₁₀	H17	7	X ₅	b12
	CM ₁₀	J _s 17		CM ₇	j _s 14
			8	B ₇	h14
			8	CM ₈	j _s 15
			9	B ₈	h15
			9	B ₉	h16
			10	B ₁₀	h17

14. Параметры шероховатости поверхности и соответствующие им классы точности

Классы чистоты поверхности	Параметры шероховатости по ГОСТ 2789–73		Обозначение параметров шероховатости по ГОСТ 2.309–73	
	Ra, мкм	Rz, мкм	Ra	Rz
1	От 80 до 50	От 320 до 200	$\sqrt{Ra\ 80}$ $\sqrt{Ra\ 50}$	$\sqrt{Rz\ 320}$ $\sqrt{Rz\ 200}$
2	От 40 до 25	От 160 до 100	$\sqrt{Ra\ 40}$ $\sqrt{Ra\ 25}$	$\sqrt{Rz\ 160}$ $\sqrt{Rz\ 100}$
3	От 20 до 12,5	От 80 до 50	$\sqrt{Ra\ 20}$ $\sqrt{Ra\ 12,5}$	$\sqrt{Rz\ 80}$ $\sqrt{Rz\ 50}$
4	От 10 до 6,3	От 40 до 25	$\sqrt{Ra\ 10}$ $\sqrt{Ra\ 6,3}$	$\sqrt{Rz\ 40}$ $\sqrt{Rz\ 25}$
5	От 5 до 3,2	От 20 до 12,5	$\sqrt{Ra\ 5}$ $\sqrt{Ra\ 3,2}$	$\sqrt{Rz\ 20}$ $\sqrt{Rz\ 12,5}$
6	От 2,5 до 1,6	От 10 до 8,0	$\sqrt{Ra\ 2,5}$ $\sqrt{Ra\ 1,6}$	$\sqrt{Rz\ 10}$ $\sqrt{Rz\ 8}$
7	От 1,25 до 0,8	От 6,3 до 4,0	$\sqrt{Ra\ 1,25}$ $\sqrt{Ra\ 0,8}$	$\sqrt{Rz\ 6,3}$ $\sqrt{Rz\ 4,0}$
8	От 0,63 до 0,40	От 3,2 до 2,0	$\sqrt{Ra\ 0,63}$ $\sqrt{Ra\ 0,40}$	$\sqrt{Rz\ 3,2}$ $\sqrt{Rz\ 2,0}$
9	От 0,32 до 0,20	От 1,6 до 1,0	$\sqrt{Ra\ 0,32}$ $\sqrt{Ra\ 0,20}$	$\sqrt{Rz\ 1,6}$ $\sqrt{Rz\ 1,0}$
10	От 0,16 до 0,10	От 0,8 до 0,5	$\sqrt{Ra\ 0,16}$ $\sqrt{Ra\ 0,1}$	$\sqrt{Rz\ 0,8}$ $\sqrt{Rz\ 0,5}$
11	От 0,08 до 0,05	От 0,4 до 0,25	$\sqrt{Ra\ 0,08}$ $\sqrt{Ra\ 0,05}$	$\sqrt{Rz\ 0,4}$ $\sqrt{Rz\ 0,25}$
12	От 0,040 до 0,025	От 0,2 до 0,125	$\sqrt{Ra\ 0,04}$ $\sqrt{Ra\ 0,025}$	$\sqrt{Rz\ 0,2}$ $\sqrt{Rz\ 0,125}$
13	От 0,020 до 0,0125	От 0,1 до 0,063	$\sqrt{Ra\ 0,02}$ $\sqrt{Ra\ 0,012}$	$\sqrt{Rz\ 0,10}$ $\sqrt{Rz\ 0,063}$
14	От 0,010 до 0,008	От 0,05 до 0,025	$\sqrt{Ra\ 0,010}$ $\sqrt{Ra\ 0,008}$	$\sqrt{Rz\ 0,05}$ $\sqrt{Rz\ 0,025}$

15. Шероховатость поверхности и точность при различных видах обработки

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
		Ra	Rz	классы точности по ОСТ	квалитеты
Резка газовая	ручная	80...40	320...160	–	–
	машинная	80...12,5	320...50	9	17...15

Отрезка	приводной пилой	50...25 (12,5)	200...100	9	17...15	
	резцом	100...25	400...100	9...7	17...14	
	фрезой	50...25	200...100	9...7	17...14	
	абразивом	6,3...3,2	25...12,5	7	15...12	
Строгание	черновое	25...12,5	100...50	7...5	14...12	
	чистовое	6,3...3,2 (2,5)	25...12,5	5; 4	13...11 [10]	
	тонкое	1,6...(0,8)	–	4; 3	10...8 [7]	
Долбление	черновое	50...25	200...100	7	15; 14	
	чистовое	12,5...3,2	50...12,5	7...5	13; 12	
Фрезерование цилиндрической фрезой	черновое	50...25	200...100	7...5	14...12 [11]	
	чистовое	6,3...3,2	25...12,5	4	11 [10]	
	тонкое	1,6 (0,63)	–	3; 2a	9; 8 [7]	
Фрезерование торцевой фрезой	черновое	12,5...6,3	50...25	7...5	14... 12 [11]	
	чистовое	6,3...3,2 (1,6)	25...12,5	4	11 [10]	
	тонкое	1,6...(0,8)	–	3; 2	9; 8 [17]	
Фрезерование концевой фрезой	черновое	25...1,25	100...50	7...5	14...12	
	чистовое	6,3...3,2	25...12,5	4	11	
Обтачивание продольной подачей	обдирочное	100...25	400...100	9...8	17...15	
	получистовое	12,5...6,3	50...25	7...5	14...12	
	чистовое	3,2...1,6 (0,8)	12,5...6,3	3; 2	9...7	
	тонкое (алмазное)	0,8...0,4 (0,2)	–	2; 1	6	
Обтачивание поперечной подачей	обдирочное	100...25	400...100	9	17; 16	
	получистовое	12,5...6,3	50...25	7	15; 14	
	чистовое	3,2	12,5...10	7...4	13...11	
	тонкое	1,6...(0,8)	–	4...2a	11...8	
Сверление	до 15 мм	без кондуктора	12,5(10)...6,3	50...25	7...5	14...12
		по кондуктору	–	–	4	11
	св. 15 мм	без кондуктора	25(10)...12,5	100...50	7...5	14...12
		по кондуктору	–	–	4	11
Рассверливание		25...12,5 (6,3)	100...50	7...5	14...12	
Зенкерование	черновое (по корке)	25...12,5	100...50	8...5	15...12	
	чистовое	6,3...3,2	25...12,5	5; 4	11; 10	
Растачивание	черновое	100...50	400...200	9...8	17...15	
	получистовое	25...12,5	100...50	7...5	14...12	
	чистовое	3,2...1,6 (0,8)	–	3; 2a	9; 8	
	тонкое (алмазное)	0,8...0,4 (0,2)	–	2	7	
Развертывание	получистовое	12,5...6,3	50...25	3	10; 9 [8]	
	чистовое	3,2...1,6	12,5...6,3	2a	7; 8 [8]	
	тонкое	0,8...(0,4)	–	2	7 [6]	
Протягивание	получистовое	6,3	25	3	9; 8	
	чистовое	3,2...0,8	12,5...4,0	3; 2	8; 7	
	отделочное	0,4...(0,2)	–	2	7	
Зенкование плоское с направлением		12,5...6,3	50...25	–	–	
Зенкование угловое		6,3...3,2	25...12,5	–	–	
Шабрение	грубое	6,3...1,6	25...6,3	4	11	
	тонкое	0,8...(0,1)	–	3; 2a	9; 8	
Слесарная опилковка		25...(1,6)	100...6,3	4; 3	11...8	
Зачистка наждачным полотном (после резца и фрезы)		1,6...(0,2)	–	4; 3	11...8	
Шлифование круглое	получистовое	6,3...3,2	25... 12,5	4; 3	11...8	
	чистовое	1,6...0,8	–	3...1	8...6	
	тонкое	0,4...0,2 (0,1)	–	2; 1	5	
Шлифование	получистовое	3,2	12,5	4; 3	11...8	

плоское	чистовое	1,6...0,8	–	3; 2	8...6
	тонкое	0,4...0,2 (0,1)	–	2	7; 6
Проши- вание	чистовое	1,6...0,4 (1,25)	–	3; 2	9...7
	тонкое	1,6 (0,05)	–	2	7; 6
Калиброва- ние отвер- стия шари- ком или оправкой	после сверления	1,6...0,4 (0,32)	–	3; 2	9; 8
	после расточивания	1,6...0,4 (0,32)	–	2	7
	после развертывания	1,6...0,05	–	2	7
Обкатывание и раскатыва- ние роликами или шариками при Ra, исходном 12,5...3,2		1,6...0,4 (0,32)	–	3...1	9...6
Наклепывание шариками при Ra, исходном 3,2...0,8		0,8...0,2	–	–	–
Развальцовка	чистовая	1,6...0,4	–	2; 1	7
	тонкая	0,2...0,1	–	2; 1	6
Притирка	чистовая	3,2...0,4	12,5...2,0	2; 1	7; 6
	тонкая	1,6...0,1 (0,08)	–	1	5
Полирование	обычное	1,6...0,2 (0,08)	–	2; 1	6
	тонкое	0,1...(0,05)	–	1	5
Доводка	грубая	0,4	–	2; 1	7; 6
	средняя	0,2...0,1	–	2; 1	6; 5
	тонкая	0,05 (0,02)	–	1	5
	отделочная (зеркальная)	0,025...0,012 (0,008)	0,125...0,063	–	–
Хонинго- вание	плоскостей	0,4...0,1	–	3; 2	8; 7
	цилиндров	0,2...(0,05)	–	2; 1	7; 6
Лаппинго- вание	предвари- тельное	0,8...0,2	–	2; 1	6
	среднее	0,2	–	2; 1	6
	тонкое	0,1...0,025	–	1	6
Суперфини- ширование	плоскостей	0,4...0,2 (0,05)	–	1	5 и выше
	цилиндров	0,4...0,1 (0,05)	–	1	5 и выше
Термохи- мическое упрочнение	цементация	10...0,32	40...1,6	7...5	14...12
	цианирование	2,5...1,6	–	5; 4	11; 12
	азотирование	0,63...0,08	–	3; 2	9...7
	барирование	1,25...0,16	–	3; 2	9...7
	кадмирование	2,5...0,16	–	3; 2	9...7
Химическое упрочнение	хромирование	5,0...1,25	20...6,3	2; 1	8...6
	сульфидиро- вание	5,0...0,63	20...3,2	3; 2	9...7
	оксидирование	1,25...0,16	–	2; 1	8...6
	никелирование	5,0...0,32	20...1,6	2; 1	8...6
Нарезание резьбы	резцом	6,3...3,2 (1,25)		8...6 (5)	
	плашкой	12,5...5,0 (2,5)		8 (6)	
	фрезой	10,0...3,2 (1,6)		8...5	
	резьбонарезной головкой	5,0...3,2 (2,5)		8; 7 (6)	
	метчиком	12,5...3,2 (1,25)		7 (6, 4)	
Шлифование резьбы		1,25...(0,32)		6...4	
Накатывание резьбы		5,0...0,16		8...4	
Обработка зубьев червяч- ных колес фрезерованием		5,0...1,25		9...7	
То же, шевингование чер- вячным шевером		1,25...0,63		7	
Шлифовка чешек и кониче-	шевингование	1,6...0,8 (0,32)		7	
	обкатывание	1,25...0,63		7	

шлифование	1,25...0,4 (0,32)	7; 6
зубохонингование	0,63...0,16	7; 6
притирка	0,63...0,16	7 (6)
полирование	0,32...0,08	–
протягивание	2,5...1,25	8
холодное выдавливание	2,5...1,25	9; 8
холодная штамповка	5,0...0,63	9
прошивание	1,25...0,63	8

16. Соотношение значений параметров шероховатости в зависимости от способа обработки поверхности

Класс шероховатости	Ra (разряды)			Rz	Виды механической обработки
	а	б	в		
1	80	50	63; 40	320	
2	40	25	32; 20	160	
3	20	1,25	16; 10	80	
4	10	6,3	8; 5	40	
5	5	3,2	4; 2,5	20	
6	2,5	1,6	2; 1,25	10	
7	1,25	0,8	1; 0,63	6,3	
8	0,63	0,4	0,5; 0,32	3,2	
9	0,32	0,2	0,25; 0,16	1,6	
10	0,16	0,1	0,125; 0,08	0,8	
11	0,08	0,05	0,063; 0,04	0,4	
12	0,04	0,025	0,032; 0,02	0,2	
13	0,02	0,012	0,016; 0,01	0,1	
14	0,01	—	0,008	0,05	

3. Определение режимов резания

Режим резания металлов определяется следующим основными параметрами: глубиной резания t , мм; подачей S , мм/об или мм/мин; скоростью резания v , м/мин или м/с.

Исходными данными для выбора режима резания являются: данные об изготавливаемой детали и ее заготовке; данные о применяемом оборудовании и инструменте.

Параметры режима резания выбирают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Эти условия удастся выполнить при работе инструментом рациональной конструкции, наивыгоднейшей геометрии его, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Аналитический расчет режимов резания по эмпирическим формулам с учетом всех справочных коэффициентов производят по указанию руководителя проекта только для двух-трех переходов или разнохарактерных операций, например: точение, сверление, шлифование и т.п. Для остальных операций технологического процесса режимы резания устанавливают по таблицам нормативных справочников с учетом всех поправочных коэффициентов, учитывающих изменение условий резания. При расчете режимов резания следует пользоваться справочниками [1, 3]. При выборе из таблиц нормативных справочников той или иной величины студент обязан сослаться на данный справочник, карту, таблицу и страницу (см. методику расчета).

Допущенные ошибки при определении режимов резания (например, неучтен какой-либо поправочный коэффициент, учитывающий неизменные условия резания) ведет к переделке целых разделов проекта, а иногда даже всего проекта.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Разработка технологических операций

Структура технологических операций и последовательность выполнения переходов в значительной степени определяются средствами технологического оснащения, правила выбора которых установлены ГОСТ14.301–73.

К средствам технологического оснащения относят технологическое оборудование (металлорежущие станки, прессы и др.), технологическую оснастку (в том числе режущие инструменты и средства контроля), средства механизации и автоматизации производственных процессов. Их выбирают с учетом типа производства, программы выпуска изделий, возможности группирования операций, применения стандартной оснастки и оборудования.

Выбор технологического оборудования основывается на анализе затрат на реализацию технологического процесса. Для выполнения такого анализа необходимо рассчитать основную заработную плату производственных рабочих и цеховые накладные расходы на изготовление данной детали.

Определяют коэффициент загрузки оборудования для каждой технологической операции

$$K_3 = C_p / C_n,$$

где C_p , C_n – соответственно расчетное и принятое число станков.

Пример графика загрузки оборудования приведен на рис. 7.

Приемлемыми считают следующие значения коэффициента загрузки:

для массового производства $K_3 \geq 0,65 \dots 0,77$;

для серийного производства $K_3 \geq 0,75 \dots 0,85$;

для мелкосерийного и единичного производства $K_3 \geq 0,8 \dots 0,9$.

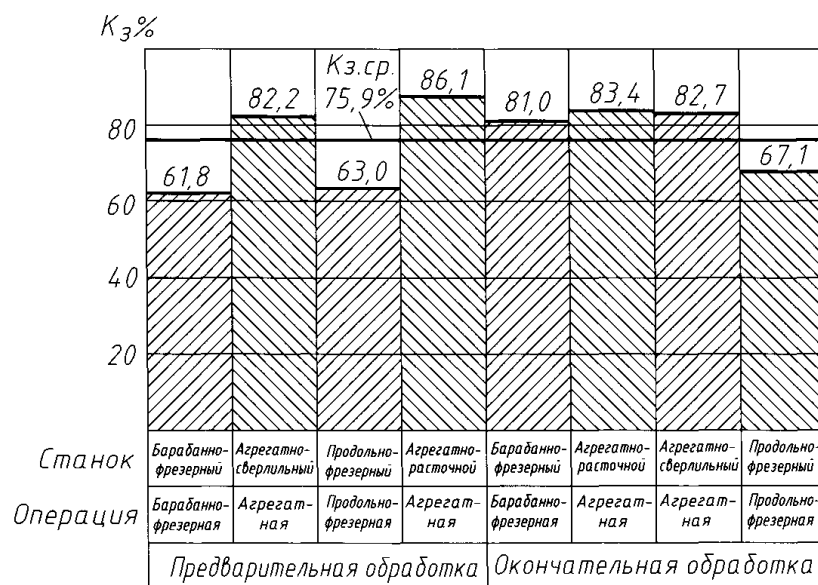


Рис. 7. График загрузки оборудования

Выбор технологической оснастки и режущего инструмента определяется в значительной степени типом производства и принятым станочным оборудованием. В массовом и крупносерийном производствах следует использовать быстродействующие автоматизированные приспособления, по возможности многоместные. Во всех случаях следует стремиться к максимальному использованию универсально-сборных переналаживаемых приспособлений. При использовании специальных приспособлений, применение которых должно быть экономически обосновано, следует в максимальной степени использовать нормализованные и унифицированные узлы и элементы (приводы, столы и др.).

Также обоснованным должно быть применение нестандартного режущего, мерительного инструмента и вспомогательной оснастки.

При разработке технологических операций выполняют расчеты межпереходных припусков, размеров и режимов резания, определяют нормы времени и разряды работ.

Расчет межпереходных припусков и размеров выполняют обычно для двух-трех наиболее ответственных поверхностей.

Для определения элементов припуска используют значения суммарных погрешностей линейных и угловых размеров, выявленные на этапе анализа точности обработки детали. При наличии соответствующего программного обеспечения расчет припусков выполняют на ЭВМ. На другие поверхности детали припуски назначают по справочнику. Исходные данные и результаты расчета заносят в карту расчета припусков и предельных размеров по технологическим переходам. По результатам расчета межпереходных и общих припусков определяют межпереходные размеры и уточняют размеры заготовки.

Расчет режимов резания выполняют, как правило, с применением ЭВМ для двух – четырех технологических операций. Для каждого перехода определяют элементы режима резания, мощность и основное технологическое время T_0 .

Ниже приведены базовые зависимости для расчета режимов резания на типовые операции обработки корпусных деталей: фрезерование поверхностей и обработка отверстий осевым инструментом.

Исходными данными для расчета режимов резания являются:

- материал обрабатываемой заготовки и его физико-механические свойства;
- размеры и геометрическая форма обрабатываемой заготовки;
- технические условия на изготовление детали;
- инструментальный материал, типоразмер и геометрические параметры режущей части инструмента;
- паспортные характеристики оборудования.

Выбор инструментального материала, типоразмера инструмента и геометрических параметров его режущей части производят в соответствии с рекомендациями справочной литературы.

Режимы резания при предварительном фрезеровании рассчитывают в следующем порядке:

1. Назначают глубину резания t , мм.
2. Назначают величину подачи на зуб фрезы S_z , мм/зуб.
3. Задают по справочным данным стойкость фрезы T , мин.
4. Определяют скорость резания v_d , м/мин, допускаемую режущими свойствами инструмента

$$v_d = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S^{y_v} B^{u_v} Z^{p_v}} K_v,$$

где D – диаметр фрезы, мм; B – ширина фрезерования, мм; z – число зубьев; $C_v, q_v, m, x_v, y_v, u_v, p_v, k_v$ – из справочной литературы.

5. Определяют частоту вращения фрезы n , мин⁻¹

$$n = \frac{1000 v_d}{\pi D}.$$

Полученную частоту вращения корректируют по паспорту станка и принимают в качестве фактической n_ϕ ($n_{ст}$).

6. Определяют фактическую скорость резания v_ϕ , м/мин

$$v_\phi = \pi D n_{ст} / 1000.$$

7. Определяют скорость подачи v_s , мм/мин

$$v_s = n_\phi S_z z.$$

Полученное значение подачи корректируют по паспорту станка и принимают в качестве фактической v_{s_ϕ} ($v_{s_{ст}}$).

8. Определяют фактическую подачу на один зуб фрезы S_{z_ϕ} , мм/зуб

$$S_{z_\phi} = v_{s_\phi} / (n_\phi z).$$

9. Определяют величину силы резания P_z , Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^{x_p} S_{z_\phi}^{y_p} B^{u_p}}{D^{q_p} n_\phi^{w_p}} k_p,$$

где $C_p, X_p, y_p, u_p, q_p, w_p, k_p$ – из справочной литературы.

10. Определяют мощность резания N_p , кВт

$$N_p = P_z v_\phi / (60 \cdot 1020),$$

11. Определяют необходимую мощность электродвигателя станка N_3 , кВт

$$N_3 = N_p / \eta,$$

где η – КПД кинематической цепи станка.

Для осуществления процесса резания необходимо, чтобы выполнялось условие

$$N_3 \leq N_{ст},$$

где $N_{ст}$ – мощность электродвигателя главного привода выбранного станка.

При невыполнении этого условия необходимо перейти на ближайшее меньшее число оборотов, пересчитать v_ϕ, P_z, N_p, N_3 и проверить неравенство $N_3 \leq N_{ст}$.

12. Определяют основное технологическое время T_0 , мин:

$$T_0 = (l + y + \Delta) / S_{мин.ф.},$$

где l – длина обработки, мм; y – величина врезания инструмента, мм; Δ – величина перебега инструмента, мм.

Типовые схемы обработки и формулы для определения основного технологического времени [14] приведены в Приложении 6.

Расчет режимов резания при окончательном фрезеровании производят в той же последовательности, что и при предварительном, с той лишь разницей, что при окончательном фрезеровании по таблицам нормативов назначают подачу на один оборот фрезы S_0 , мм/об, по которой для дальнейшего расчета вычисляют величину подачи на один зуб S_z , мм/зуб.

$$S_z = S_0 / z.$$

Результаты расчета режимов резания заносят в соответствующие графы операционной карты.

Расчет режимов резания при сверлении производят в следующей последовательности:

1. Определяют наибольшую технологически допускаемую подачу. Для этого по таблицам нормативов выбирают соответствующую величину подачи S_n и подсчитывают подачи, допускаемые прочностью сверла $S_{п.с}$ и механизма подачи станка $S_{м.п}$, мм/об:

$$S_{п.с} = C_s D^{0,6},$$

$$S_{м.п} = y_p \sqrt{\frac{|P_X|}{10 C_p D^{q_p} K_{m_p}}},$$

где D – диаметр инструмента, мм; C_s – постоянная (табл. 17); $|P_X|$ – наибольшая сила, допускаемая прочностью механизма подачи станка (из технической характеристики станка), Н; C_p, y_p, q_p, K_{m_p} – из справочной литературы.

17. Значение постоянной C_S для сверл из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал	σ_b , МПа	C_S	Обрабатываемый материал	НВ	C_S
Конструкционная сталь	До 900	0,064	Чугун	До 170	0,125
					0,075
То же	Св. 900 до 1100	0,05	Цветные металлы	Св. 170	0,125
					0,038

Для сверл, оснащенных твердым сплавом ВК, рекомендуется $C_S = 0,1$ при обработке чугуна НВ < 200 и $C_S = 0,07$ для чугуна НВ > 200.

Из всех найденных подач S_H , $S_{п.с}$, $S_{м.п}$ выбирают наименьшую, которая будет наибольшей технологически допускаемой подачей. В зависимости от глубины сверления величину подачи необходимо уменьшить, умножая ее на коэффициент K_{Is} . Значения коэффициента K_{Is} в зависимости от глубины сверления:

Глубина сверления l , мм	3D	5D	7D	10D
Коэффициент K_{Is}	1,0	0,9	0,8	0,75

Подачу также следует уменьшить, учитывая рекомендации справочников:

- при сверлении отверстий с точностью 11...14-го квалитетов в заготовках средней жесткости или под последующую обработку сверлом, зенкером или резцом вводят коэффициент $k_{т.ф} = 0,75$;
- при сверлении точных отверстий с последующей обработкой развертками или нарезанием резьбы метчиками, при сверлении отверстий центровочными сверлами, а также при сверлении отверстий в заготовках малой жесткости и с неустойчивыми опорными поверхностями вводят коэффициент $k_{т.ф} = 0,5$.

Уточненную величину подачи корректируют по паспорту и принимают в качестве фактической.

2. Задав стойкостью сверла T , мин, определяют скорость резания v , м/мин, допускаемую свойствами режущего инструмента

$$v = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} k_v,$$

где C_v , q_v , m , x_v , y_v , k_v – из справочной литературы; S – принятая скорость подачи, мм/мин; t – глубина резания, мм.

3. Определяют частоту вращения сверла n , мин⁻¹:

$$n = \frac{1000 v_d}{\pi D}.$$

Полученную частоту вращения корректируют по паспорту станка и принимают в качестве фактической n_ϕ ($n_{ст}$).

4. Определяем фактическую скорость резания v , м/мин.

$$v_\phi = \pi D n_\phi / 1000.$$

5. Определяют крутящий момент на сверле $M_{кр}$, Н · м

$$M_{кр} = 10 C_m D^{q_m} S_\phi^{y_m} k_m,$$

где C_m , q_m , y_m , k_m – из справочной литературы.

6. Определяют осевую силу P_0 , Н

$$P_0 = 10 C_p D^{q_p} S_\phi^{y_p} k_{мп}.$$

7. Определяют мощность резания, N_p , кВт:

$$N_p = M_{кр} n_\phi / 9750.$$

8. Определяют необходимую мощность электродвигателя N_3 , кВт:

$$N_3 = N_p / \eta,$$

где η – КПД кинематической цепи станка.

Для резания необходимо, чтобы $N_3 \leq N_{ст}$. При невыполнении этого неравенства следует перейти на ближайшее меньшее число оборотов по паспорту станка. Затем подсчитать $M_{кр}$, N_p и снова проверить условие $N_3 \leq N_{ст}$.

9. Определяют основное технологическое время T_0 , мин

$$T_0 = (l + y + \Delta) / (S_\phi n_\phi),$$

где l – длина обработки, мм; y – величина врезания инструмента, мм; Δ – величина перебега инструмента, мм.

Последовательность расчета для операций рассверливания, зенкерования, развертывания та же, что и для сверления. Особенностью расчета является выбор подачи, расчет крутящего момента и осевой силы.

Величину подачи выбирают с учетом поправочных коэффициентов и корректируют по паспорту станка. Лимитирующим фактором при выборе подачи является только шероховатость поверхности. Крутящий момент и осевую силу рассчитывают по следующим зависимостям:

для сверления и зенкерования

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M D^{q_M} t^{x_M} S_{\text{ф}}^{y_M} k_M ;$$

$$P_0 = 10 C_P D^{q_P} t^{x_P} S_{\text{ф}}^{y_P} k_P ;$$

для развертывания

$$M_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{pz}} t^{x_{\text{pz}}} S_z^{y_{\text{pz}}} D_z K_{\text{pz}}}{2 \cdot 100} .$$

Осевую силу при развертывании не рассчитывают ввиду незначительной ее величины.

Норму времени $T_{\text{шт-к}}$ определяют после подсчета штучного $T_{\text{шт}}$ и подготовительно-заключительного $T_{\text{п.з}}$ времени по действующим нормативам

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}} / n ,$$

где n – число заготовок в партии.

Нормы штучного времени определяют по зависимости

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + \frac{b_{\text{тех}}}{100} T_0 + \frac{a_{\text{орг}}}{100} (T_0 + T_{\text{в}}) + \frac{a_{\text{отд}}}{100} (T_0 + T_{\text{в}}) ,$$

где T_0 – норма основного технологического времени (определяется расчетом); $T_{\text{в}}$ – норма вспомогательного времени; $a_{\text{орг}}$ – время на организационное обслуживание рабочего места, %; $b_{\text{тех}}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, %; $a_{\text{отд}}$ – время на отдых и естественные потребности.

В условиях массового производства подготовительно-заключительное время в норму времени не включают и в качестве нормы времени принимают $T_{\text{шт}}$.

В единичном и серийном производствах время на обслуживание рабочего места (организационное и техническое), а также время на отдых и личные потребности рабочего определяют в процентах от оперативного времени. Штучное время в этом случае

$$T_{\text{шт}} = (T_0 + T_{\text{в}}) \left(i + \frac{k}{100} \right) ,$$

где k – время на обслуживание рабочего места (организационное и техническое) и на отдых и личные потребности рабочего, в % от $T_0 + T_{\text{в}}$.

Значения коэффициентов $a_{\text{орг}}$, $a_{\text{отд}}$, $b_{\text{тех}}$ и k принимают в соответствии с нормативами.

В процессе определения нормы времени на отдельные операции технологического процесса может выявиться необходимость коррекции содержания операций: изменения степени их дифференциации и концентрации, пересмотра режимов обработки, так как длительность операции должна быть приблизительно равной или кратной такту выпуска.

В некоторых случаях возможен пересмотр выбора технологического оборудования для обеспечения кратности $T_{\text{шт}}$ такту выпуска.

Всю информацию о технологической операции заносят в соответствующие документы.

Пример 1

Операция – фрезерование плоскости основания приспособления. Станок вертикально-фрезерной модели 6P13. Размер обрабатываемой поверхности $LB = 500 \cdot 150$ мм. Материал заготовки стали 35ХМ с пределом прочности при растяжении $\sigma_{\text{в}} = 780$ МН/м² (78 гкс/мм²).

Характер заготовки – поковка с предварительно обработанной поверхностью. Припуск на обработку $h = 1,5$ мм. Шероховатость поверхности $R_z = 16$ мкм. Система станок – приспособление – инструмент – деталь (СПИД) – жесткая.

Необходимо выбрать режущий инструмент, назначить режим резания (подсчитать по эмпирическим формулам), определить машинное время.

Выбор режущего инструмента

Принимаем торцевую фрезу со вставными призматическими зубьями, оснащенными пластинками твердого сплава Т15К6 (см. [1, фрезерование, карта 1, с. 40]). При выборе марки твердого сплава для режущего инструмента можно пользоваться табл. 18. Диаметр фрезы

$$D = 1,6 \cdot 5 = 1,6 \cdot 150 = 240 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартную фрезу диаметром $D = 250$ мм, с числом зубьев $z = 8$. Значение геометрических параметров фрезы:

$$\varphi = 60^\circ; \varphi_0 = 30^\circ; \varphi_1 = 5^\circ; \alpha = 15^\circ; \gamma = -5^\circ; h = 12^\circ .$$

Назначение режима резания

1. Устанавливаем глубину резания. Припуск снимаем за один проход

$$t = h = 1,5 \text{ мм.}$$

2. Назначаем подачу за один оборот фрезы ([1], карта 7, с. 49). Для достижения шероховатости поверхности $R_z = 16 \text{ мкм}$ рекомендуется подача $S_0 = 1,0 \dots 0,7 \text{ мм/об}$ при угле $\varphi_1 = 5^\circ$ и пределе прочности стали $\sigma_b > 70 \text{ кгс/мм}^2$.

Для жесткой системы СПИД принимаем верхний предел подачи $S_0 = 1,0 \text{ мм/об}$, или подача на зуб фрезы составит $S_z = S_0/z = 1/8 = 0,125 \text{ мм/зуб}$.

18. Выбор марок твердого сплава при различных видах обработки резанием

Виды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке								
	углеродистой и легированной стали	жаропрочных и жаростойких сталей и сплавов	неражавеющей стали аустенитного класса	закаленной стали	титана и сплавов на его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов
						HB 240, кгс/мм ²	HB >400, кгс/мм ²		
Точение черновое по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	T5K10 T5K12B BK8B BK8	T5K12B TT7K12 BK8B BK60M	T5K12B BK8B BK8; BK60M	-	BK8 BK8B BK6M	BK8 BK8B BK4	BK8 BK8B BK3M	BK4 BK6 BK8	-
Точение черновое по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8; BK6M	-	BK4 BK8 BK60M	BK4 BK8 BK6M	BK6M BK4 BK3M	BK4 BK6M BK3	-
Точение черновое по корке при относительно равномерном сечении среза и непрерывном резании	T15K6 T14K8	T15K10 BK4 BK8	BK6M BK4	-	BK4 BK8	BK4 BK8	BK6M BK2	BK2 BK3M BK4	BK4
Точение полустистовое и чистовое при прерывистом резании	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8	T5K10 BK4 BK8	BK4	BK4 BK6 BK8	BK6M	BK2 BK3M BK4	BK2 BK3M BK4
Тонкое точение при прерывистом резании	T30K4 T15K6	-	BK6M	T14K8 T5K10 BK4	BK4	BK2 BK3M BK4	BK6M BK2	BK2 BK3M BK4	BK2 BK3M BK4
Тонкое точение при непрерывном резании	T30K4	-	BK6M BK3M	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK4 BK6M BK3M	BK2 BK3M	BK6M BK3M BK2	BK2 BK3M	BK2 BK3M
Отрезка и прорезка канавок	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK6M BK4	-	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK6M BK2	BK2 BK3M BK4	BK2 BK3M BK4
Отрезка и прорезка. Нарезание резьбы предварительное	T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 BK4	BK6M BK4	BK6M BK4 BK3M	BK4 BK6M BK3M	BK2 BK3M BK4	BK6M BK3M BK2	BK4 BK6 BK6M	BK2 BK3M BK4
Нарезание резьбы окончательное	T30K4 T15K6	T30K4 T15K6 B14K8	BK6M BK3M	-	-	-	-	BK2 BK3M	BK2 BK3M
Строгание и долбление черновое	T15K12B BK8B BK15	T5K12B	T5K12B BK8 BK15	-	-	BK8 BK8B	-	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8
Строгание и долбление полустистовое и чистовое	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	TT7K12	T5K12B BK8B BK15	-	-	BK4 BK6 BK8	-	BK4 BK6	
Фрезерование черновое	T15K6 T14K8 T5K10	T5K10 BK4 BK8	T5K12B T5K10 T14K8	-	BK4 BK8	-	-	BK4 BK6 BK8	BK2 BK4

Фрезерование получистовое и чистовое	T30K4 T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 T5K10	T15K6 T14K8			BK6 BK4	BK6M	BK2 BK3M BK4	BK2 BK3M
Сверление сплошное неглубоких (нормальных) отверстий	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	T5K12B TT7K12 BK8B BK8	T5K12B BK8B BK8	–	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	BK2 BK4
Сверление кольцевое глубоких отверстий	T15K6 T14K8 T5K10	–	–						
Рассверливание неглубоких (нормальных) предварительно просверленных отверстий	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8	BK8	T14K8 T5K10 BK8	BK4 BK8	BK2 BK3M BK4	BK6M BK4	BK2 BK3M BK4	BK2 BK3M
Рассверливание неглубоких (нормальных) отверстий в литых, кованных или штампованных деталях	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	T5K12B TT7K12 BK8 BK8B	T5K12B BK8B BK8	–	–	BK4 BK6 BK8	–	BK4 BK6 BK8	–
Рассверливание глубоких предварительно просверленных отверстий	T15K6 T14K8	BK4 BK8		T14K8 T5K10 BK8	–	BK2 BK3M BK4	BK6M BK4		BK2 BK3M BK4
Рассверливание глубоких отверстий в литых, кованных и штампованных деталях, а также отверстий с неравномерным припуском на обработку и прерывистым резанием	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	T5K12B TT7K12 BK8 BK8B	T5K12B BK8 BK4	–	–	BK8 BK8B BK4	–	BK4 BK8 BK8B	–
Зенкерование черновое	T15K6 T14K8 T5K10 T5K12B BK8	T5K10 BK4 BK8	BK6M BK4	–	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK6M BK4 BK4	BK4 BK6 BK8	BK4 BK6
Зенкерование получистовое и чистовое	T30K4 T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 T5K10 BK6M	BK6M	–	BK4 BK8	BK2 BK3M BK4			BK2 BK3M BK4
Развертывание предварительное и окончательное	T30K4 T15K6	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK6M BK4	T30K4 BK3M BK6M	BK4 BK6M BK3M	BK2 BK3M BK4 BK6M	BK6M BK3M		

19. Выбор марок быстрорежущей стали при различных видах обработки резанием

Обрабатываемый материал, условия обработки	Точение	Нарезание резьбы		Зенкерование развертывание, протягивание	Фрезерование
		метчиком	плашкой		
Стали углеродистые конструкционные	P6M5 10P6M5	P6M5 P9Ф5	P6M5 9XC	P14Ф4 P9Ф5	P6M5 10P6M5
То же, при работе в условиях динамических нагрузок, с большими подачами	P6M3 P18KФ2 P9K10	–	–	–	P6M3 P18 P9; P12
Стали конструкционные легированные	P9K5 P9M4K8 11AP3M3Ф2 10P6M5	P6M5K5 P6M5	P6M5K5 P6M5	P9Ф5 P14Ф4	10P6M5 P6M5K5
Стали коррозионно-стойкие, жаростойкие с $\sigma_B < 1079$ МПа	P6M5K5 P12Ф2K8M3	P6M5K5 P9M4K8	P6M5K5 P9M4K8	P9M5K5 P18Ф2K5	P6M5K5 P9Ф2K10

Сплавы жаростойкие, жаропрочные	P9M4K8 P6M5K5 P9Ф2К5 P9Ф2К10	P9M5K5 P6M5K5	P6M5K5	P18Ф2К5	P9M4K8 P18Ф2К5 P10Ф5К5
Чугуны всех марок	P9; P12; 10P6M5	10P6M5	10P6M5	P14Ф4	P6M5
Цветные сплавы типа алюминиевых, медных, магниевых	P6M5 10P6M5	P6M5 10P6M5	P6M5 10P6M5	P6M5 10P6M5	P6M5 10P6M5

3. Назначаем период стойкости фрезы [1, табл. 9, с. 38] для $D = 250$ мм, $T = 240$ мин.
 Величина допустимого износа задней поверхности зубьев фрезы $h_3 = 1$ мм ([1] табл. 2, с. 21).
 4. Определяем скорость резания, допускаемую режущими свойствами фрезы, м/мин

$$v = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{X_v} S_z^{Y_v} B^{U_v} Z^{P_v}} K_v$$

Для данных условий обработки находим [1, табл. 3, с. 22–23]:

$$C_v = 332; \quad q_v = 0,2; \quad X_v = 0,1; \quad Y_v = 0,4; \quad U_v = 0,2; \quad P_v = 0; \quad m = 0,2.$$

Для обрабатываемой стали поправочный коэффициент

$$K_v = 75 / \sigma_B = 75 / 78 = 0,96.$$

Прочие поправочные коэффициенты не учитываются.

$$v = \frac{322 \cdot 250^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 1,5^{0,1} \cdot 0,125^{0,4} \cdot 150^{0,2}} \cdot 0,96 = \frac{322 \cdot 3,02}{2,99 \cdot 1,04 \cdot 0,435 \cdot 2,72} \cdot 0,96 = 262 \text{ м/мин} \approx 4,37 \text{ м/с}.$$

5. Частота вращения шпинделя станка

$$n = 1000v / \pi D = 1000 \cdot 262 / (3,14 \cdot 250) = 334 \text{ мин}^{-1}.$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка

$$n_d = 300 \text{ мин}^{-1}.$$

6. Действительная скорость резания

$$v_d = \pi D n_d / 1000 = (3,14 \cdot 250 \cdot 300) / 1000 = 236 \text{ м/мин} \approx 3,94 \text{ м/с}.$$

7. Минутная подача

$$S_m = S_z z n_d = 0,125 \cdot 8 \cdot 300 = 300 \text{ мм/мин}.$$

Корректируем минутную подачу по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение минутной подачи

$$S_m = 300 \text{ мм/мин}.$$

8. Определяем мощность, затрачиваемую на резание, кВт

$$N_{\text{рез}} = C_N \cdot 10^{-5} D^{q_N} t^{X_N} S_z^{Y_N} B^{U_N} z^{P_N} n^{Z_N} K_N,$$

где
$$K_N = K_{M_N} K_{\Phi_N} K_{\gamma_N}.$$

Для данных условий обработки находим [1, табл. 4, с. 26]

$$C_N = 42,4; \quad q_N = -0,3; \quad X_N = 1,0; \quad Y_N = 0,75; \\ U_N = 1,1; \quad P_N = 1,0; \quad Z_N = 0,8.$$

Учитываем поправочные коэффициенты на мощность:

$$K_{M_N} = (78 / 75)^{0,3} = 1,04^{0,3} = 1,02 \text{ (для } \sigma_B = 78 \text{ кгс/мм}^2\text{);}$$

$$K_{\Phi_N} = 1,0 \text{ (для } \phi = 60^\circ\text{); } K_{\gamma_N} = 0,95 \text{ (для } \gamma = -5^\circ\text{);}$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{42,4 \cdot 1,5 \cdot 0,125^{0,75} \cdot 150^{1,1} \cdot 8 \cdot 300^{0,8}}{100000 \cdot 250^{0,3}} = 1,02 \cdot 0,95 =$$

$$= \frac{42,2 \cdot 1,5 \cdot 0,21 \cdot 247,6 \cdot 8 \cdot 95 \cdot 95,87}{100000 \cdot 5,24} \cdot 1,02 \cdot 0,95 = 4,65 \text{ кВт}.$$

9. Определяем мощность привода станка.

У станка модели 6P13 мощность $N_m = 10$ кВт, КПД = 0,75; $N_{шт} = N_m \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5$ кВт, следовательно, обработка возможна ($4,65 < 7,5$).

Определение машинного времени

$$T_m = L / S_m, \text{ мин,}$$

где $L = l + y + \Delta$; $y = D = 255$ мм (для полуступенчатого торцевого фрезерования); $\Delta = 4$ мм; $L = 500 + 250 + 4 = 754$ мм; $T_m = 754 / 300 = 2,52$ мин.

В случае, когда режим резания определяется по таблицам нормативных справочников, пункты 4 и 8 расчета выполняют следующим способом.

Определяем скорость резания, допускаемую режущими свойствами фрезы. По таблицам нормативов [1, карта 8, с. 50 – 51] для $D = 250$ мм; $Z = 8$; t до 5 мм; $S_z \leq 0,13$ мм/зуб находим $v_{табл} = 266$ м/мин.

Каждый поправочный коэффициент для заданных условий обработки равен единице. Следовательно, $v_u = v_{табл} = 266$ м/мин $\approx 4,43$ м/с.

По таблицам нормативов [1, карта 10, с. 54 – 55] находим для стали:

$$\sigma_b = 56 \dots 100 \text{ кгс/мм}^2; \quad B \text{ до } 162 \text{ мм}; \quad t \leq 1,7 \text{ мм};$$

$$D \times Z = 250 \times 8 \quad \text{и} \quad S_m < 320 \text{ мм/мин}; \quad N_{табл} = 4,6 \text{ кВт.}$$

Поправочные коэффициенты на мощность

$$K_{\phi_N} = 1,0 \text{ (для } \gamma = 60^\circ) \text{ и } K_{\gamma_N} = 0,95 \text{ (для } \gamma = -5^\circ).$$

Следовательно,

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_{\gamma_N} = 4,6 \cdot 0,95 \text{ кВт.}$$

Методика расчета режимов резания при

МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТАХ

Расчет режимов резания при многоинструментальных работах на токарных многшпиндельных и многорезцовых автоматах, фрезерных, сверлильных и других станках имеет ряд специфических отличий от расчета одноинструментальной обработки, приведенной выше. Основным пособием для расчетов при многоинструментной обработке служит справочник [2, с. 800 – 890].

Пример 2

Операция – чистовая токарная обработка заготовки зубчатого колеса на многорезцовом одношпиндельном полуавтомате модели 1A730. Материал заготовки – сталь 45, $\sigma_b = 65$ кгс/мм (650 МПа). Операционные размеры и размеры заготовки показаны на рис. 8 (где a – наладка, b – заготовка, c – обработанная деталь).

Режущие инструменты – резцы с пластинками твердого сплава Т15К6. Необходимо назначить режимы резания; определить машинное время.

Назначение режима резания

1. Устанавливаем значения глубины резания для каждого резца наладки, при снятии припуска за один проход:

- для резца 1 $t = (D - d) / 2 = (193 - 190) / 2 = 1,5$ мм;
- для резца 2 $t = (D - d) / 2 = (73 - 70) / 2 = 1,5$ мм;
- для резцов 3 и 4 припуск на сторону $t = h = 2$ мм;
- для резца 5 $t = h = 1$ мм.

2. Определяем длину рабочего хода продольного и поперечного суппорта

$$L_{р.х} = l_{рез} + y + l_{доп},$$

где l – длина резания по лимитирующему инструменту, мм; y – величина врезания и перебега инструмента, мм; $l_{доп}$ – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки и конфигурации заготовки.

а) определяем $L_{р.х}$, у продольного суппорта: в продольном суппорте наибольшую (лимитирующую) длину резания имеет резец 1, $l_{рез} = 24$ мм. Величину определяем по [1, табл. 1, с. 809]

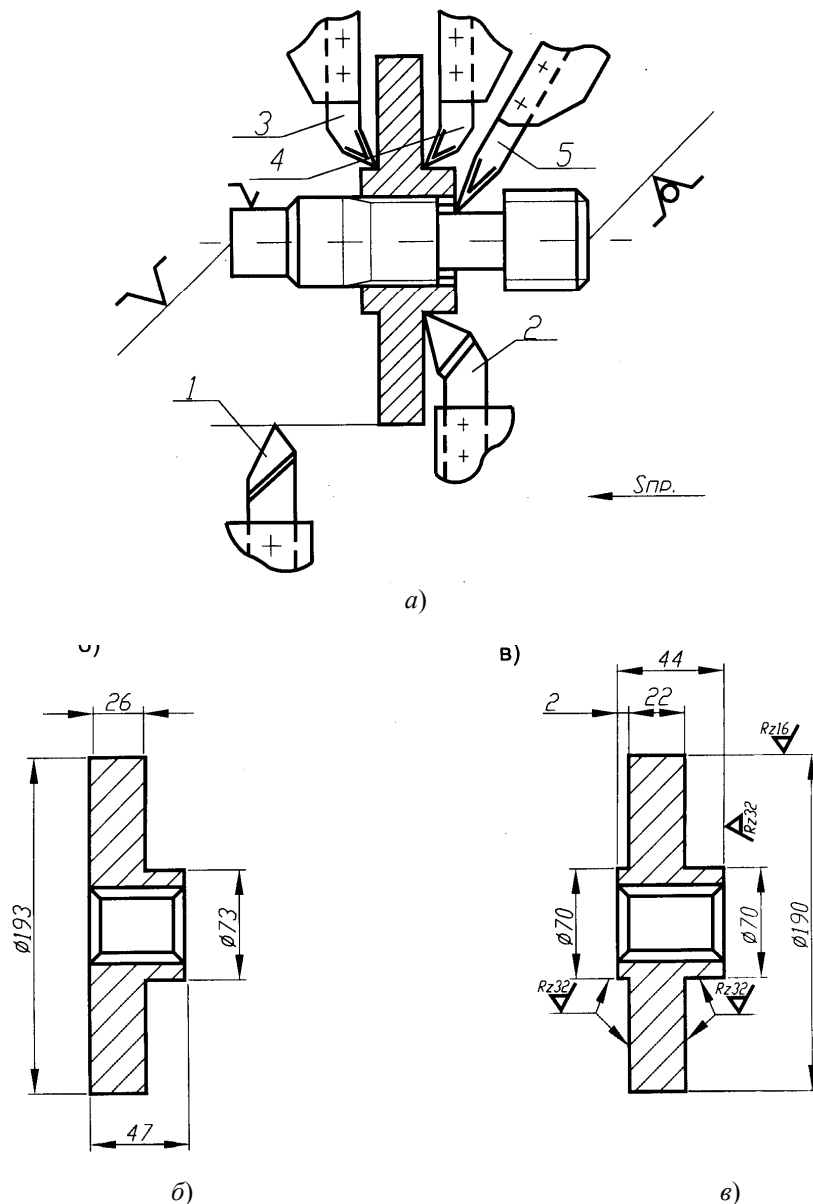


Рис. 8

$$Y = Y_{\text{врез}} + Y_{\text{подв}} + Y_{\text{п}} + Y_{\text{доп}},$$

где $Y_{\text{врез}} = 1,5$ мм (при $t = 1,5$ мм и $\varphi = 45^\circ$); $Y_{\text{подв}} + Y_{\text{п}} = 4$ мм; $Y_{\text{доп}} = 0$; тогда

$$Y = 1,5 + 4 = 5,5 \text{ мм};$$

$$L_{\text{р.х}} = 24 + 5,5 = 29,5 \text{ мм}.$$

б) определяем $L_{\text{р.х}}$ поперечного суппорта; в поперечном суппорте наибольшую (лимитирующую) длину резания имеют резцы 3 и 4

$$L_{\text{рез}} = (D - d) / 2 = (193 - 70) / 2 = 61,5 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{подв}} + Y_{\text{п}} = 2 \text{ мм (при } \varphi = 90^\circ); l_{\text{доп}} = 0,$$

тогда

$$L_{\text{р.х}} = 61,5 + 2 = 63,5 \text{ мм}.$$

3. Определяем подачу суппортов за оборот шпинделя. Подача назначается для каждого инструмента наладки в зависимости от суммарной глубины резания обрабатываемого материала, шероховатости поверхностей и точности обработки [2, карта 1, с. 813].

Суммарная глубина резания резцов составляет:

– для продольного суппорта

$$\Sigma t = t_1 + t_2 = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ мм};$$

– для поперечного суппорта

$$\Sigma t = t_3 + t_4 + t_5 = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ мм}.$$

Для этих значений суммарной глубины резания рекомендуются подачи:

– для продольного суппорта $S_0 = 0,6$ мм/об;

– для поперечного суппорта $S_0 = 0,4$ мм/об.

В соответствии с [1, примечание 6], к карте 1 необходимо при назначении подачи также учитывать заданный параметр шероховатости поверхности.

Для предусмотренной чертежом детали шероховатости поверхности $Rz = 16$ мкм в [1] рекомендуется подача не выше $S_0 = 0,4$ мм/об (для обработки) стали, радиус при вершине резца $r = 1$ мм, скорость резания $v > 100$ м/мин).

Учитывая поправочный коэффициент на материал (для стали $\sigma_b = 65$ кгс/мм, поправочный коэффициент $K_s = 0,75$), подача $S_{рез} = S_{табл} K_s = 0,4 \cdot 0,75 = 0,3$ мм/об. Корректируя принятую подачу по паспортным данным станка для поперечного суппорта, получаем $S_{пас} = 0,29$ мм/об.

Так как время работы продольного суппорта значительно меньше, чем поперечного ($L_{р.х.прод} < L_{р.х.поп}$) и работают они одновременно, то можно уменьшить величину подачи продольного суппорта без снижения производительности станка. Это достигается выполнением условия выравнивания продолжительности работы продольного и поперечного суппортов (т.е. равенство частот вращения шпинделя за ход каждого суппорта):

$$L_{р.х.поп} / S_{0\text{ поп}} = n = L_{р.х.прод} / S_{0\text{ прод}};$$

$$63,5 / 0,29 = 219 = 29,5 / S_{0\text{ прод}};$$

$$S_{0\text{ прод}} = 29,5 / 219 = 0,135 \text{ мм/об.}$$

При окончательном выборе величины подачи нелIMITирующего суппорта не рекомендуется, несмотря на результаты расчета, уменьшать подачу твердосплавного инструмента ниже $0,15 \dots 0,20$ мм/об [2, карта 1, с. 812] при точении стальных заготовок. Поэтому при корректировании подачи продольного суппорта по станку принимаем $S_{0\text{ прод}} = 0,17$ мм/об.

4. Определяем периоды стойкости лимитирующих инструментов ([2], карта 2, с. 814 – 815). Период стойкости в минутах времени резания для каждого предположительно лимитирующего инструмента наладки, по которому ведется расчет скорости резания,

$$T = T_m \lambda,$$

где T_m – период стойкости в минутах машинной работы станка – для нашего случая принимаем II группу наладок (для пяти инструментов в наладке), т.е. $T_m = 120$ мин; λ – коэффициент времени резания определяется [2, карта 2, с. 815] как отношение частоты вращения шпинделя за время резания к количеству оборотов шпинделя за время рабочего хода суппорта на рабочей подаче.

Предположительно имитирующими инструментами в многоинструментальных наладках являются обычно инструменты, расположенные на наибольших диаметрах обрабатываемых поверхностей (наибольшая скорость резания) или имеющие наибольшую длину резания. Такими резцами в рассматриваемом случае может быть резец 1 или резцы 3 и 4.

Определяем значение коэффициента времени резания [2, карта 2, с. 815] для резца 1. Количество оборотов шпинделя за время резания равно отношению длины резания к подаче

$$L_{р.х} / S_{0\text{ прод}} = 24 / 0,17 = 141 \text{ об.}$$

Количество оборотов шпинделя за время рабочего хода суппортов при их параллельной работе равно наибольшему отношению длины рабочего хода к подаче

$$L_{р.х} / S_{0\text{ поп}} = 63,5 / 0,29 = 219 \text{ об.}$$

Тогда коэффициент времени резания $\lambda = 141 / 219 = 0,65$.

Период стойкости резца 1 в минутах времени резания составит

$$T = T_m \lambda = 120 \cdot 0,65 = 78 \text{ мин.}$$

Для резцов 3 и 4, расположенных на суппорте, имеющем наиболее продолжительное время работы (при условии параллельной работы суппортов станка), коэффициент времени

$$\lambda = l_{р.х} / L_{р.х} = 61,5 / 63,5 = 0,97.$$

Если коэффициент $\lambda > 0,7$, то его можно не учитывать и принимать $T \approx T_m$ [2, карта 2, с. 814]. Таким образом, для резцов 3 и 4 период стойкости $T = T_m = 120$ мин.

5. Определяем скорости резания для предположительно лимитирующих режимов наладки [2, карта 3, с. 816].

Для резцов 3 и 4 $v_{табл} = 110$ м/мин (при t до 2,5 мм; S_0 до 0,3 мм/об; обработке стали и угле $\varphi = 90^\circ$). Поправочные коэффициенты на скорость резания [2, с. 817 – 818] равны: $K_{M_v} = 1$ (для стали 45 НВ 180, $\sigma_b = 65$ кгс/мм); $K_{U_v} = 115$ (для материала инструмента Т15К6; найден путем интерполирования значений $K_{U_v} = 1,25$ для $T = 100$ мин и $K_{U_v} = 1$ для $T = 150$ мин); $K_{B_v} = 1,35$ (для поперечного точения при отношении диаметров обработки $d / D = 70 / 193 = 0,37$). Расчетная скорость резания

$$v_{рас} = v_{табл} K_{M_v} K_{U_v} K_{B_v} = 110 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,35 = 171 \text{ м/мин} \approx 2,85 \text{ м/с.}$$

Для резца 1 $v_{табл} = 130$ м/мин (при $t \leq 2,5$ мм, $S_0 \leq 0,2$ мм/об; обработке стали и угле $\varphi = 45^\circ$).

Поправочные коэффициенты на скорость резания $K_{M_v} = 1$ (для стали 45, НВ 180, $\sigma_B = 65$ кгс/мм); $K_{U_v} = 1,4$ (для материала инструмента Т15К6, найден путем интерполирования значений); $K_{U_v} = 1,5$ для $T = 60$ мин и $K_{U_v} = 1,25$ для $T = 100$ мин.), $K_{B_v} = 1$ (для продольного точения). Расчетная скорость резания

$$v_{\text{рас}} = v_{\text{табл}} K_{M_v} K_{U_v} K_{B_v} = 130 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 = 182 \text{ м/мин} \approx 3,05 \text{ м/с.}$$

Таким образом, лимитирующими по скорости резания являются резцы 3 и 4 ($v_{\text{рас}} = 171$ м/мин).

6. Расчетная частота вращения шпинделя станка

$$n = 1000 v_{\text{рас}} / \pi D = 1000 \cdot 171 / (3,14 \cdot 193) = 282 \text{ мин}^{-1}.$$

Корректируя значение n по паспорту станка, устанавливаем действительное значение n_d шпинделя: $n_d = 280 \text{ мин}^{-1}$.

7. Действительные скорости резания равны:

для резцов 1, 3, 4

$$v_d = \pi D n_d / 1000 = 3,14 \cdot 73 \cdot 280 / 1000 = 170 \text{ м/мин} \approx 2,84 \text{ м/с;}$$

для резцов 2 и 5

$$v_d = \pi D n_d / 1000 = 3,14 \cdot 73 \cdot 280 / 1000 = 64,5 \text{ м/мин} \approx 1,08 \text{ м/с.}$$

8. Определяем суммарную мощность резания по всем инструментам наладки [2, карта 5, с. 820].

Для резца 1 $N_{\text{табл}} = 1,4$ кВт (при $t = 1,5$ мм; $S_0 = 0,17$ мм/об).

Поправочные коэффициенты на мощность резания:

$K_{M_N} = 0,7$ (для стали 45, обрабатываемой твердосплавным инструментом);

$K_{V_N} = 0,9$ (для скорости резания до 200 м/мин и угла $\gamma = 10^\circ$).

Расчетная мощность резания

$$N_{\text{рез1}} = N_{\text{табл}} \frac{v}{100} K_{M_N} K_{V_N} = 1,4 \cdot \frac{170}{100} \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 1,5 \text{ кВт.}$$

Для резца 2 $N_{\text{табл}} = 1,4$ кВт (при $t = 1,5$ мм; $S_0 = 0,17$ мм/об).

Поправочные коэффициенты на мощность резания: $K_{V_N} = 0,7$ (для скорости резания до 100 м/мин и угла $\gamma = 10^\circ$); $K_{M_N} = 0,7$.

$$N_{\text{рез2}} = N_{\text{табл}} \frac{v}{100} K_{M_N} K_{V_N} = 1,4 \cdot \frac{64,5}{100} \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 0,62 \text{ кВт.}$$

Для резцов 3 и 4 $N_{\text{табл}} = 2,7$ кВт (при $t = 2$ мм; $S_0 = 0,29$ мм/об).

Поправочные коэффициенты на мощность резания: $K_{V_N} = 0,7$ (для скорости резания до 200 м/мин и угла $\gamma = 10^\circ$); $K_{M_N} = 0,9$.

Расчетная мощность резания для каждого резца

$$N_{\text{рез3-4}} = N_{\text{табл}} \frac{v}{100} K_{M_N} K_{V_N} = 2,7 \cdot \frac{170}{100} \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 2,9 \text{ кВт.}$$

Для резца 5 $N_{\text{табл}} = 1,3$ кВт (при $t = 1$ мм; $S_0 = 0,29$ мм/об).

Поправочные коэффициенты на мощность резания: $K_{V_N} = 1$ (для скорости резания до 100 м/мин и угла $\gamma = 10^\circ$); $K_{M_N} = 0,7$.

Расчетная мощность резания

$$N_{\text{рез5}} = N_{\text{табл}} \frac{v}{100} K_{M_N} K_{V_N} = 1,3 \cdot \frac{170}{100} \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,58 \text{ кВт.}$$

Суммарная мощность резания для всей наладки

$$\sum N_{\text{рез}} = 1,54 - 0,62 + 2 \cdot 2,9 + 0,58 = 8,5 \text{ кВт.}$$

9. Определяем достаточность мощности привода станка

$$\sum N_{\text{рез}} \leq N,$$

у станка модели 1А730 $N_M = 13,0$ кВт; КПД станка $\eta = 0,8$;

$N_{\text{шп}} = N_M \eta = 13 \cdot 0,8 = 10,4$ кВт, следовательно, обработка возможна ($8,5 < 10,4$).

Коэффициент использования мощности станка

$$K_N = N_p / N_M,$$

где N_p – потребная (расчетная) мощность резания на данной операции;

$N_p = N_{\text{рез}} / \eta = 8,5 / 0,8 = 10,5$ кВт;

N_M – мощность станка 13,0 кВт;
 $K_N = 10,5 / 13,0 = 0,82$.

Определение машинного времени

При наибольшей длине хода поперечного суппорта $L_{p,x} = 63,5$ мм

$$T_m = L_{p,x} / n_d S_0 = 63,5 / (280 \cdot 0,29) = 0,78 \text{ мин.}$$

Методика расчета режимов резания при обработке на агрегатных сверлильных станках

Основным пособием для расчетов режимов резания при обработке на агрегатных станках служит [2, с. 800 – 890].

Пример 3

Операция – обработка четырех отверстий диаметром 16 Н8 мм (сверление, зенкерование и развертывание) на специальном 12-шпindelном агрегатном вертикально-сверлильном станке. Заготовка – корпусная деталь из серого чугуна, НВ 230. Размеры обрабатываемых поверхностей приведены на рис. 9. Обработка производится на четырехпозиционном поворотном столе станка (рис. 10, 11):

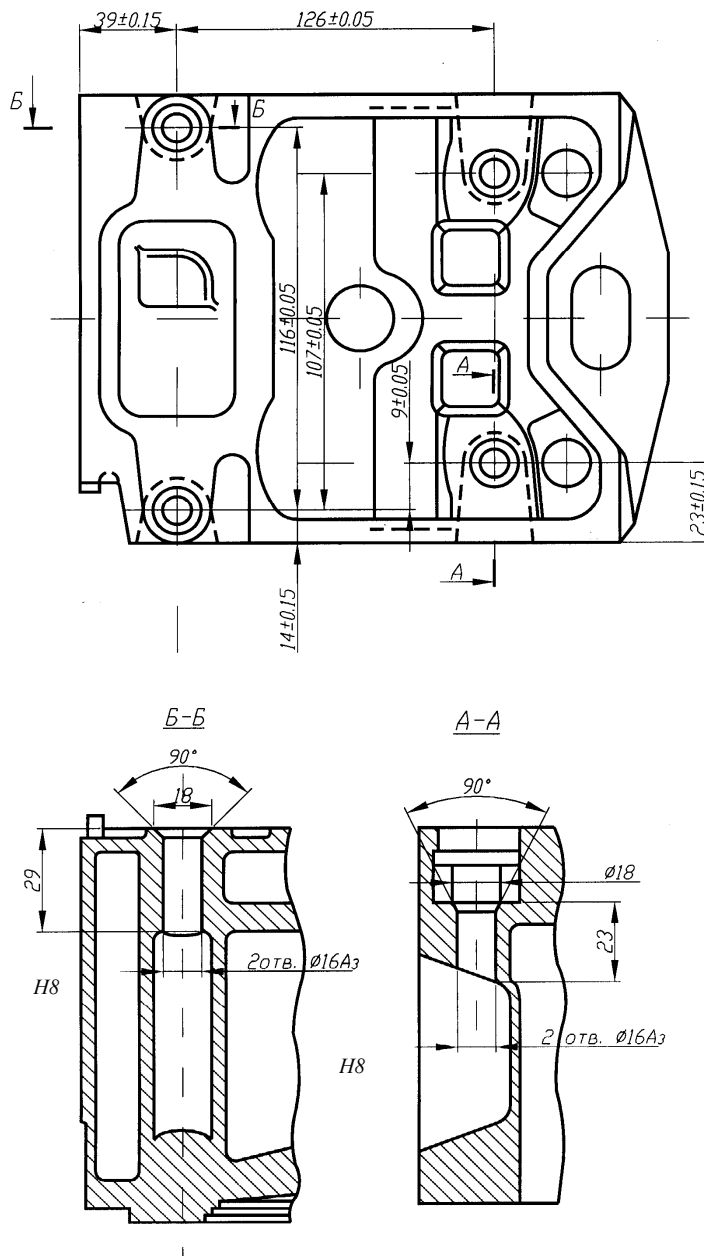


Рис. 9

I позиция – загрузочная;

II позиция – сверление четырех отверстий диаметром 14 мм с зенкерованием фасок $2 \times 90^\circ$;

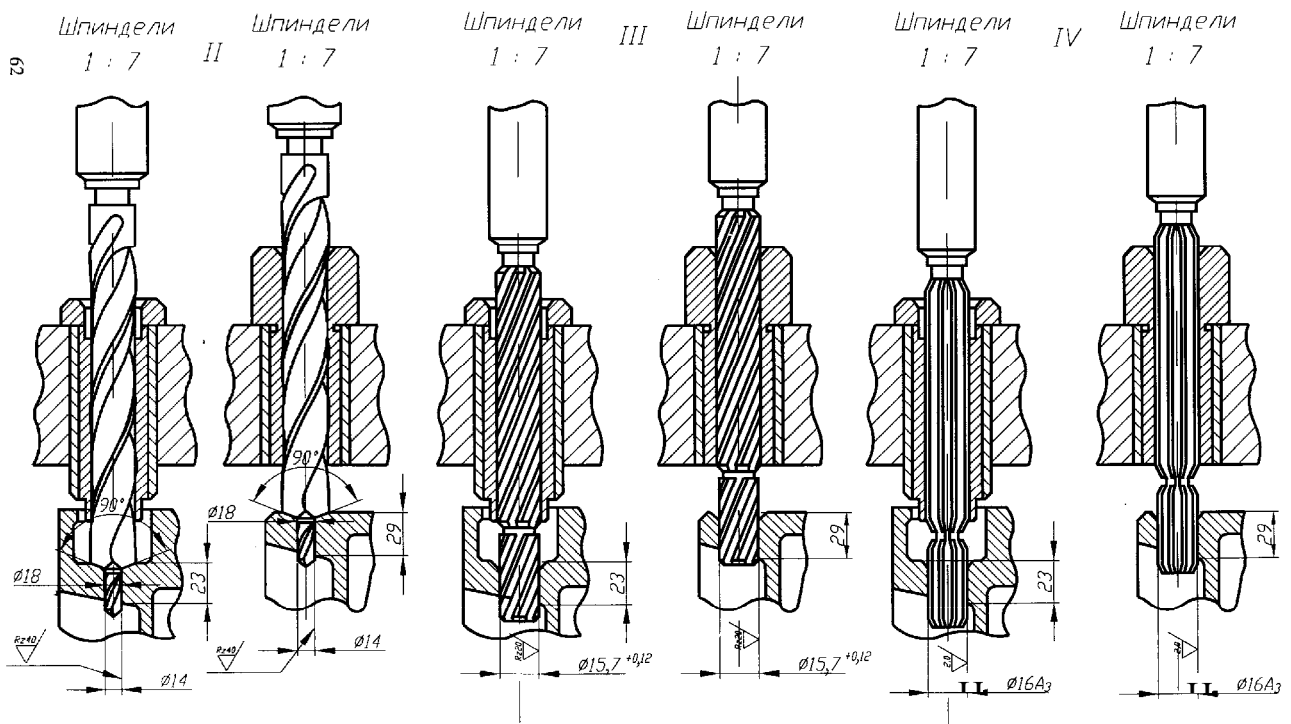


Рис. 10

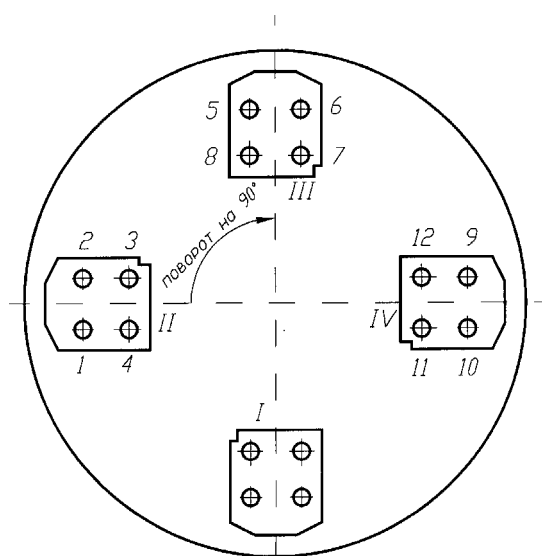


Рис. 11

III позиция – зенкерование четырех отверстий диаметром $15,7^{+0,12}$ мм;
 IV позиция – развертывание четырех отверстий диаметром 16H8 мм.
 Все режущие инструменты изготовлены из быстрорежущей стали Р6М5.
 Необходимо: назначить режимы резания; определить машинное время.

Назначение режимов резания

1. Определяем максимальную длину рабочего хода многошпиндельной головки, исходя из длин рабочих ходов отдельных инструментов

$$L_{p,x} = l_{рез} + y + l_{доп},$$

где $l_{рез}$ – длина обработки данным инструментом наибольшей поверхности детали (по чертежу 23 и 29 мм); принимаем $l_{рез} = 29$ мм; y – величина подвода, врезания и перебега инструмента (принимаем по [2], табл. 3, с. 866); для сверл $y = 6$ мм; для зенкеров $y = 3$ мм; для разверток $y = 15$ мм; $l_{доп}$ – дополнительная длина хода, вызванная особенностями конфигурации заготовки, в данном случае $l_{доп} = 0$.

Длина хода инструментов составит: для сверл $L_{p,x} = 29 + 6 = 35$ мм; для зенкеров $L_{p,x} = 29 + 3 = 32$ мм; для разверток $L_{p,x} = 29 + 15 = 44$ мм. Таким образом, длина рабочего хода многошпиндельной головки равна наибольшей длине хода инструмента $L_{p,x} = 44$ мм.

2. Определяем подачу инструментов за оборот шпинделя [2, карта 11, с. 867 – 868]: для сверл $S_0 = 0,3$ мм/об (с учетом работы комбинированным сверлом в многоинструментальной наладке – по II группе подач); для зенкеров $S_0 = 0,4$ мм/об (с учетом зенкерования отверстия 4-го класса точности под последующее развертывание – по III группе подач); для разверток $S_0 = 1,0$ мм/об (с учетом однократного развертывания – по II группе подач).

3. Определяем периоды стойкости инструментов [2, карта 12, с. 868]. Период стойкости в минутах времени резания для отдельных инструментов

$$T = T_M \lambda,$$

где T_M – период стойкости инструментов наладки работы станка, для нашего случая $T_M = 160$ мин (найден по карте 12 путем интерполирования табличных значений T_M для обработки отверстий диаметром 16 мм при 12 инструментах в наладке); λ – коэффициент времени резания, для всех инструментов $l_{рез} = 29$ мм

$$\lambda = l_{рез} / L_{р.х} = 29 / 44 = 0,66.$$

Период стойкости этих инструментов, мин

$$T = T_M \lambda = 160 \cdot 0,66 = 106.$$

4. Определяем скорости резания при сверлении, зенкерования и развертывании [2, карта 13, с. 873 – 874].

Скорость резания при сверлении и зенкерования рассчитывается по найденной скорости $T = 106$ мин. Скорость резания при развертывании назначается исходя из требований, предъявленных к точности и шероховатости поверхности, независимо от рассчитанных значений стойкости.

Для сверл диаметром 14 мм $v_{табл} = 19$ м/мин (для $S_0 = 0,3$ мм/об найдена путем интерполирования $v = 18$ м/мин при диаметре 12 мм и $v = 20$ м/мин при диаметре 16 мм).

Поправочные коэффициенты на скорость резания при сверлении $K_{M_v} = 0,9$ (для чугуна серого НВ 230); $K_{T_v} = 1$ (для стойкости $T = 100$ мин, близкой к $T = 106$ мин); $K_{B_v} = 1$ (для отношения глубины сверления к диаметру $l / d = 29 / 14 < 3$). Расчетная скорость резания

$$v_{рез} = v_{табл} K_{M_v} K_{T_v} K_{B_v} = 19 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 17,1 \text{ м/мин} \approx 0,28 \text{ м/с}.$$

Для зенкерования диаметром 15,7 мм $v_{табл} = 27$ м/мин (для $S_0 = 0,4$ мм/об и диаметра до 20 мм). Поправочные коэффициенты на скорость резания принимаем те же, что и при сверлении. Расчетная скорость резания

$$v_{рез} = v_{табл} K_{M_v} K_{T_v} K_{B_v} = 27 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 24,3 \text{ м/мин} \approx 0,41 \text{ м/с}.$$

Для разверток диаметром 16 мм $v_{табл} = 12$ м/мин ($\approx 0,2$ м/с) (принятая по [2, карта 13, с. 874], для развертывания отверстий 3-го класса точности).

5. Расчетная частота вращения шпинделей станка:

- сверл $n = 1000 v_{рас} / \pi d = 1000 \cdot 17,1 / (3,14 \cdot 14) = 390 \text{ мин}^{-1}$;
- зенкеров $n = 1000 v_{рас} / \pi d = 1000 \cdot 24,3 / (3,14 \cdot 15,7) = 493 \text{ мин}^{-1}$;
- разверток $n = 1000 v_{рас} / \pi d = 1000 \cdot 12 / (3,14 \cdot 16) = 239 \text{ мин}^{-1}$.

6. Расчетное значение минутных подач инструментов:

- сверл $S_M = S_M n = 0,3 \cdot 390 = 117 \text{ мм/мин}$;
- разверток $S_M = S_M n = 1 \cdot 239 = 239 \text{ мм/мин}$.

Принимаем S_M многошпиндельной головки по наименьшей рассчитанной минутной подаче, т.е. $S = 117 \text{ мм/мин}$.

7. Корректируем частоту вращения зенкеров и разверток в соответствии с принятой S_M многошпиндельной головки:

- зенкеров $n = S'_M = 117 / 0,4 = 294 \text{ мин}^{-1}$;
- разверток $n = S'_M = 117 / 1 = 117 \text{ мин}^{-1}$.

8. Действительная скорость резания:

- зенкеров

$$v_d = \pi d n / 1000 = 3,14 \cdot 15,7 \cdot 294 / 1000 = 14,6 \text{ м/мин} (\approx 0,24 \text{ м/с});$$

- разверток

$$v_d = \pi d n / 1000 = 3,14 \cdot 16 \cdot 117 / 1000 = 5,9 \text{ м/мин} (\approx 0,1 \text{ м/с}).$$

9. Суммарная осевая сила резания [2, карта 14, с. 877]:

– для сверл $P_{табл} = 300$ кгс (найдена путем интерполирования значений $P_{табл}$ при $S_0 = 0,3$ мм/об для $d = 12$ мм и $d = 16$ мм), поправочный коэффициент на материал $K_{M_p} = 1,1$ для чугуна серого НВ 230, тогда

$$P = P_{табл} K_{M_p} = 300 \cdot 1,1 = 330 \text{ кгс} (\approx 3300 \text{ Н});$$

– для зенкеров $P_{табл} = 48$ кгс (для $S_0 = 0,4$ мм/об при $t = 1$ мм), поправочный коэффициент $K_{M_p} = 1,1$, тогда

$$P = P_{табл} K_{M_p} = 48 \cdot 1,1 = 52,5 \text{ кгс} (\approx 525 \text{ Н}).$$

Для разверток осевая сила не учитывается ввиду ее незначительности. Суммарная осевая сила резания для всех инструментов головки

$$P = 330 \cdot 4 + 52,5 \cdot 4 = 1320 + 210 = 1530 \text{ кгс} (\approx 15000 \text{ Н}).$$

10. Суммарная мощность резания [2, карта 15, с. 878 – 879]:

– для сверл $N_{\text{табл}} = 1,7 \text{ кВт}$ (найдена для $S_0 = 0,3 \text{ мм/об}$ путем интерполирования значений $N_{\text{табл}}$ при $d = 12 \text{ мм}$ и $d = 16 \text{ мм}$); поправочный коэффициент на материал $K_{M,N} = 1$, тогда

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \frac{n}{1000} K_{M,N} = 1,7 \frac{390}{1000} = 0,65 \text{ кВт};$$

– для зенкеров $N_{\text{табл}} = 1,9 \text{ кВт}$ (для $S_0 = 0,3 \text{ мм/об}$ при $t = 1 \text{ мм}$), поправочный коэффициент на материал $K_{M,N} = 1$, тогда

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \frac{n}{1000} K_{M,N} = 1,9 \frac{14,6}{1000} = 0,275 \text{ кВт};$$

– для разверток мощность резания не учитывается ввиду ее незначительности.

Суммарная мощность резания для всех инструментов головки

$$\sum N = 0,65 \cdot 4 + 0,275 \cdot 4 = 2,6 + 1,1 = 3,7 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя специального агрегатного станка с учетом КПД привода $\eta = 0,75$ должна быть не меньше

$$N_m = \sum N_{\text{рез}} / \eta = 3,7 / 0,75 = 5 \text{ кВт}.$$

Определение машинного времени. При наибольшей длине хода инструментов $L_{p,x}$, мм

$$T_{\text{маш}} = L_{p,x} / S_m = 44 / 7 = 0,38 \text{ мин}.$$

Для облегчения работы при выборе конкретного вида оборудования для выполнения данной технологической операции в табл. 22 приведены краткие технологические характеристики наиболее распространенных отечественных металлорежущих станков.

При разработке планировки автоматизированного участка, линии, механического цеха и расстановке технологического оборудования рекомендуется пользоваться условными обозначениями и нормативами, приведенными в табл. 23 – 28.

При определении машинного времени механической обработки деталей можно пользоваться формулами табл. 20.

Пример оформления графической части курсового проекта приведен в Приложении 3 (рис. 18 – 21).

20. Формулы наиболее вероятного машинного времени обработки отдельных поверхностей по переходам

Переход	Квалитет	Теоретическая формула машинного времени	Величина коэффициента K	Наиболее вероятные значения величин
	Шероховатость, мм			
РАЗРЕЗАНИЕ МЕТАЛЛА				
Разрезание дисковой пилой	– 80 – 40 *	$T_m = \frac{l}{S_m} + \frac{l}{S_{\text{мох}}}$	$T_m = \frac{1}{S_m} + \frac{1}{S_{\text{мох}}}$ $K_1 = \frac{1}{S_m}$ $K_2 = \frac{1}{S_{\text{мох}}}$	$S_m = 91,7 \text{ мм/мин}$ $S_{\text{мох}} = 500 \text{ мм/мин}$ $K_1 = 0,0109$ $K_2 = 0,0002$
Разрезание ножовкой	– 90 – 20	$T_m = \frac{l}{S}$	$K = \frac{1}{S}$	$S = 11,4 \text{ мм/мин}$ $K = 0,0877$
Отрезание резцом	– 40 – 10	$T_m = \frac{\pi D^2}{2000 v S}$	$K = \frac{\pi}{2000 v S}$	$S = 0,1 \text{ мм/об}$ $v = 40 \text{ м/мин}$ $K = 0,000393$
<i>Подрезание торца за один проход</i>				
Черновое подрезание торца (кольца)	– 40 – 20	$T_m = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4000 v S}$	$K = \frac{\pi}{4000 v S}$	$S = 0,5 \text{ мм/об}$ $v = 70 \text{ м/мин}$ $K = 0,0000224$
Чистовое подрезание торца (кольца)	– 2,5 – 2,0	$T_m = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4000 v S}$	$K = \frac{\pi}{4000 v S}$	$S = 0,41 \text{ мм/об}$ $v = 147,6 \text{ м/мин}$ $K = 0,000011$
Черновое подрезание торца (сплошного круга)	– 40 – 20	$T_m = \frac{\pi D^2}{4000 v S}$	$K = \frac{\pi}{4000 v S}$	$S = 0,5 \text{ мм/об}$ $v = 70 \text{ м/мин}$ $K = 0,0000224$

Чистовое подрезание торца (сплошного круга)	$\frac{-}{2,5-2,0}$	$T_M = \frac{\pi D^2}{4000 v S}$	$K = \frac{\pi}{4000 v S}$	$S = 0,41$ мм/об $v = 147,6$ м/мин $K = 0,000011$
---	---------------------	----------------------------------	----------------------------	---

Обработка тел вращения

Обтачивание тел вращения (D = 20 ... 100 мм – одной ступени за один проход)

Обтачивание черновое	$\frac{14}{80-40}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,4$ мм/об $v = 105$ м/мин $K = 0,000075$
Обтачивание чистовое	$\frac{11}{20-10}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,15$ мм/об $v = 120$ м/мин $K = 0,000175$

Шлифование наружное круглое с продольной подачей

Шлифование предварительное	$\frac{11-9}{20-2,5}$	$T_M = \frac{\pi D l h}{1000 v S t} f$	$K = \frac{\pi h}{1000 v S t} f$	$S = 14$ мм/об $v = 24$ м/мин $h = 0,25$ мм $t = 0,024$ мм/дв.ход $f = 1,2$; $K = 0,00012$
Шлифование чистовое	$\frac{6}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{\pi D l h}{1000 v S t} f$	$K = \frac{\pi h}{1000 v S t} f$	$S = 10$ мм/об $v = 30$ м/мин $h = 0,1$ мм $t = 0,008$ мм/дв.ход $f = 1,4$; $K = 0,000184$
Шлифование тонкое	$\frac{6}{0,32-0,16}$	$T_M = \frac{\pi D l h}{1000 v S t} f$	$K = \frac{\pi h}{1000 v S t} f$	$S = 8$ мм/об $v = 20$ м/мин $h = 0,025$ мм $t = 0,003$ мм/дв.ход $f = 2,0$; $K = 0,000327$

Шлифование наружное бесцентровое с продольной подачей (D = 20...60 мм)

Шлифование предварительное	$\frac{8}{2,5-1,25}$	$T_M = \frac{l}{S_M} i a$ $S_M = \pi d_{вк} n_{вк} \sin \alpha$	$K = \frac{i a}{S_M}$	$S_M = 1070$ мм/об $a = 1,5$ $i = 3$ $K = 0,00422$
Шлифование чистовое	$\frac{6}{0,63-0,32}$	$T_M = \frac{l}{S_M} i a$	$K = \frac{i a}{S_M}$	$S_M = 886$ мм/об $a = 1,5$ $i = 4$ $K = 0,00693$

Шлифование наружное круглое врезанием

Шлифование грубое	$\frac{9-11}{20-2,5}$	$T_M = \frac{\pi D h}{1000 v_3 t} f$	$K = \frac{\pi h f}{1000 v_3 t}$	$v_3 = 19$ м/мин $h = 0,35$ мм $t = 0,02$ мм/об $f = 1,25$; $K = 0,00362$
Шлифование чистовое	$\frac{6}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{\pi D h}{1000 v_3 t} f$	$K = \frac{\pi h f}{1000 v_3 t}$	$v_3 = 35$ м/мин $h = 0,15$ мм $t = 0,0025$ мм/об $f = 1,25$; $K = 0,0068$
Шлифование тонкое	$\frac{5}{0,32-0,16}$	$T_M = \frac{\pi D h}{1000 v_3 t} f$	$K = \frac{\pi h f}{1000 v_3 t}$	$v_3 = 35$ м/мин $h = 0,1$ мм $t = 0,0017$ мм/об $f = 1,5$; $K = 0,0079$

Обработка упрочняющим инструментом

Обкатка роликом или шариком после чистового точения	$\frac{8}{1,25-0,32}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,3$ мм/об $v = 100$ м/мин $K = 0,0001$
---	-----------------------	----------------------------------	----------------------------	--

Обработка отверстий

Сверление отверстий диаметром до 20 мм	$\frac{14}{40-10}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,25$ мм/об $v = 22,4$ м/мин $K = 0,00056$
Рассверливание отверстий диаметром 20...70 мм	$\frac{13}{20-10}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,25$ мм/об $v = 29,7$ м/мин $K = 0,000423$

Зенкерование	$\frac{11}{20-10}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 1 \text{ мм/об}$ $v = 15 \text{ м/мин}$ $K = 0,00021$
Развертывание черновое	$\frac{10}{2,5-2,0}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,6 \text{ мм/об}$ $v = 12 \text{ м/мин}$ $K = 0,000436$
Развертывание чистовое	$\frac{6}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,6 \text{ мм/об}$ $v = 6 \text{ м/мин}$ $K = 0,000876$
Растачивание черновое	$\frac{12}{40-20}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,36 \text{ мм/об}$ $v = 63,4 \text{ м/мин}$ $K = 0,000134$
Растачивание чистовое	$\frac{10}{10-2,5}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,35 \text{ мм/об}$ $v = 50 \text{ м/мин}$ $K = 0,00018$
<i>Шлифование внутренние</i>				
Шлифование предварительное	$\frac{11}{2,5-1,25}$	$T_M = \frac{\pi D l h}{1000 v S t} f$	$K = \frac{\pi h}{1000 v S t} f$	$S = 12 \text{ мм/об}$ $v = 27 \text{ м/мин}$ $h = 0,2 \text{ мм}$ $t = 0,004 \text{ мм/дв.ход}$ $f = 1,4; K = 0,000146$
Шлифование чистовое	$\frac{7}{0,63-0,32}$	$T_M = \frac{\pi D l h}{1000 v S t} f$	$K = \frac{\pi h}{1000 v S t} f$	$S = 10 \text{ мм/об}$ $v = 36 \text{ м/мин}$ $h = 0,2 \text{ мм}$ $t = 0,009 \text{ мм/дв.ход}$ $f = 1,5; K = 0,000583$
<i>Протягивание внутренних поверхностей</i>				
Протягивание рядовое	$\frac{9}{10-2,5}$	$T_M = \frac{la}{1000 v}$	$K = \frac{a}{1000 v}$	$v = 7 \text{ м/мин}$ $a = 2$ $K = 0,000286$
Протягивание чистовое	$\frac{7}{1,25-1,0}$	$T_M = \frac{la}{1000 v}$	$K = \frac{a}{1000 v}$	$V = 4 \text{ м/мин}$ $a = 2$ $K = 0,0005$
Протягивание уплотняющими протяжками многозубными (типа дорнов)	$\frac{9}{10-2,5}$	$T_M = \frac{la}{1000 v}$	$K = \frac{a}{1000 v}$	$v = 5 \text{ м/мин}$ $a = 2$ $K = 0,0004$
Прошивание чистовое	$\frac{7}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{l}{1000 v}$	$K = \frac{l}{1000 v}$	$v = 3 \text{ м/мин}$ $K = 0,00033$
Прошивание тонкое	$\frac{6-7}{0,63-0,16}$	$T_M = \frac{l}{1000 v}$	$K = \frac{l}{1000 v}$	$v = 2 \text{ м/мин}$ $K = 0,0005$
<i>Обработка внутренних поверхностей отделочная</i>				
Калибрование после растачивания (дорном и т.п.)	$\frac{8}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{l}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 2000 \text{ мм/мин}$ $K = 0,0005$
Полирование	$\frac{5-6}{1,25-0,1}$	$T_M = K F_{\Sigma}^{**}$	Доводочные работы	$K = 0,00016$
Хонингование среднее	$\frac{6-7}{1,25-0,63}$	$T_M = K h^{***}$	Значения режимов	$K = 0,126$
Хонингование тонкое	$\frac{5-6}{0,32-0,16}$	$T_M = K h^{***}$	обработки взяты по нормативным материалам	$K = 0,121$
Суперфиниширование	$\frac{6}{0,40-0,16}$	$T_M = K D$		$K = 0,0238$
Суперфиниширование двукратное	$\frac{5}{0,16-0,03}$	$T_M = K D$	Значения режимов	$K = 0,051$
Механическая притирка деталей из незакаленной стали	$\frac{6}{0,32-0,16}$	$T_M = K F_{\Sigma}^{**}$	обработки взяты по нормативным материалам	$K = 0,00024$
Механическая притирка деталей из закаленной стали	$\frac{5}{0,16-0,04}$	$T_M = K F_{\Sigma}^{**}$		$K = 0,000225$

Обработка плоских поверхностей

Фрезерование торцевой фрезой

Фрезерование черновое	$\frac{12}{40-20}$	$T_M = \frac{l}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 170$ мм/мин $K = 0,0059$
Фрезерование чистовое	$\frac{10}{20-10}$	$T_M = \frac{l}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 208$ мм/мин $K = 0,00482$
Фрезерование тонкое	$\frac{8}{2,5-1,25}$	$T_M = \frac{l}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 351$ мм/мин $K = 0,00286$

Фрезерование цилиндрической фрезой

Фрезерование черновое	$\frac{12}{40-20}$	$T_M = \frac{l}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 150$ мм/мин $K = 0,00666$
Фрезерование чистовое	$\frac{10}{20-10}$	$T_M = \frac{l}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 285$ мм/мин $K = 0,00352$
Фрезерование тонкое	$\frac{8}{2,5-1,25}$	$T_M = \frac{l}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 600$ мм/мин $K = 0,00166$
Подрезание бобышек торцевым зенкером	$\frac{11}{10-2,5}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 0,3$ мм/об $v = 15$ м/мин $K = 0,0007$

Строгание или долбление

Строгание черновое	$\frac{14}{80-40}$	$T_M = \frac{B l a}{1000 v_{p,x} S}$	$K = \frac{a}{1000 v_{p,x} S}$	$S = 1,5$ мм/дв.ход $v_{p,x} = 22$ м/мин $a = 1,43$ $K = 0,0000434$
Строгание чистовое	$\frac{11}{10-1,5}$	$T_M = \frac{B l a}{1000 v_{p,x} S}$	$K = \frac{a}{1000 v_{p,x} S}$	$S = 16$ мм/дв.ход $v_{p,x} = 26$ м/мин $a = 1,43$ $K = 0,0000034$

Шлифование плоское торцом круга (стол с возвратно-поступательным движением)

Шлифование предварительное	$\frac{9-11}{10-2,5}$	$T_M = \frac{l h f}{1000 v_{c,t} t}$	$K = \frac{h f}{1000 v_{c,t} t}$	$v_{c,t} = 12$ м/мин $h = 0,3$ мм $t = 0,2$ мм/дв.ход $f = 1,2$; $K = 0,0015$
Шлифование чистовое	$\frac{7}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{l h f}{1000 v_{c,t} t}$	$K = \frac{h f}{1000 v_{c,t} t}$	$v_{c,t} = 12$ м/мин $h = 0,1$ мм $t = 0,009$ мм/дв.ход $f = 1,4$; $K = 0,0013$
Шлифование тонкое	$\frac{6}{0,32-0,16}$	$T_M = \frac{l h f}{1000 v_{c,t} t}$	$K = \frac{h f}{1000 v_{c,t} t}$	$v_{c,t} = 8$ м/мин $h = 0,4$ мм $t = 0,005$ мм/дв.ход $f = 1,5$; $K = 0,0015$
Протягивание рядовое	$\frac{9}{10-2,5}$	$T_M = \frac{l a}{1000 v}$	$K = \frac{a}{1000 v}$	$v = 7$ м/мин $a = 2$; $K = 0,000286$
Протягивание чистовое	$\frac{7}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{l a}{1000 v}$	$K = \frac{a}{1000 v}$	$v = 4$ м/мин $a = 2$; $K = 0,0005$

Доводка плоских поверхностей

Полирование $B \times l = F_\Sigma$; $B \times l$ от 30×30 до 200×200	$\frac{-}{1,25-0,04}$	$T_M = K F_\Sigma$	Значения режимов обработки взяты по нормативным материалам	$K = 0,00016$
Механическая притирка деталей из незакаленной стали	$\frac{-}{0,32-0,16}$	$T_M = K F_\Sigma$		$K = 0,00024$
	$\frac{-}{0,16-0,04}$	$T_M = K F_\Sigma$		$K = 0,000225$

Обработка винтовых поверхностей

Нарезание резьбы метчиком, плашкой и винторезной не-раскрывающейся головкой на станке	$\frac{10}{10-2,5}$	$T_M = \frac{\pi D l a}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi a}{1000 v S}$	$S = 2,0$ мм $v = 9,1$ м/мин $a = 1,85$; $K = 0,000319$
---	---------------------	------------------------------------	------------------------------	--

Нарезание резьбы самораскрывающейся резьбонарезной головкой	$\frac{9}{10-2,5}$	$T_M = \frac{\pi D l a}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi}{1000 v S}$	$S = 2,0 \text{ мм}$ $v = 14 \text{ м/мин}$ $K = 0,000112$
Фрезерование резьб многониточной фрезой (наружные резьбы)	$\frac{10}{10-2,5}$	$T_M = \frac{1,2\pi^2 d_\phi}{1000 v S_Z z_\phi}$	$K = \frac{1,2\pi^2 d_\phi}{1000 v S_Z z_\phi}$	$S_Z = 0,05 \text{ мм/зуб}$ $v = 33,3 \text{ м/мин}$ $d_\phi = 65 \text{ мм}$ $z_\phi = 14; K = 0,033$
Накатывание резьб роликами и плашкой	$\frac{9}{2,5-1,0}$	$T_M = K D$	$K = 0,032$	$K = 0,0032$
Нарезание резьбы резцом черновое (резьба однозаходная)	$\frac{10}{20-10}$	$T_M = \frac{\pi D l i a}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi i a}{1000 v S}$	$v = 40 \text{ м/мин}$ $a = 1,85; i = 1,9 S$ $K = 0,000278$
Нарезание резьбы резцом чистовое (резьба однозаходная)	$\frac{8-9}{10-2,5}$	$T_M = \frac{\pi D l i a}{1000 v S}$	$K = \frac{\pi i a}{1000 v S}$	$v = 76,8 \text{ м/мин}$ $a = 1,85; i = 1,2 S$ $K = 0,000091$
Шлифование резьбы чистовое (резьба однозаходная)	$\frac{6}{0,63-0,32}$	$T_M = \frac{\pi D l}{1000 v S} \times \left(\frac{h}{t} + p \right) a$ p – число проходов без поперечной подачи	$K = \frac{\pi a}{1000 v S} \times \left(\frac{h}{t} + p \right)$	$h = 0,85 \text{ мм}$ $v = 7,5 \text{ м/мин}$ $a = 1,1; S = 2 \text{ мм}$ $K = 0,0046$

Обработка эвольвентных поверхностей

Обработка зубьев цилиндрических зубчатых колес ($m = 1 \dots 10 \text{ мм}$)

Долбление зубьев черновое (за один обкат)	$\frac{-}{10-2,5}$	$T_M = B m^{****} \times \left(\frac{2 \cdot 2,2}{1000 v S_p} + z \frac{2\pi}{1000 v S_{кр}} \right)$	$K_1 = \frac{2 \cdot 2,2}{1000 v S_p}$ $K_2 = \frac{2\pi}{1000 v S_{кр}}$	$v = 21 \text{ м/мин}$ $S_p = 0,6 \text{ мм/дв.ход}$ $S_{кр} = 0,42 \text{ мм/дв.ход}$ $K_1 = 0,0035$ $K_2 = 0,000713$
Долбление зубьев чистовое	$\frac{8-я, 7-я}{2,5-1,25}$	$T_M = B m \times \left(\frac{4,4}{1000 v S_p} + z \frac{2\pi}{1000 v S_{кр}} \right)$	$K_1 = \frac{4,4}{1000 v S_p}$ $K_2 = \frac{2\pi}{1000 v S_{кр}}$	$v = 34 \text{ м/мин}$ $S_p = 0,04 \text{ мм/дв.ход}$ $S_{кр} = 0,22 \text{ мм/дв.ход}$ $K_1 = 0,00324$ $K_2 = 0,00084$
Фрезерование черновое (вертикальная подача)	$\frac{6-я}{20-10}$	$T_M = \frac{B z \pi d_\phi}{1000 v S g}$ g – число заходов фрезы	$K = \frac{\pi d_\phi}{1000 v S g}$	$S = 1,8 \text{ мм/об. заг.}$ $v = 25 \text{ м/мин}$ $d_\phi = 70 \text{ мм}; g = 1$ $z_\phi = 14; K = 0,00488$
Фрезерование чистовое (вертикальная подача)	$\frac{8-я}{2,5-1,25}$	$T_M = \frac{B z \pi d_\phi}{1000 v S g}$	$K = \frac{\pi d_\phi}{1000 v S g}$	$S = 1 \text{ мм/об. заг.}$ $v = 30 \text{ м/мин}$ $d_\phi = 90 \text{ мм}; g = 1$ $z_\phi = 14; K = 0,00943$
Шевингование чистовое	$\frac{7-я}{1,25-1,63}$	$T_M = \frac{B z h f}{S n_{ш} z_{ш} S_B}$	$K = \frac{h f}{S n_{ш} z_{ш} S_B}$	$h = 0,17 \text{ мм}$ $n_{ш} = 280 \text{ об/мин}$ $f = 1,35; z_{ш} = 73$ $S_B = 0,0045 \text{ мм/х.ст.}$ $S = 0,25 \text{ мм/об. заг.}$ $K = 0,001$

Обработка зубьев цилиндрических зубчатых колес ($m = 1 \dots 10$ мм)

Шлифование коническим кругом по методу обкатки (типа Найльс)	$\frac{6-я}{0,63-0,32}$	$T_M = \left[\frac{2l}{n} \left(\frac{i_1}{S_1} + \frac{i_2}{S_2} + \frac{i_3}{S_3} \right) + 2\tau_1(i_1 + i_2 + i_3) \right] z$	$K_1 = \frac{2}{n} \left(\frac{i_1}{S_1} + \frac{i_2}{S_2} + \frac{i_3}{S_3} \right)$ $K_2 = 2\tau_1(i_1 + i_2 + i_3)$	$n = 150$ дв.ход/мин $\tau_1 = 0,05$; $i_1 = 2$; $S_1 = 2,7$ мм/дв.ход. $S_2 = 2,7$ мм/дв.ход. $i_2 = 1$; $i_3 = 1$; $S_3 = 1,1$ мм/дв.ход. $K_1 = 0,027$; $K_2 = 0,4$
--	-------------------------	---	--	---

Обработка торцов зубьев пальцевой фрезой

Закругление зубьев	$\frac{-}{20-10}$	$T_M = \tau z$	$K = \tau$	$K = 0,0384$
--------------------	-------------------	----------------	------------	--------------

Фрезерование зубьев червячных колес ($m = 1 \dots 6$ мм)

Фрезерование черновое (фреза однозаходная)	$\frac{-}{40-20}$	$T_M = \frac{2,7\pi D d_\phi}{1000 v_\phi S_p}$	$K = \frac{2,7\pi d_\phi}{1000 v_\phi S_p}$	$S_p = 0,8$ мм/об $v_\phi = 25$ м/мин $d_\phi = 80$ мм; $K = 0,0346$
Фрезерование чистовое (фреза однозаходная)	$\frac{8-я, 7-я}{1,25-0,63}$	$T_M = \frac{2,94\pi\sqrt{z}d_\phi}{1000 v_\phi S_{тан}}$	$K = \frac{2,94\pi d_\phi}{1000 v_\phi S_{тан}}$	$S_{тан} = 1,4$ мм/об $v_\phi = 25$ м/мин $d_\phi = 80$ мм $K = 0,0212$

Зубострогание прямозубых конических колес ($m = 1 \dots 10$ мм)

Предварительное нарезание	$\frac{-}{20-10}$	$T_M = z \times \left(\frac{\pi D_\phi l}{S_Z z 1000 v} + \tau_2 \right)$	$K_1 = \frac{\pi D_\phi}{S_Z z 1000 v}$ $K_2 = \tau_2$	$D_\phi = 80$ мм $v = 29$ м/мин; $z = 10$ $S_Z = 0,13$ мм/зуб $\tau_2 = 0,05$ мин $K_1 = 0,00668$ $K_2 = 0,05$
Зубострогание чистовое	$\frac{8-я}{2,5-1,25}$	$T_M = \tau z$	$K = \tau$	$K = 0,2$
Зубострогание тонкое	$\frac{7-я}{1,25-0,63}$	$T_M = \tau z$	$K = \tau$	$K = 0,25$

Нарезание криволинейных конических колес зуборезными головками ($m = 1 \dots 10$ мм)

Черновое нарезание	$\frac{9-я}{20-10}$	$T_M = \tau z$	$K = \tau$	$K = 0,36$
Чистовое нарезание	$\frac{8-я}{2,5-1,25}$	$T_M = \tau z$	$K = \tau$	$K = 0,32$

Обработка шлицевых поверхностей вала (валы $d = 25 \dots 60$ мм)

Фрезерование черновое	$\frac{-}{20-10}$	$T_M = \frac{\pi D_\phi l z}{1000 v_\phi S_0}$	$K = \frac{\pi D_\phi}{1000 v_\phi S_0}$	$S_0 = 2,1$ мм/об $v_\phi = 32$ м/мин $D_\phi = 100$ мм $K = 0,0047$
Фрезерование чистовое	$\frac{-}{2,5-1,25}$	$T_M = \frac{\pi D_\phi l z}{1000 v_\phi S_0}$	$K = \frac{\pi D_\phi}{1000 v_\phi S_0}$	$S_0 = 1,2$ мм/об $v_\phi = 30$ м/мин $D_\phi = 100$ мм $K = 0,0087$
Шлифование dna впадины шлицев (центрование по внутреннему диаметру)	$\frac{S_3}{0,63-0,32}$	$T_M = \frac{lzh}{1000 vt} a$	$K = \frac{ha}{1000 vt}$	$h = 0,15$ мм $v = 6,5$ м/мин $t = 0,03$ мм/дв.ход $a = 1,35$; $K = 0,00104$

* Шероховатость поверхности от 320 до 10 мкм и от 0,100 до 0,025 мкм соответствует параметру Rz от 2,5 до 0,020 мкм параметру Ra по ГОСТ 2789-73.

** $F_\Sigma = \pi dl$.

*** h – припуск на сторону, мм.

**** B – ширина венца.

21. Обозначение марок материалов

Материал	Пример обозначения	Примечание
Серый чугун ГОСТ 1412–79	СЧ18-36	СЧ – серый чугун; 18 – предел прочности при растяжении, кг/мм ² ; 36 – предел прочности при изгибе, кг/мм ²
Высокопрочный чугун (с шаровидным графитом) ГОСТ 7293–79	ВЧ50-1,5	ВЧ – высокопрочный чугун; 50 – предел прочности при растяжении 122 кг/мм ² ; 1,5 – относительное удлинение, %
Ковкий чугун ГОСТ 1215–79	КЧ-45-6	КЧ – ковкий чугун; 45 – предел прочности при растяжении, кг/мм ² ; 6 – относительное удлинение, %
Антифрикционный чугун ГОСТ 1585–79	АСЧ-1 АВЧ-2 АКЧ-2	А – антифрикционный; СЧ – серый чугун; ВЧ – высокопрочный чугун; КЧ – ковкий чугун; Цифры – порядковые номера
Отливки из жаростойкого чугуна ГОСТ 7769–82	ЖЧХ16 ЖЧС5Ш ЖЧЮ6С5	ЖЧ – жаростойкий чугун. Цифры после букв – содержание легирующего элемента в целых единицах. Х – хром, С – кремний, Ю – алюминий, Ш – шаровидный графит
Отливки из конструкционной нелегированной и легированной стали	15 Л до 55 Л 27 ГЛ 40ХНЛ 20ДХЛ 30ДХСНЛ и т.д.	Первые две цифры – средняя массовая доля углерода в сотых долях процента. Л – литая, Г – марганец, Х – хром, Н – никель, Д – медь, С – кремний, Т – титан, В – вольфрам, Ф – ванадий, М – молибден
Сталь углеродистая обыкновенного качества ГОСТ 380–71 гр. А – поставляемая по механическим свойствам; гр. Б – поставляемая по химическому составу; гр. В – поставляемая по механическим свойствам и по химическому составу	СТ0 до СТ6 БСТ0 до БСТ6 ВСТ2 до ВСТ5	Характеристика механических свойств см. в стандарте ГОСТ 380–71
Сталь углеродистая качественная ГОСТ 1050–74	Ст 10кп Ст10 Ст25Г Ст35 Ст65 и др.	Цифры – среднее содержание углерода в сотых долях процента, КП – кипящая сталь, Г – марганец (около 1 %)
Сталь конструкционная повышенной и высокой обрабатываемости резанием ГОСТ 1414 – 75	А 12 А 35С АС 40 АС20ХГНМ А 40Г и др.	А – автоматная. Цифры – среднее содержание углерода в сотых долях %. С – свинецсодержащая; Е – наличие селена. Остальные обозначения по ГОСТ 4543–71 (ниже)
Сталь легированная конструкционная ГОСТ 4543–71	18ХГТШ 12ХНЗА и т.п.	Цифры впереди – среднее содержание углерода в сотых долях %. Цифры после букв – процентное содержание элемента. А – высококачественная, Ш – особо высококачественная, Х – хром, Г – марганец, Т – титан, Н – никель. Могут быть: В – вольфрам, М – молибден, Ю – алюминий, Р – бор, С – кремний, Ф – ванадий, К – кобальт, Б – ниобий
Сталь теплоустойчивая ГОСТ 20072–74	Перлитного класса 12Х1МФ 20Х1М1Ф1БР 20Х3МВФ Мартенситного класса 15Х5 15Х8ВФ 12Х8ВФ	Обозначения по ГОСТ 4543–71 (выше)

22. Краткая техническая характеристика металлообрабатывающих станков

Модель станка	Наибольшие размеры обрабатываемой детали, мм		Число скоростей	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	Подача, мм/мин	Число подач	Мощность, кВт	Масса, т	Габаритные размеры, мм
	Диаметр	Длина							
<i>АВТОМАТЫ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЕ ОДНОШПИНДЕЛЬНЫЕ</i>									
1Е125	25	100	–	левое 125 – 4000, правое 63 – 500	–	–	4,0	2,65	2160 × 100
1Е40	40	100	–	левое 80 – 2500, правое 40 – 315	–	–	5,5	2,65	2160 × 1000

Автоматы токарные одношпиндельные продольного точения

1Т16В	16	80	–	450 – 6300	–	–	3,0	1,2	1900 × 945
1Д25В	25	100	–	315 – 4000	–	–	5,5	1,6	2600 × 1070

Автоматы токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые

1216-6	16	80	–	370 – 2650	–	–	7,5	4,0	5384 × 1000
1Б240-6	40	160	22	140 – 1600	–	–	15,0	11,6	6170 × 1700
1Б265-8К	50	150	24	97 – 1176	–	–	30,0	14,5	6130 × 1965
1Б265-6К	65	150	26	73 – 1065	–	–	30,0	14,5	6265 × 1965
1Б290-8К	80	250	20	80 – 706	–	–	30,0	22,5	8045 × 2185
1Б290-6К	100	200	20	70,5 – 660	–	–	30,0	22,0	5350 × 2475
1Б290-4К	125	200		50 – 508	–	–	30,0	22,0	5350 × 2130

Полуавтоматы токарные многошпиндельные горизонтальные патронные

1Б240П-6	120	105	24	80 – 1120	–	–	18,5	11,5	4500 × 1750
1Б266П-8К	120	150	21	97 – 814	–	–	30,0	14,0	4675 × 1825
1Б265П-6К	160	150	24	78 – 805	–	–	30,0	14,0	4675 × 1825
1Б290П-8К	160	200	24	48 – 806	–	–	30,0	18,4	4325 × 2114
1Б290П-6К	200	200	24	42 – 617	–	–	30,0	18,4	4325 × 2011

ПОЛУАВТОМАТЫ ТОКАРНЫЕ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ

1К282	250	–	28	42 – 628	0,041 – 3,44	–	55,0	19,0	3070 × 2945
1283	400	–	28	28 – 410	0,094 – 3,85	–	100,0	20,5	3250 × 3065
1Б284	360	200	22	20 – 224	0,08 – 5,0	–	22	15,0	3285 × 2987

Токарно-револьверные станки

1Е316П	18	100	14	100 – 400	0,03 – 0,18	–	3,0	1,26	4020 × 920
1Е316ПЦ	18		14	100 – 400	–	–	3,0	1,64	4000 × 1290
1Г340ПЦ	40		12	45 – 2000	–	–	6,2	3,45	2900 × 1150
1А425	250	175		50 – 1250	–	–	7,5	4,8	2570 × 1650

Станки токарно-винторезные и токарные

16У04П	200	500	–	70 – 3500	–	–	1,1	0,52	1380 × 730
16Б05А	250	500	–	25 – 2500	–	–	1,5	1,24	1530 × 910
1М61	320	710	24	12,5 – 1600	0,08 – 1,9	–	4,0	1,26	2055 × 1095
16К20	400	710	23	12,5 – 1600	0,05 – 2,8	42	10	2,84	2055 × 1095
16К20	400	1000	23	12,5 – 1600	0,05 – 2,8	42	10	3,0	2795 × 1190
16К20	400	1400	23	12,5 – 1600	0,05 – 2,8	42	10	3,23	3195 × 1190
16К20	400	2000	23	12,5 – 1600	0,05 – 2,8	42	10	3,69	3795 × 1190
1М63Б	630	2800	22	10 – 1250	0,06 – 1,0	42	15	5,6	4950 × 1780
1А64	800	2800	24	7,1 – 750	0,20 – 3,05	32	18,5	11,4	5825 × 2000

Полуавтоматы токарные многолезцовые копировальные

1716Ц	400	750	–	100 – 2000	6,2 – 1250	–	18,5	5,7	3250 × 1480
КМ144	500	1000	–	80 – 800	15 – 500	–	45,0	10,6	5250 × 1575
КМ205	580	360	–	80 – 800	0,015 – 0,8	–	30,0	6,0	2500 × 1405
1Б732	320	1000	–	56 – 900	20 – 350	–	37,0	13,2	3590 × 2390
1Н713	500	500	–	63 – 1250	25 – 400	–	18,5	4,4	2450 × 1290

СТАНКИ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЕ

2Г125	25	200	–	63 – 2000	0,1 – 1,6	9	2,2	0,78	730 × 910
2Н135Б	35	500	12	31,5 – 1400	0,1 – 1,6	9	4,0	3,5	1700 × 1030
2Н150	50	300	12	22,4 – 1000	0,05 – 2,24	12	7,5	1,87	2930 × 890
2Г175Б	75	500	–	56 – 710	0,05 – 2,24	12	11,0	3,6	1700 × 1030

2Г175М	85	500	12	22 – 1000	0,05 – 2,24	12	11,0	5,0	1800 × 1100
<i>Станки центральные и фрезерно-центральные</i>									
2А931	125	70 – 500	–	500 – 2000	0,01-0,16	–	4,4	2,39	2000 × 1050
2982	25 – 80	250 – 1000	–	–	–	–	26,81	8,6	4000 × 4150
<i>Станки круглошлифовальные</i>									
3У132	280	1000	–	40 – 400	0,05 – 5,0	–	5,5	6,5	5500 × 2585
3М131	280	700	–	1590	0,05 – 5,0	–	7,5	6,8	5500 × 2585
3У142	420	1000	–	30 – 300	0,05 – 5,0	–	7,5	7,5	6310 × 2585
3У144	400	2000	–	30 – 300	0,05 – 4,5	–	7,5	10,0	6920 × 2585
3М151	200	700	–	50 – 500	0,05 – 5,0	–	10,0	5,6	4975 × 2241
3М152	200	1000	–	50 – 500	0,05 – 5,0	–	10,0	6,1	4975 × 2337
3М173	400	1400	–	1270	0,05 – 5,0	–	18,5	11,8	5800 × 2840
<i>Станки бесцентрово-шлифовальный</i>									
3М182	0,8 – 75	170		17 – 150	–	–	7,5	3,47	2230 × 1455
3М184	3 – 80	250		11 – 150	–	–	10,0	6,85	2945 × 1885
3М185	8 – 160	320		15 – 100	–	–	22,0	9,29	3250 × 2550
<i>Станки внутришлифовальные</i>									
3К225В	3 – 25	50		280 – 2000	1 – 7	–	0,76	2,8	2225 × 1775
3К227В	20 – 100	125		60 – 1200	1 – 7	–	4,0	4,3	2815 × 1900
3К228В	50 – 200	200		100 – 600	–	–	5,5	6,6	3970 × 2200
3К229В	100 – 400	320		40 – 240	–	–	7,5	8,6	4570 × 2530
<i>Станки плоскошлифовальные с прямоугольным столом</i>									
3Д722	1250 × 320 × × 400*	–	–	1460	300 – 1260	–	15,0	8,7	4010 × 2130
3Д725	2000 × 630 × × 630*	–	–	1500	3 – 30	–	30,0	15,45	5750 × 2860
3Д732	800 × 320 × × 400*	–	–	1460	300 – 1220	–	22,0	8,2	4010 × 2130
<i>Станки круглошлифовальные с плоским столом</i>									
3Е756	800	450		1000	5 – 30	–	55,0	10,1	2800 × 2500
3П772-2	1000	250		025 – 1,4			30,0	14,8	5325 × 4400
<i>Станки шлицешлифовальные</i>									
3451	11 – 25	550	–	2880, 4500, 6300	1 – 22	–	3,0	3,9	2600 × 1515
3451Б	11 – 125	850	–	6300	1 – 22	–	3,0	4,63	3450 × 1515
3451В	11 – 125	1250	–	2880, 4550, 6300	1 – 22	–	3,0	6,2	4450 × 1515
3451Г	11 – 125	1850	–	6300	1 – 22	–	3,0	6,8	5250 × 1515
3П451	11 – 125	380	–	6300	1 – 22	–	3,0	4,1	2600 × 1515
<i>Резьбошлифовальные станки</i>									
5К821В	2 – 95	270	–	0,3 – 55	–	–	3,0	4,85	1795 × 1910
5К822В	3 – 150	375	–	0,3 – 55	–	–	3,0	5,35	22 × 2038
5К823В	30 – 320	950	–	0,11 – 33	–	–	5,5	8,7	3780 × 2510
<i>Станки зубофрезерные для цилиндрических колес</i>									
5304П	80, $m = 1,5$	–	–	200 – 1250	0,1 – 1,6	–	1,5	2,48	1215 × 1195
5К301П	125, $m = 2,5$	–	–	100 – 500	0,35 – 45	–	2,2	1,84	1320 × 1120
53А30	320, $m = 6,0$	–	–	50 – 400	0,63 – 7	–	4,2	6,8	2300 × 1500
53А50	500, $m = 8,0$	–	–	40 – 405	0,75 – 7,5	–	12,5	9,85	2670 × 1810
53А80	800, $m = 10,0$	–	–	40 – 405	0,75 – 7,5	–	12,5	10,8	2897 × 1810
5К328А	800, $m = 12,0$	–	–	32 – 200	0,5 – 5,6	–	10,0	13,98	3580 × 1790
5А342П	1200, $m = 20$	–	–	8 – 100	0,3 – 15	–	13,0	31,8	6910 × 2990
<i>Станки зубодолбежные без цилиндрических колес</i>									
5111	80, $m = 1$	20	–	250 – 1600	0,25 – 0,16	–	1,1	1,77	1635 × 1090
5122	200, $m = 5$	50	–	200 – 850	0,16 – 1,60	–	2,8	4,4	2000 × 1450
5М150	800, $m = 12$	160	–	33 – 188	–	–	5,7	10,8	4210 × 1800
5М161	1250, $m = 12$	160	–	33 – 212	–	–	5,7	10,9	4385 × 1860
<i>Станки шлицефрезерные</i>									
5350А	150, $m = 6$	925	–	80 – 250	0,63 – 5	–	6,5	4,1	2585 × 1550
5350В	150, $m = 6$	1425	–	80 – 250	0,63 – 5	–	7,0	4,1	3095 × 1550
<i>Станки зуборезные для прямозубых конических колес</i>									
5Т23В	125, $m = 1,5$	12	–	210 – 660	–	–	1,1	3,0	1620 × 1050

5236П	125, m = 2,5	20	–	–	–	–	1,1	3,0	1620 × 1050
5С276П	500, m = 10	80	–	42 – 400	–	–	4,0	9,0	2940 × 2090
5С286	800, m = 16	125	–	34 – 167	–	–	7,5	15,5	3235 × 2180
5Е283	1600, m = 30	270	–	17 – 127	–	–	7,5	19,12	3725 × 2780
<i>Станки горизонтально-фрезерные консольные</i>									
6Р81Г	250 × 1000*	50 – 410		50 – 1600	35 – 1020	–	5,5	2,36	1480 × 1990
6Р82Г	320 × 1250*	30 – 450	18	31,5 – 1600	25 – 1250	18	7,5	3,12	2305 × 1950
6Р83Г	400 × 1600*	30 – 450	18	31,5 – 1600	25 – 1250	18	11,0	4,2	2560 × 2260
<i>Станки вертикально-фрезерные консольные</i>									
6Р11	250 × 1000*	50 – 410		50 – 1600	35 – 1020	–	5,5	2,36	1480 × 1990
6Р12	320 × 1250*	50 – 450	18	31,5 – 1600	25 – 1250	18	7,5	3,12	2305 × 1950
6Р13	400 × 1600*	80 – 500	18	31,5 – 1600	25 – 1250	18	11,0	4,2	2560 × 2260
<i>Станки горизонтально-протяжные</i>									
7Б55	100000 Н	1250	–	0,025 – 019	–	–	17,0	5,1	6340 × 2090
7Б57	400000 Н	2000		0,016 – 0,10	–	–	40,0	13,0	9400 × 2500
<i>Станки протяжные вертикальные</i>									
7Б64	50000 Н	1000	–	0,025 – 0,19	–	–	11,0	5,0	2875 × 1350
7Б65	100000 Н	1250	–	0,025 – 0,19	–	–	22,0	8,2	3292 × 1333
7Б66	200000 Н	1250	–	0,025 – 0,19	–	–	30,0	11,0	3860 × 1392
<i>Станки с числовым программным управлением</i>									
<i>Токарные</i>									
16Б16Ф3-05	320	750	–	40 – 2000	1 – 1200	–	7,1	3,0	3385 × 3260
16К20Т1-01	500	1000	22	12,5 – 2000	0,0 – 2,8	–	11,0	4,1	3700 × 1700
16К20Ф3С5	500	1000	23	12,5 – 2000	3 – 1200	–	11,0	5,2	3360 × 1710
16К30Ф3	630	1400	–	6,3 – 1250	0,010	–	22,0	7,4	4300 × 2200
<i>Вертикально-сверлильные</i>									
2Р135Ф2-1	35, М24	360	–	45 – 2000	10 – 500	–	3,7	4,7	1860 × 2170
<i>Круглошлифовальные и плоскошлифовальные</i>									
3М151Ф2	200	700	–	50 – 500	0,04 – 1,2	–	10,0	6,5	5400 × 2400
3Е711Ф1	630 × 200 × × 320*			0,03 – 0,58	–	–	5,5	3,65	2965 × 1980
<i>Вертикально-фрезерные консольные</i>									
6Р11Ф3-1	250 × 1000	50 – 400	–	80 – 2500	0,1 – 4800	–	5,5	3,9	2265 × 2230
3Р13Ф3-01	400 – 1600	70 – 450	–	40 – 2000	10 – 2000	–	7,5	5,6	3620 × 3200
<i>Многооперационные станки</i>									
<i>Вертикально-сверлильно-фрезерно-расточной полуавтомат</i>									
243ВМФ2	25 сверл. 160 раст. Магазин 30 инстр.	–	21	40 – 2500	3,15 – 2500	30	2,2	–	1590 × 1640
<i>Горизонтальный фрезерно-сверлильно-расточной полуавтомат</i>									
6904ВМФ2	400 × 500 Магазин 30 инстр.		19	32 – 2000	3,15 – 2500	31	4,5	–	2650 × 1950
<i>Горизонтальный многооперационный полуавтомат</i>									
6305Ф4	12 × 500		21	16 – 1600	10 – 2500	–	7,8	–	3900 × 2650

* Размеры стола станка, мм.


23. Кодовое обозначение категорий станков


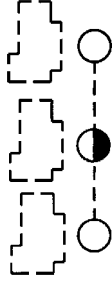




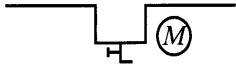
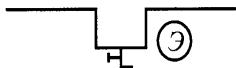

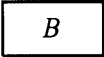
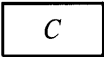
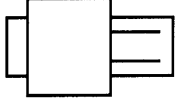

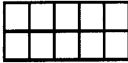



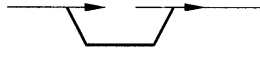



Категории металлорежущих станков	Код
Специализированные станки	11
Специальные станки	12
Крупные станки массой более 10 т	21
Тяжелые станки массой 30...100 т	22
Уникальные станки массой более 100 т	23

Базовая модель из унифицированной гаммы	31
Унифицированная модель, не входящая в гамму	32
Полуавтоматы всех технологических групп	41
Автоматы всех технологических групп	42
Станки, приспособленные для встраивания в автоматические линии	43
Станки, приспособленные для работы с роботами	44
Станки, приспособленные для оснащения автоматическими загрузочными устройствами	45
Станки с программным управлением, приспособленные для встраивания в автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ	46
Станки, оснащенные резьбонарезным приспособлением	47
Станки с гидросуппортом	48
Станки повышенной точности	51
Станки высокой точности	52
Станки особо высокой точности	53
Станки особо точные	54
Станки с цифровой индикацией	55
Станки с цикловыми СУ	57
Станки с револьверной инструментальной головкой	58
Станки с функциональной системой ПУ	61
Станки с оперативной системой ПУ	62
Станки с продуктивными системами ПУ	63
Многоцелевые станки с продуктивными системами ПУ	64
Станки с универсальными системами ПУ	65
Многоцелевые станки с универсальными системами ПУ	66
Станки с целевыми системами ПУ	67
Автоматические линии механообработки из агрегатных станков с функциональными системами управлений (ФСУ)	81
Автоматические линии механообработки из специальных станков с функциональными системами управлений (ФСУ)	82
Автоматизированные линии для сборки узлов машин	83
Автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ	84
Автоматические манипуляторы (промышленные роботы)	85

4. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАНИРОВКИ

24. Условное обозначение элементов подъемно-транспортного и технологического оборудования

Наименование	Условное обозначение (в плане)
Точка подвода холодной воды	
Точка слива воды	
Точка подвода сжатого воздуха 0,6 МПа	
Точка подвода сжатого воздуха 0,4 МПа	
Точка подвода эмульсии	
Точка подвода масла	
Пожарный кран	
Паропожаротушение	
Место рабочего у станка	

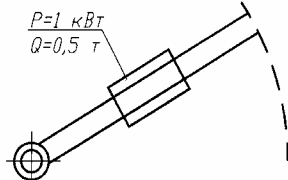
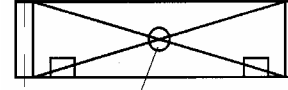
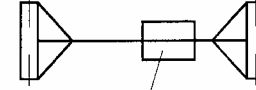
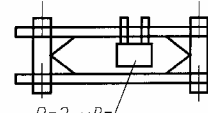
Место рабочего при обслуживании двух станков	
Место рабочего при многостаночном обслуживании	
Ток постоянный	
Фонтанчик питьевой	
Точка подвода пара	
Вытяжная вентиляция	
Маслопровод	
Эмульсопровод	
Шинопровод закрытый на подвесках	
Верстак	
Стеллаж	
Шкаф моечный	
Машина моечная	
Щит распределения	
Колодец	
Опрокидыватель	
Ток переменный	
Конвейер подвесной толкающий	
Конвейер подвесной	
Спуск и подъем подвесного конвейера (цифры показывают расстояние от уровня пола в метрах)	
Монорельс (подвесной рельсовый путь)	

Таль электрическая на монорельсе	
Таль ручная на монорельсе	
Путь подкрановый	
Мостовой кран пятитонный	
Конвейер напольный	
Рольганг однорядный	
Рольганг двухрядный	
Подъемник пневматический напольный с сетчатым ограждением	
Станция приводная	
Канал подпольный	

**25. Условное обозначение строительных элементов
подъемно-транспортного и технологического оборудования**

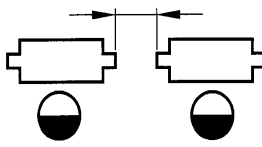
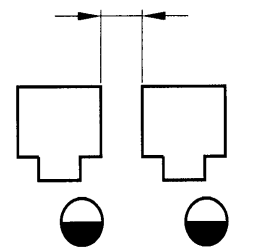
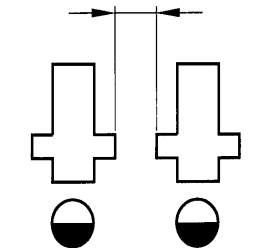
Наименование	Условное обозначение (в плане)
Капитальная стена	
Сплошная перегородка	
Легкая перегородка	
Стеклянная перегородка	
Перегородка из стеклоблоков	
Сетчатая перегородка	
Барьер	
Проем в перегородке или стене	
Окно в стене	
Железобетонные и металлические колонны	
Граница цеха, отделения, участка (не огороженная)	
Проезды и проходы (не огороженные)	
Место складирования заготовок и деталей (не огороженное)	
Контрольный пункт	

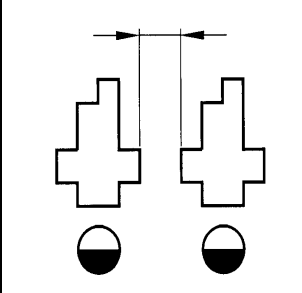
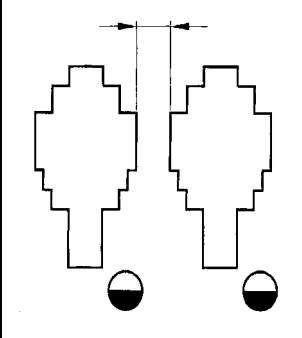
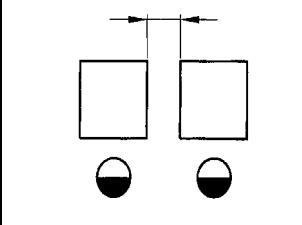
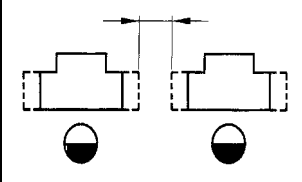
Место мастера (не огороженное)	
Электрошкаф	
Пульт управления	
Технологическое оборудование	
Автоматическая линия	
Двухпольные ворота (двери)	
Подъемные ворота (двери)	
Откатные двухпольные ворота (двери)	
Канал для транспортировки стружки	
Склиз, скат	
Ленточный конвейер	
Роликовый неприводной конвейер	
Роликовый приводной конвейер	
Пластинчатый конвейер	
Винтовой шнековый конвейер	
Монорельс с талью	
Электроинструмент на монорельсе	
Подвесной цепной конвейер	

Консольный поворотный с электроталью	 <p>$P=1 \text{ кВт}$ $Q=0,5 \text{ т}$</p>
Мостовой кран	 <p>$P=7 \text{ кВт}$ $Q=10 \text{ т}$</p>
Одноблочный опорный кран с электроталью	 <p>$P=5 \text{ кВт}$ $Q=5 \text{ т}$</p>
Подвесной однопролетный кран-штабелер	 <p>$P=3 \text{ кВт}$ $Q=0,75 \text{ т}$</p>

Примечание. Изображение в плане мостовых и подвесных кранов разрешается выполнять штриховыми линиями.

26. Нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий

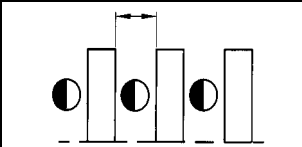
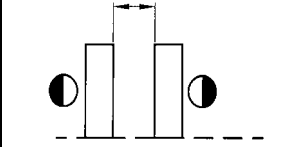
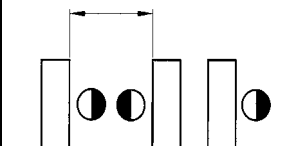
Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мелкие станки	средние станки	крупные станки
Токарные, револьверные (патронные)		700	900	1800
Вертикальные многошпиндельные, карусельные, вертикально-протяжные		—	1000	1800
Вертикально-сверлильные, фрезерные		700	900	1500

Поперечно-строгальные		700	900	—
Продольно-фрезерные, продольно-строгальные		—	1000	1800
Зуборезные		700	900	1500
Шлифовальные		700	900	1500

Пр и м е ч а н и я : 1. При разных размерах стоящих рядом станков расстояние между ними принимается по большему из этих станков.

2. При установке станков на индивидуальные фундаменты расстояние между станком принимается с учетом конфигурации фундаментов станков.

3. Нормы расстояний не учитывают площадок (стеллажей) для хранения крупных заготовок, тары для транспортировки, местных подъемных устройств, конвейеров и оргнастки, размеры которых следует учитывать в каждом конкретном случае дополнительно.

В "затылок"		1300	1500	2000
Тыльными сторонами		700	800	1300
Станок обслуживается одним рабочим		2000	2500	2800

Два станка обслуживаются одним рабочим		1300	1500	—
Шахматное расположение		700	800	1200
Под углом 15...20°		1300	1500	1800

Примечание. Расстояние указано от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений.

Тыльной стороной		700	800	1000
Боковой стороной		700	800	1000
Фронтom		1300	1500	1800

Примечания:

1. При обслуживании станков мостовыми кранами расстояние от стен и колон принимается с учетом возможности обслуживания станков при крайнем положении крюка крана.

2. Расстояния указаны от наружных габаритов станков, включающих крайнее положение движущих частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений.

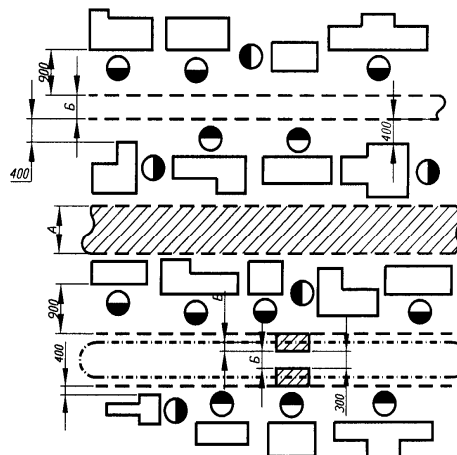
**27. Нормы ширины проездов и расстояний между рядами станков, мм,
для различных транспортных средств**

Местонахождение проезда и характер движения	Эскиз	Склизы, лотки, скаты, тали на монорельсе				Краны мостовые и кран-балки				Электротележки (электрокары), автопогрузчики							
		габаритные размеры заготовок или тары с заготовками, мм															
		<800		<1500		<800		<1500		<3000		<800		<1500		<1800	
		А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Между тыльными (задними) сторонами станков: одностороннее двустороннее		-	-	-	-	2000	2500	2500	3000	3500	4000	2000	2500	2500	3000	3000	3500
Между боковыми сторонами станков: одностороннее двустороннее		-	-	-	-	2000	2500	2500	3000	3500	4000	2000	2500	2500	3000	3000	3500
Одностороннее между рядом станков, расположенных тыльной стороной, и рядом станков, расположенных к проезду фронтом		1200	2500	2000	3300	2000	3300	2500	3800	3500	4800	2000	3300	2500	3800	3000	4300
Одностороннее между станками, расположенными по фронту		1200	3200	2000	4000	2000	4000	2500	4000	3500	5500	2000	4000	2500	4500	3000	5000

28. Нормы расстояний между поточными линиями станков (рабочих мест) с механизированным транспортом

Виды транспортных средств	Схемы поточных линий
Напольный конвейер (пластинчатый, ленточный, роликовый и др.)	<p>Схемы поточных линий с напольным конвейером. На рисунке показаны различные варианты размещения станков и конвейера. Размеры: высота станка 800 мм, ширина конвейера 600 мм, расстояние между конвейерами 400 мм, ширина проезда А, ширина станка Б, расстояние между станками В.</p>

Подвесной конвейер или таль на монорельсе



Примечание. А – ширина проезда; Б – ширина конвейера или наибольшая длина заготовки (подвески), перемещается подвесным конвейером или талью на монорельсе (принимается в соответствии с габаритами обрабатываемых заготовок); В – расстояние между транспортными устройствами (в зависимости от конструкции этих устройств, но не менее 100 мм).

29. Нормы расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами

Виды транспортных средств	Схемы конвейерных линий
<p>Конвейер шагающий возвратно-поступательного движения</p>	
<p>Конвейер вертикально-замкнутый</p>	
<p>Конвейер горизонтально-замкнутый</p>	

Примечание. А – ширина проезда; Б – ширина конвейера; В – ширина собираемых изделий (или лотков для изделий).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования работ: выпуски на все виды резания. – М. : Машиностроение, 1974. – 354 с.
2. Справочник нормировщика-машиностроителя. – М. : Машиностроение, 1974. – Т. 2. – 416 с.
3. Режимы резания металлов : справочник / под ред. Ю.В. Барановского. – М. : Машиностроение, 1972. – 509 с.
4. Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М. : Машиностроение, 1989. – 288 с.
5. Балабанов, А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя / А.Н. Балабанов. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 464 с.
6. Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах : учеб. пособие / Н.А. Нефедов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1986. – 239 с.
7. Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения» : учеб. пособие / И.С. Добрыднев. – М. : Машиностроение, 1985. – 184 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 656 с. – Т. 2. – 496 с.
9. Стандарт предприятия. Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления. СТП ТГТУ 07–97. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 40 с.
10. Технология машиностроения : в 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др. ; под ред. А.М. Дальского. – 2-е изд., стереотип. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 564 с.
11. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. ; под общ. ред. А.А. Панова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2004. – 784 с.
12. Ванин, В.А. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / В.А. Ванин, А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 84 с.
13. Технология машиностроения : метод. указ. / сост. : В.И. Муратов, А.Н. Преображенский, Б.Н. Хватов. – Тамбов : ТИХМ, 1986. – 32 с.
14. Технологические наладки изготовления деталей и сборки в машиностроении : учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, В.В. Морозов, В.Н. Жариков и др. – М. : МГТУ «СТАНКИН», Янус – К, 2003. – 280 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ВЫБОР ЗАГОТОВОК, ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

В производственных условиях технологи заготовительного и механического цехов могут встретиться с ситуацией, когда выбор заготовки predetermined, т.е. метод изготовления заготовки определенного вида производства задан конструктором, а технолог лишь уточняет его.

Вторая ситуация, когда выбор заготовки конструктор оставляет за технологом.

Первая ситуация характерна для массового, крупносерийного и серийного производств, вторая – для единичного, мелкосерийного и серийного.

Первый вариант является результатом длительного совместного труда конструктора с технологами механического и заготовительного цехов, основанный на опыте работы детали в процессе эксплуатации машины с учетом ее доработок и доводок. Это характерно для большинства ответственных деталей, определяющих работоспособность машин, например деталей блоков цилиндров и гильз, коленчатых и распределительных валов, торсионов, шатунов, поршневых колец, лопаток и дисков турбин, вкладышей и др. Известно, что исходной заготовкой блока, цилиндра из серого чугуна автомобильного двигателя в массовом производстве является отливка в землю при машинной формовке, для блока цилиндров из алюминиевого сплава – отливка, изготовленная литьем под давлением или в кокиль; заготовками для гильз цилиндров в массовом производстве служат отливки, выполненные методом центробежного литья. В последнее время применяют метод центробежного литья в облицованный кокиль (заготовки для двигателя КАМАЗа). Преимущества центробежного литья и литья в кокиль позволяют при этом свести минимальный припуск на механическую обработку самой ответственной поверхности гильзы диаметром $120^{+0,03}$ – «зеркала цилиндров» – до $t_{i \min} = 3,5 \dots 5,5$ мм (рис. 12, а).

Следует отметить, что выбор конструктором метода изготовления заготовки для ответственных деталей часто носит дифференцированный характер.

Так, выпускной клапан двигателя (рис. 12, б), работающий в теплонапряженных условиях, изготавливают из жаропрочных и жаростойких аустенитных сталей 12X18H9T, 45X14H14B2M 45X22H4M3 и других труднодеформируемых сталей. Для повышения износостойкости детали на рабочие фаски тарели наплавляют твердые сплавы типа стеллитов, вольфрамкобальтовый сплав ВЗК или нихром Х20Н80, что значительно усложняет процесс изготовления заготовки.

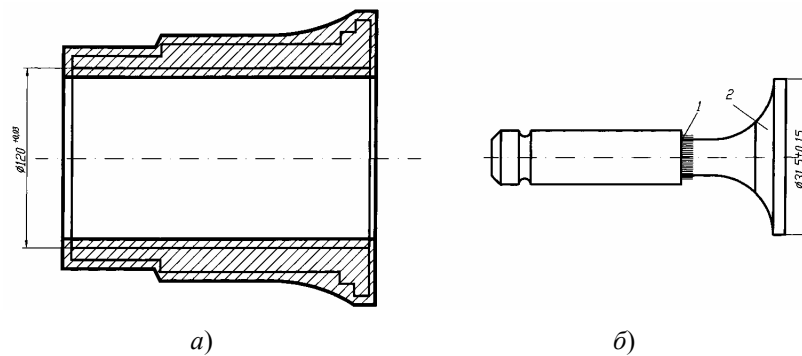


Рис. 12. Заготовки для гильзы цилиндра (а) и для клапана сварной конструкции (б):
1 – место сварки; 2 – место наплавки стеллита

Это приводит к тому, что в ТП изготовления заготовок клапанов также применяют разные методы или комплексы методов: метод многопереходной высадки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ), который не всегда устраивает конструкторов и технологов качеством поверхностного слоя основной поверхности – фаски тарели (рис. 12, б); метод горячего или холодного выдавливания на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП), превосходящий по качеству предыдущий. В последнее время применяют комбинированный метод изготовления исходных заготовок клапанов с использованием сварки трением или более качественной контактно-стыковой сварки оплавлением. Метод заключается в том, что стебель клапана изготавливают резкой холоднотянутого калиброванного проката и стали 40Х или аналогичной. Головку клапана формоизменяют в штампах для выдавливания с точностью размеров по 12-му качеству. Далее выполняют подборку узла головка–стебель, осуществляют сварку по стыку. Коэффициент использования составляет 0,8...0,9; метод позволяет экономить дорогую сталь (стоимость жаростойкой стали почти в 10 раз выше, чем стали 40Х).

Впускные клапаны изготавливают из сталей 45ХН, 50ХН, 40Х10С2М (силхром) и других цельными (методом горячего или холодного выдавливания).

Из рассмотренного примера видно, как условия работы деталей, их материал, технические требования влияют на структуру и содержание процесса, выбор методов и оборудования.

Объем выпуска определяет применение в ТП прогрессивных методов изготовления заготовок. Например, в массовом производстве шатунов (материал – стали 40Х, 45, 18ХНМ, 40ХНМА) наряду с жесткими техническими требованиями предъявляются особые требования по прочности, которые в значительной степени определяются процессом изготовления заготовки. Обеспечить их можно включением в ТП операции штамповки на молоте или прессе. Однако массовость выпуска требует применения скоростных процессов, таких как заготовительное вальцевание на ковочных вальцах с последующим формоизменением заготовки на КГШП и чеканкой для повышения точности. Обжатие на ковочных вальцах длится 3...4 с, штамповка на прессе производительнее штамповки на молоте в 4 раза (однако стоимость пресса, как правило, выше стоимости молота). Процесс обеспечивает заготовке предпочтительное расположение волокон материала, макроструктуру, точность размеров с допуском $\pm 0,25$ мм при объемной чеканке и $\pm 0,05$ мм при плоскостной, шероховатость поверхности $Ra = 2,5...1,25$ мкм, коэффициент использования металла до 0,7...0,75.

Часто для деталей массового производства разрабатывают новые процессы и специальные методы изготовления заготовок. И в последнем случае, учитывая, что серийным производством выпускается 75...80 % машиностроительной продукции, выбор ТП изготовления заготовок является задачей технико-экономической, определяющей эффективность производства. В этих условиях заготовку часто выбирает технолог.

Имея чертеж исходной заготовки, чертеж детали с указанием ее конфигурации, размеров, материала, технических условий, данные по объему выпуска, нормативные материалы, заготовку выбирают в следующей последовательности: процесс, метод, оборудование. Основой процесса является принятый метод изготовления заготовки. Структура процесса, его содержание определяются степенью сложности изготавливаемой заготовки и, соответственно, требует применения одного или нескольких методов для его выполнения.

В первую очередь рассматривают технологические возможности материала, приведенные конструктором на чертеже детали, влияние степени его легирования на обрабатываемость.

Если материал детали обладает литейными свойствами и в то же время хорошо обрабатывается давлением, то выбор процесса и метода изготовления заготовки связывают с обеспечением и данного качества детали, т.е. с техническим условием на изготовление.

В результате анализа исключают многие процессы и методы, устанавливают степень технического совершенства принятых решений, выбирают возможные варианты, уточняют их.

Для полной оценки вариантов, если располагают материалами, выполняют технико-экономический анализ, критерием которого является себестоимость. Варианты сравнивают по изменяющимся статьям затрат: стоимости материала, инструмента, технологической оснастки (штампы, пресс-формы, формы, модели и т.д.), оборудования; заработной плате; электроэнергии. Учитывают и другие статьи затрат, если они приводят к значительному изменению варианта.

Как видно, подобный расчет требует большого количества нормативных, справочных и фактических данных, поэтому затруднителен для выполнения. На практике для ориентировочных расчетов по экономике используют статистические материалы, приложения, номограммы, графические зависимости и т.п.

Так, в серийном производстве вал из стали 45 можно изготовить горячей объемной штамповкой или из горячекатаного проката диаметром 90 мм (рис. 13, а – в). Для принятия решения воспользуемся данными, приведенными в табл. 29.

Расход проката на одну заготовку составляет 30 кг. Следовательно, ее стоимость будет $\frac{95000}{1000} \cdot 30 = 2850$ у.е. Стоимость одной штамповки массой 25 кг равна

$$\frac{255000}{1000} \cdot 25 = 6375 \text{ у.е.}$$

Таким образом, в рассматриваемом случае целесообразно использовать горячекатаную заготовку.

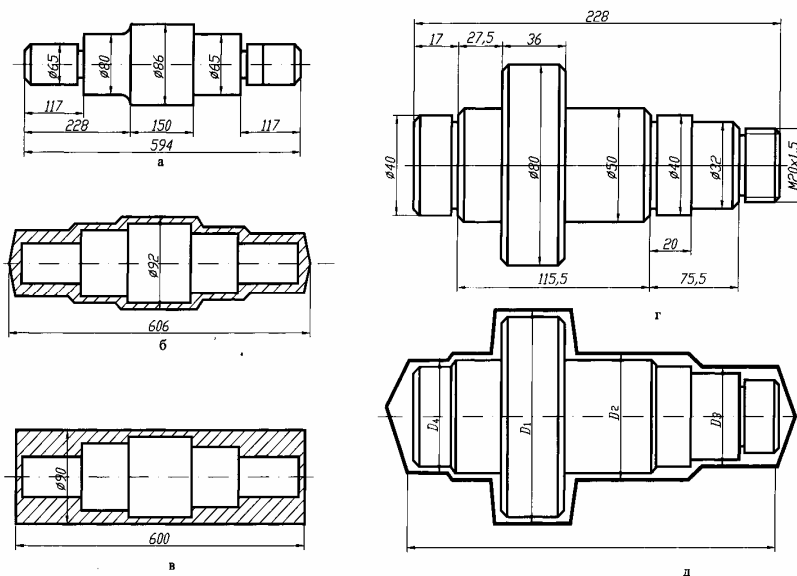


Рис. 13. Вал ступенчатый:
а, г – готовая деталь; *б* – штампованная заготовка;
в – заготовка из горячекатаного проката; *д* – заготовка, полученная ковкой

30. Средняя стоимость 1 т материала в условных денежных единицах (у.е.)

Заготовки	Сталь			Цветные металлы и сплавы			
	Сталь 45	45ХНМ	95Х18	Алюминий	Бронза	Латунь	Медь
Отливки:							
в песчаные формы	400	4	2000	1700	1300	–	–
в оболочковые формы	1300	–	–	–	–	1000	–
по выплавляемым моделям	3000	–	–	–	–	–	–
Горячештамповочные	255	400	1250	–	1250	–	–
Холодноштамповочные	430	700	2650	–	–	1500	1540
Сортовой горячекатаный прокат:							
мелкий до 19 мм	110	288	300	800	–	800	–
средний 20-1 К) мм	95	250	1200	600	–	700	900
крупный 120...150 мм	67	165	955	500	850	600	850

Примечание. В условиях инфляции среднюю стоимость необходимо корректировать введением коэффициента.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Литье

Изготовление заготовок методами литья характеризуют данные, приведенные в табл. 31.

Метод литья в песчано-глинистые формы применяют для всех литейных сплавов, типов производств, заготовок любых масс, конфигураций и габаритов. В общем объеме производства отливок литьем в песчано-глинистые формы получают 80 % всех отливок и лишь 20 % отливок производят специальными методами литья. Он отличается технологической универсальностью и дешевизной.

31. Характеристика литых заготовок

Метод получения заготовок	Масса, т	Толщина стенки заготовки, мм, не менее			Форма	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Материал	Тип производства
		из чугуна	из стали	из цветных металлов					
<i>Литье в разовые формы</i>									
Литье в песчаную смесь: при ручной формовке по деревянным моделям или шаблонам*, в опоках, в почве	До 200	3...5	5...8	3...8	Простая и сложная	15...17	20...80	Чугун, сталь, сплавы цветных металлов	Единичное и мелкосерийное
при машинной формовке по деревянным и металлическим моделям	До 10	3...5	5...8	3...8	То же	14...17	5...20	То же	Серийное
при машинной формовке по металлическим моделям со спорком стержней в кондукторах	До 3-5	3...5	5...8	3...8	Простая и сложная	15	5...20	Чугун, сталь, сплавы цветных металлов	Крупносерийное и массовое
Литье в оболочковые формы:									
песчано-смоляные	До 0,15	–	3...5	–	То же	14	10...25	Чугун, сталь, цветные металлы	Серийное и массовое
химически твердеющие									
тонкостенные (10...20 мм)	До 0,2	–	–	–	Сложная	14	2,5...10	То же	Серийное
толстостенные (50...150 мм)	До 40	–	–	–	–	14		2,5...10	"
жидкостекольные	До 0,1	–	–	–	Средней сложности	14	2,5...10	Углеродистые, коррозионно-стойкие стали	"
Литье в цементные, графитовые, асбестовые	0,03...30	3...5	5...8	3...8	Сложная	12...14	20...80	Чугун, сталь, сплавы цветных металлов	"
Литье по выплавляемым моделям	До 0,15	0,5	0,5	0,5	Сложная	12...15	2,5...20	Высоколегированные труднообрабатываемые стали	Серийное и массовое
Литье по растворимым моделям	До 0,15	–	–	–	"	11...12	2,5...10	Титан, жаропрочные стали	Серийное

Литье по газифицируемым моделям	До 15	–	6...8	–	"	11...12	2,5...10	Любые сплавы	Единичное и серийное
---------------------------------	-------	---	-------	---	---	---------	----------	--------------	----------------------

Литье в многократные формы

Литье в кокиль	0,5...7	5	10	3	Зависит от конструкции кокиля	12...15	2,5...40	Сталь, чугун, сплавы цветных металлов	Серийное и массовое
Литье под давлением	До 0,1	–	–	1	Зависит от конструкции пресс-формы	12...14	0,63...30	Сплавы цветных металлов	Крупносерийное и массовое
Центробежное литье	0,01...1,0	5...8	5...8	5...8	Тела вращения	14	10...40	Чугун, сталь, сплавы цветных металлов	Серийное и массовое
Штамповка: жидких сплавов	До 0,30	0,5	0,5	0,5	Сложная	12	3,2...12,5	Сплавы цветных металлов	То же
с кристаллизацией под поршневым давлением	До 0,01	0,5...1	0,5...1	0,5...1	Сложная	12	10...20	Чугун, сплавы цветных металлов	Серийное и массовое
Литье под низким давлением	До 0,030	2	2	2	–	12	10...40	Сплавы цветных металлов	Серийное и крупносерийное

* Масса таких заготовок не ограничена.

** Стойкость форм – несколько десятков отливок.

Изменяя способы формовки, материалы моделей и составы формовочных смесей, заготовки изготавливают с заданной точностью и качеством поверхностного слоя. Метод отличается большим грузопотоком формовочных и вспомогательных материалов, для него характерны большие припуски на механическую обработку, в стружку уходит 15...25 % металла от массы заготовки.

Литьем в оболочковые формы получают заготовки сложной конфигурации: коленчатые и кулачковые валы, ребристые цилиндры, крыльчатки. Часть поверхностей заготовок требует механической обработки. Ко времени затвердевания металла форма легко разрушается, не препятствуя усадке металла, остаточные напряжения в отливке незначительные. Расход формовочных материалов меньше в 10 – 20 раз, чем при в песчано-глинистые формы. В то же время работа с горячими металлическими моделями представляет определенную сложность, является дорогой.

Литье по выплавляемым моделям – метод для изготовления сложных и точных заготовок из труднодеформируемых и труднообрабатываемых сплавов с высокой температурой плавления. Он отличается самым длительным и трудоемким ТП среди всех методов литья. Экономичность метода достигается правильно выбранной номенклатурой отливок, особенно когда требования шероховатости поверхности и точности размеров могут быть обеспечены в литом состоянии и требуется механическая обработка только сопрягаемых поверхностей. Применение заготовок, полученных литьем по выплавляемым моделям, вместо штампованных, снижает расход металла до 55...75 %, трудоемкость механической обработки до 60 % и себестоимость детали на 20 процентов.

Литье в металлические формы (кокиль). Сущность процесса заключается в многократном применении металлической формы. Стойкость кокилей зависит от технологических факторов: температуры заливки металла, материала кокиля, размеров, массы и конфигурации отливки. Особенностью формирования отливок в кокиль является большая интенсивность теплообмена между отливкой и формой. Быстрое охлаждение расплава снижает жидкотекучесть, поэтому толщина стенок при литье в кокиль значительная. Для алюминиевых и магниевых сплавов она составляет 3...4 мм, для чугуна и стали 8...10 мм. Металл отливки имеет мелкозернистую структуру, его физико-механические свойства на 15...30 % выше, чем у песчаных отливок. Метод полностью устраняет пригар, увеличивает выход годных заготовок до 75...95 %. Процесс исключает трудоемкие операции формовки, сборки и выбивки форм, легче автоматизируется.

Для метода характерно наличие дефектов в отливках: деформаций, трещин, газовой пористости.

Литье под давлением обеспечивает получение заготовок, близких по форме к готовой детали, с высокой точностью и шероховатостью поверхности. Этим методом производят сложные тонкостенные отливки из цветных сплавов (алюминия, магния, цинка, меди). Сочетание в процессе литья металлической формы и давления на жидкий металл позволяет получать отливки с прочностью на 15...20 % большей, чем при литье в песчано-глинистые формы. Механической обработке подвергают только посадочные места и поверхности сопряжения.

Основными преимуществами метода являются получение отливок с толщиной стенок менее 1 мм и возможность автоматизации процесса. Метод требует применения очень дорогих пресс-форм, изготавливаемых по 6 – 8-му квалитетам.

Центробежное литье. Характерной особенностью метода является утяжеление частиц под действием центробежных сил при заливке и затвердевании. Это улучшает питание отливок, однако химическая неоднородность (ликвация) у таких заготовок выражена более ярко, чем у других. Этим методом получают заготовки типа тел вращения: втулки, гильзы цилиндров диски, грубы из чугуна, сталей, твердых сплавов и цветных металлов.

Для литья из титановых сплавов это пока единственный метод получения качественных заготовок.

Преимуществом метода является относительно высокая плотность отливок вследствие малого количества межкристаллических пустот, недостатками – сложность получения качественных отливок из ликвируемых сплавов, засорение отливок ликвидами и неметаллическими включениями, что увеличивает припуски на механическую обработку поверхностей на 25 %.

Штамповка жидкого металла – разновидность литья под давлением. Сущность метода состоит в том, что жидкий металл подается в металлическую форму, где под давлением пуансона происходит его уплотнение.

Конструкция форм аналогична закрытым штампам для горячей объемной штамповки. Формы изготавливают из стали марки ХВГ или ЗХВ8.

Метод позволяет получать тонкостенные заготовки корпусов, фланцев, тройников из цветных и черных металлов. При этом благодаря кристаллизации в условиях всестороннего сжатия устраиваются газовые и усадочные раковины. Коэффициент использования металла достигает 0,9...0,93.

Обработка давлением

Ковка является универсальным методом производства поковок на молоте или прессе. Ковкой получают заготовки для самых разнообразных деталей массой от 10 г до 350 т с припусками от 5_{-2}^{+1} до 34 ± 10 мм (ковка на молотах) и от 10 ± 3 мм до 80 ± 30 мм² (ковка на прессах). Для уменьшения расхода металла при ковке заготовок партиями 30...50 шт. применяют кольца (рис. 14, а) и подкладные штампы (рис. 14, б).

Это делает возможным сократить расход металла на 15...20 % по сравнению с ковкой на универсальном инструменте. Ковка имеет ряд преимуществ. Она позволяет получать крупногабаритные заготовки последовательным деформированием отдельных ее участков. В процессековки улучшаются физико-механические свойства материала, особенно ударная вязкость, поэтому ответственные детали машин, такие, как диски турбин, роторы, валки прокатных станов, коленчатые валы судовых двигателей, детали крупных штампов производят из поковок.

Основными операциямиковки являются: осадка, протяжка, прошивка, рубка, гибка, закручивание и др.

Параметры заготовок, полученных методами обработки давлением (ковкой, штамповкой и т.д.), представлены в табл. 31.

Горячая объемная штамповка – основной способ получения заготовок для ответственных деталей массой от 0,5 до 20...30 кг. Поковки массой в 100 кг для объемной штамповки считаются крупными. В зависимости от типа применяемого штампа различают штамповку в открытых или закрытых штампах, а также в штампах для выдавливания (рис. 15). В зависимости от применяемого оборудования штамповку подразделяют на штамповку на молотах, прессах, КГШП, ГKM, гидравлических прессах, а также на специальных машинах.

Так как штамп определяет течение металла, то подразделение штамповки по типу применяемого штампа считают основным.

При штамповке в открытых штампах исходными служат катаные и кованые заготовки (рис. 15, а). Для первых применяют многоручьевые штампы, имеющие заготовительные ручки для придания заготовке переходных форм и окончательный ручей, для вторых – штамп имеет только окончательный ручей, заготовку предварительно отковывают на другом оборудовании.

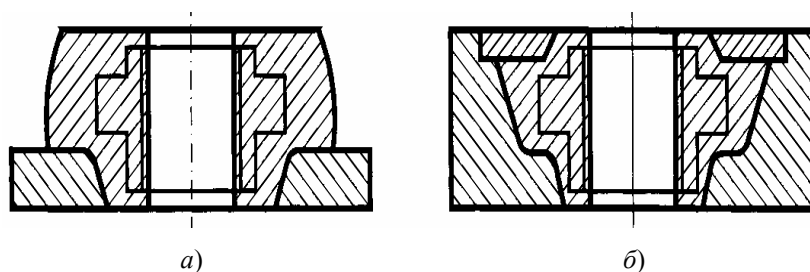


Рис. 14. Поковка, полученная ковкой с подкладным кольцом (а) и в подкладном закрытом штампе (б)

32. Характеристика заготовок, получаемых методами обработки давлением

Метод получения заготовок	Масса, т	Толщина стенки, мм	Форма заготовки	Квалитет	Шероховатость, мм	Материал	Тип производства
Ковка: на прессах и молотах	До 350	20...25	Простая, сложная	15...16	До 80	Углеродистые и легированные стали	Единичное и мелкосерийное
на молотах в подкладных штампах	$10^{-7} \dots 0,015$	30	Простая, средней сложности	15	До 40	То же	Мелкосерийное
на прессах	До 3	-	То же	15	До 40	"	"
на машинах с радиальным обжатием, горячая	До 0,5	30 ^{*1}	Гладкие и ступенчатые	8...9	20...40	Углеродистые и легированные стали, сплавы цветных металлов	Серийное, крупносерийное, массовое
то же, холодная	До 0,3	5 ^{*1}	То же	8...9	1,6...6,3	То же	То же
Штамповка: на КГША (прессах) и молотах	0,150...0,4	8	Ограничена возможность извлечения из штампа	15	40...80	Углеродистые и легированные стали	Серийное, крупносерийное, массовое
на ГКМ	До 0,015	5	Простая	14	20...80	Углеродистые и легированные стали, сплавы цветных металлов	То же
с калибровкой плоскостная	2,5...80 ^{*2}	-	-	0,05...0,1 ^{*3}	2,5...10	То же	"
то же, объемная	2,5...80 ^{*2}	-	Ограничена возможность	0,1...0,2 ^{*3}	10...20	-	-
на горячештамповочных машинах	0,005	2,5	Простая, средней сложности	15...16	До 40	То же	То же
Холодная высадка на автоматах	0,0005	1,5	Тела вращения, стержень с головкой	14...15	1,25...5	Углеродистые и легированные стали	"
Заготовительное вальцевание на ковочных вальцах	До 0,020	-	Простая (как правило, под штамповку)	16...17	20...80	То же	Массовое
Прокатка заготовок на поперечно-винтовых и специальных станах	До 0,25	-	Тела вращения	14...15	10...40	"	"
Волочение прутков через специальные профили для последующего изготовления штучных заготовок	1...25 ^{*4}	-	Фасонный профиль	12	1,25...5	"	"

*1 Приведены значения диаметра заготовки.

*2 Указана площадь калибруемой поверхности в квадратных сантиметрах.

*3 Значения, приведенные в миллиметрах.

*4 Указан диаметр заготовки в миллиметрах.

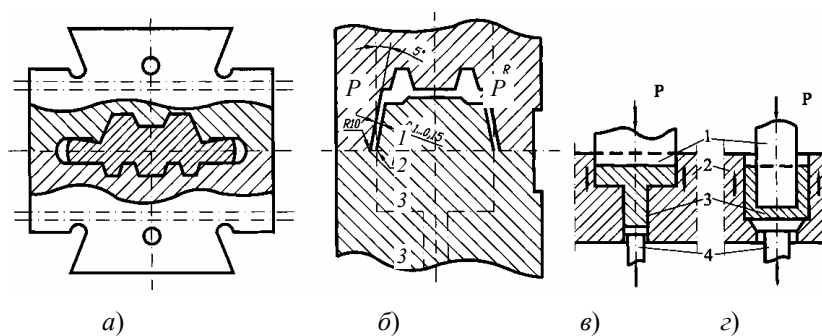


Рис. 15. Схемы молотовых штампов:

а – открытый; б – закрытый; в, г – прямого и обратного выдавливания;

1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – поковка; 4 – выталкиватель

При штамповке на молотах используют штучную заготовку, равную объему металла штампуемой заготовки с учетом отхода на угар при нагреве. Формообразование металла происходит в закрытом пространстве (рис. 15, б). Замок штампа обеспечивает смыкание половин штампа и закрывает полость при штамповке. Зазор в замке составляет 0,1...0,15 мм, и вытекающий в него заусенец очень мал. Энергия молота или усилие прессы почти целиком идут на деформирование поковки, в то время как при штамповке в открытых штампах значительная часть энергии расходуется на деформирование заусенца. Качество макроструктуры штамповок, полученных в закрытых штампах, очень высокое из-за благоприятной схемы деформации металла, особенно вблизи замка, отсутствует и расслоение металла в месте образования заусенца, как это имеет место при штамповке открытых штампах.

Сложностью штамповки в закрытых штампах является прежде всего низкая их стойкость, которая объясняется очень тяжелыми условиями работы в закрытых штампах. В процессе заполнения полости, особенно в конце удара, часть энергии расходуется на упругую деформацию поковки, соударение половин штампа и жесткое замыкание технологической системы. В результате часто происходят поломки штампов, а не выход штампа из строя вследствие износа.

Поэтому вопрос о целесообразности применения штамповки в закрытых штампах в любом случае надо решать с учетом экономии металла и энергии, стоимости штампов и других факторов.

Штамповка выдавливанием является прогрессивным процессом объемной штамповки (рис. 15, в, г). Ее применяют для получения поковок в виде стержней с фланцем, клапанов, полых стаканов и др. Метод обеспечивает снижение расхода металла на 30 %, точность размеров, соответствующую 12-му качеству, плотную микроструктуру, высокое качество поверхностного слоя, низкую шероховатость. Штамповку выдавливанием часто ведут на ГКМ как в горячем, так и в холодном состоянии материала заготовок. Недостатком способа можно считать высокую энергоемкость и низкую стойкость штампов.

Холодной объемной штамповкой получают заготовки с высокими физико-механическими свойствами благодаря холодному течению металла в штампе. Точность размеров соответствует 12 – 15-му качествам и выше, шероховатость $Ra = 5...10$ мкм достигается высадкой на прессах автоматах производительностью сотни заготовок в час.

Холодное течение металла обеспечивает лучшую микро- и макроструктуру металла, поэтому этим способом получают заготовки деталей, работающих в тяжелых условиях абразивного износа, при ударных и знакопеременных нагрузках, тепловых и других вредных факторах. Это, например, шаровые пальцы рулевой тяги, поршневые пальцы, седла клапанов, корпуса свечей и др. Холодной объемной штамповке принадлежит будущее, но этот метод очень энергоемок.

Прокаткой получают заготовки, которые непосредственно применяют для изготовления деталей на металлорежущих станках. Штучные заготовки из проката используют для производства поковок и штамповок.

Товарные заготовки, сортовые и фасонные профили общего, отраслевого и специального назначения, трубный и листовый прокат, гнутые и периодические профили, специальный прокат представляют собой широкий выбор исходных заготовок, обеспечивая экономию металлов и энергии на этапе заготовительных процессов.

Блюмысь квадратные применяют в качестве исходных заготовок под ковку крупных валов энергетических, металлургических и транспортных машин.

Сортовые профили круглые, квадратные и шестигранные, используют для изготовления гладких и ступенчатых валов, дисков втулок, фланцев, рычагов, клиньев.

Трубный прокат стальной, бесшовный, горячекатаный, холоднотянутый, холоднокатаный применяют для изготовления цилиндров, барабанов, роликов, стаканов, шпинделей, пустотелых валов.

Гнутые профили разной формы используют для изготовления деталей несущих конструкций: кронштейнов, опор, ребер жесткости.

Периодические профили проката применяют для изготовления многих деталей, обеспечивая снижение расхода металла на 30...40 % и сокращение цикла обработки на 20...40 %. Специальные виды проката используют в массовом и крупносерийном производствах, когда обработка резанием практически отсутствует и требуется только отрезка, сверление отверстий и зачистка кромок.

Комбинированные методы и метод порошковой металлургии

Комбинированные методы применяют для изготовления крупных и сложных заготовок ответственных машин: станин крупных прессов и станков, корпусов паровых турбин низкого давления, сложных по конструкции корпусов. Такие заготовки разделяют на отдельные простые элементы, которые отливают, штампуют, вырезают газовой резкой или другими методами, обрабатывают по сопрягаемым поверхностям и соединяют сваркой в одну крупную и сложную заготовку. Иногда предварительно обработанные резанием заготовки устанавливают в форму и заливают расплавом металла, получая заготовки средних размеров. Это позволяет изготавливать отдельные элементы конструкции из материалов с заданными свойствами. Применение литосварных, штампосварных, предварительно обработанных элементов и залитых в одной форме заготовок позволяет снизить трудоемкость механической обработки на 20...40 % и уменьшить расход металла на 30 %.

Методом порошковой металлургии изготавливают заготовки различных составов со специальными свойствами. Применение метода для производства заготовок конструкционного назначения оправдано лишь значительным эффектом. Технология получения заготовок методом порошковой металлургии включает следующие основные этапы: подготовку порошков исходных материалов, прессование заготовок из подготовленной шихты в специальных пресс-формах; термическую обработку, обеспечивающую окончательные физико-механические свойства материала.

Достоинством порошковой металлургии является возможность изготовления заготовок из тугоплавких материалов, псевдосплавов (медь–вольфрам, железо–графит), пористых материалов для подшипников скольжения.

Метод порошковой металлургии позволяет изготавливать заготовки, требующие только отделочной механической обработки. Так, зубчатое колесо сателлита редуктора автомобиля, полученное порошковой металлургией, обеспечивает зубчатое зацепление по 7-й степени точности и посадочный внутренний диаметр по 7-му качеству. Это позволяет использовать

его без последующей механической обработки. Типовыми деталями из порошков являются зубчатые колеса, кулачки, звездочки, ограничители, храповики, втулки и др.

Экономичность метода порошковой металлургии проявляется при достаточно больших объемах производства из-за высокой стоимости технологической оснастки и исходных материалов. Практикой установлено, что при массе заготовок 30...50 г и программе выпуска менее 10000 шт./год в большинстве случаев невыгодно изготавливать заготовки порошковой металлургией.

СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Качество детали обеспечивают постепенным ужесточением параметров точности и выполнением остальных технических требований на этапах превращения заготовки в готовую деталь. Точность и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки. Поэтому составлению маршрута изготовления детали в целом обычно предшествует определение маршрутов обработки отдельных поверхностей заготовки. Разработка маршрута обработки заготовок неразрывно связана с выбором технологических баз (схем установки заготовки).

Определение маршрутов обработки отдельных поверхностей

Ряд операций обработки (или технологических переходов), необходимых для получения каждой поверхности детали и расположенных в порядке повышения точности, образуют маршруты обработки отдельных поверхностей. Такие маршруты необходимы также для расчета промежуточных и общих припусков на механическую обработку, а также промежуточных размеров заготовки по технологическим переходам (или операциям) обработки. Маршрут обработки назначают на основании технических требований чертежа детали и чертежа заготовки, начиная с выбора метода окончательной обработки, обеспечивающей заданные чертежом детали точность и состояние поверхностного слоя.

Ориентируясь на таблицы точности и качества поверхностных слоев при обработке и учитывая конфигурацию обрабатываемой поверхности, материал, массу и другие факторы, устанавливают для нее метод окончательной обработки. При этом возможны несколько видов обработки, обладающих примерно одинаковыми технологическими показателями. При известном способе получения заготовки с учетом тех же факторов намечают первоначальный метод обработки в нескольких вариантах и выбирают оптимальный. Выбрав окончательный и первый методы обработки поверхности в маршруте, назначают промежуточные. При этом предполагают, что каждому методу окончательной обработки может предшествовать один или несколько возможных предварительных. Например, тонкому растачиванию отверстия предшествует чистовое, а чистовому – черновое растачивание или черновое зенкерование литого отверстия. При проектировании маршрута руководствуются тем, что каждый последующий метод обработки должен быть точнее предыдущего.

Число этапов обработки (предварительной, промежуточных, окончательной) зависит не только от точности размеров, например диаметральных, но и от уровня относительной геометрической точности формы поверхности (допусков цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения, плоскостности). При высокой относительной геометрической точности поверхности деталей промежуточных этапов обработки больше, чем при нормальной. Менее точная заготовка, вернее ее рассматриваемая поверхность, потребует большего числа этапов обработки по сравнению с более точной заготовкой. У заготовок высокой точности может быть достаточной однократная обработка поверхностей. На число этапов обработки может влиять и необходимость выполнения термической обработки, которая вытекает не только из требований чертежа, но и из условий улучшений обрабатываемого материала. Термическая обработка вызывает деформации заготовки в целом и коробление отдельных ее поверхностей, поэтому для уменьшения их влияния на точность предусматривают дополнительную механическую обработку.

Отклонение промежуточного размера поверхности и качество поверхностного слоя, полученные на смежном предшествующем этапе обработки, должны находиться в пределах, при которых можно применять намечаемый последующий метод обработки. После чернового растачивания нельзя применять, например, тонкое растачивание, так как для устранения погрешности предшествующей обработки расточной резец будет работать с большой неравномерностью припуска, которая значительно превышает заданную глубину резания. Построение маршрута обработки на последующих этапах проектирования ТП изготовления детали связано с определением промежуточных и общего припусков на рассматриваемую поверхность. Число вариантов маршрута обработки рассматриваемой поверхности, удовлетворяющих техническому принципу, может быть весьма большим. Все варианты, однако, различны по эффективности (производительности) и рентабельности. Определение окончательного варианта по этим показателям важно, но сложно и трудоемко.

Приведем случай построения вариантов маршрута обработки сквозного отверстия по 7-му качеству точности (рис. 16). Отверстие диаметром $42 \pm 0,32$, $Rz = 160$ мкм в заготовке из серого чугуна получено литьем по 6-му классу точности. В корпусной детали нужно получить сквозное отверстие диаметром $50 \pm 0,021$, $Ra = 0,63$ мкм.

В качестве предварительной обработки можно назначить и черновое зенкерование или черновое растачивание, а в качестве окончательной, обеспечивающей требуемые точность и шероховатость поверхности, – точное развертывание, тонкое растачивание, чистовое шлифование или чистовое протягивание. Характеристики точности и качества поверхности для различных видов обработки устанавливают по технологическим справочникам.

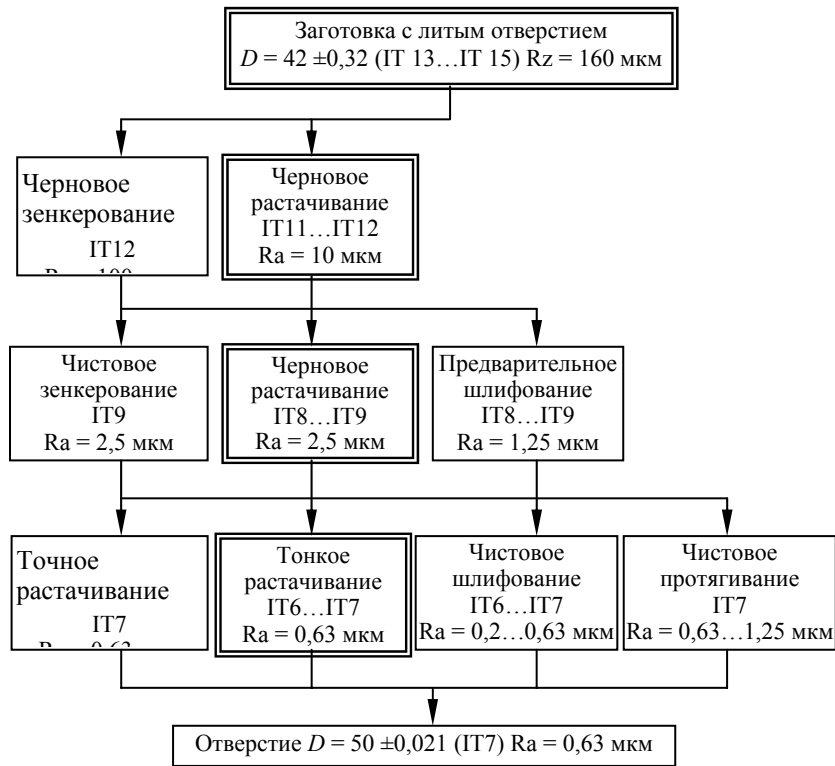


Рис. 16. Варианты построения маршрута обработки отверстия (двойной рамкой отмечены виды обработки в принятом маршруте)

Для рассматриваемого случая (рис. 16) возможны 24 различных маршрута обработки отверстия. Маршрут выбирают приблизительно, оценивая трудоемкость сопоставляемых вариантов по суммарному основному времени обработки и используя для расчета нормативные материалы. Более точно маршрут можно выбрать при сравнении суммарной себестоимости обработки по его различным вариантам. Решение этой задачи может быть облегчено сравнением с рекомендуемыми типовыми маршрутами обработки основных поверхностей заготовок соответствующих деталей машин. Число вариантов можно уменьшить с учетом некоторых обстоятельств. Это, например:

1) возможность обработки данной поверхности на одном станке за несколько последовательных переходов (снижение погрешности обработки и времени на переустановку заготовки);

2) ограничение применения других методов обработки из-за недостаточной жесткости заготовки или из-за конфигурации заготовки;

3) необходимость обработки данной поверхности совместно с другими поверхностями заготовки (например, для достижения большей точности их взаимного расположения);

4) ограничение по стабильности точности выдерживаемых размеров в условиях крупносерийного и массового производства – растачивание отверстий дает более стабильные результаты точности диаметральных размеров, чем внутреннее шлифование отверстий, в свою очередь, развертывание отверстий превосходит по этому показателю растачивание резцом;

5) необходимость обеспечения заданной производительности также является ограничителем применения тех или иных видов и методов обработки;

6) ограничение на виды и методы механической обработки вносит и термическая обработка материала заготовки, например закалка шеек заготовки вала приводит к резкому увеличению твердости поверхностного слоя и исключает, как правило, лезвийную обработку.

СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

В соответствии с ЕСКД выполняют маршрутное описание ТП, при котором производят сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов, но с указанием типа оборудования (станка). Маршрутное описание ТП обычно является основным в единичном и мелкосерийном производствах и сопроводительным (дополнительным) в других типах производств. Исходные данные для разработки маршрутной технологии: чертеж детали с техническими требованиями, чертеж заготовки с техническими условиями, ранее установленный тип производства, ранее проведенная отработка технологичности конструкции детали; предварительно определенные маршруты (планы) обработки отдельных поверхностей, ранее выбранные технологические базы с предварительно намеченным планом обработки заготовки. Разработка маршрута – сложная задача с большим числом вариантов ее решения. В целом разработка маршрута изготовления детали полностью соответствует общей последовательности и принципам принятия технологического решения.

При установлении последовательности обработки (для изготовления деталей нормальной геометрической точности) нужно руководствоваться следующими соображениями:

1. В первую очередь следует обрабатывать поверхности, принятые за чистые (обработанные) технологические базы.
2. Последовательность обработки зависит от системы простановки размеров. В начало маршрута выносят обработку той поверхности, относительно которой на чертеже координировано большее число других поверхностей. Так, при простановке размеров в соответствии с рис. 16, сначала должна быть обработана на поверхность 1, затем 2, ..., 5 и далее остальные поверхности.
3. При невысокой точности исходной заготовки сначала следует обрабатывать поверхности, имеющие наибольшую толщину удаляемого материала (для раннего выявления литейных и других дефектов, например раковин, включений, трещин, волосовин и т.п., и отсеивания брака). Далее последовательность операций необходимо устанавливать в зависимости от требуемой точности поверхности: чем точнее должна быть поверхность, тем позднее ее необходимо обрабатывать, так как обработка каждой последующей поверхности может вызывать искажение ранее обработанной поверхности (снятие каждого слоя металла с поверхности заготовки приводит к перераспределению остаточных напряжений, что и вызывает деформацию заготовки). Последней нужно обрабатывать ту поверхность, которая является наиболее точной и ответственной для работы детали в машине.

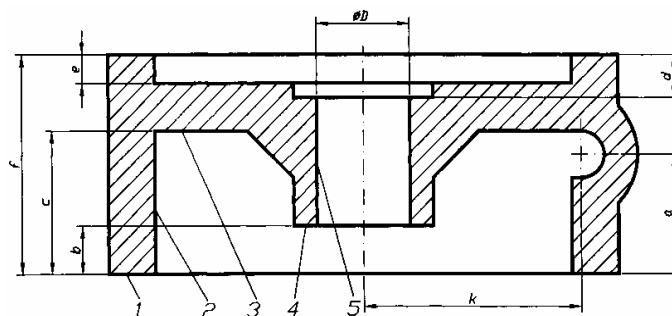


Рис. 17. Система простановки размеров и последовательность обработки поверхностей заготовки

4. Операции обработки поверхностей, имеющих второстепенное значение и не влияющих на точность основных параметров детали (сверление мелких отверстий, снятие фасок, прорезание канавок, удаление заусенцев и т.п.), следует выполнять конце ТП, но до операций окончательной обработки ответственных поверхностей. В конец маршрута желательно также выносить обработку легкоповреждаемых поверхностей, к которым относят, например, наружные резьбы, наружные зубчатые поверхности, наружные шлицевые поверхности и т.п.

5. В том случае, когда заготовку подвергают термической обработке, для устранения возможных деформаций нужно предусматривать правку заготовок или повторную обработку отдельных поверхностей для обеспечения заданных точности и шероховатости. Однако некоторые виды термической, химико-термической и гальванической обработок усложняют ТП. Например, при цементации требуется науглеродить отдельные участки заготовки. Остальные участки защищают омеднением или оставляют на них припуск, который удаляют при механической обработке после цементации, но до закалки.

При изготовлении высокоточных (прецизионных) деталей маршрут механической обработки делают на стадии: предварительную (черновую), промежуточную (чистовую) и окончательную (отделочную). На первой снимают основную массу металла в виде припусков и напусков на всех поверхностях; на второй постепенно повышают точность поверхностей (для некоторых поверхностей она может быть окончательной стадией); на третьей и обеспечивают заданные точность и качество поверхностного слоя.

На стадии предварительной (черновой) обработки появляются и сравнительно большие погрешности, вызванные деформациями технологической системы от значительных сил резания и еще больших сил закрепления заготовки, а также ее интенсивным нагревом. Чередование предварительной и промежуточной обработок в таких условиях не обеспечивает заданную точность. После предварительной обработки возникают наибольшие деформации заготовки в результате перераспределения остаточных напряжений в ее материале. Группируя обработку по указанным стадиям, увеличивают разрыв во времени между предварительной и окончательной обработками и позволяют более полно проявиться деформациям до их устранения на последней стадии обработки.

При изготовлении прецизионных деталей особое значение приобретает стабилизация их размеров. Автодеформация – самопроизвольное изменение формы и размеров металлических деталей – может быть вызвана двумя причинами: постепенным изменением остаточных напряжений (релаксаций) и нестабильностью структуры. Величина автодеформаций сопоста-

вима допусками размеров и формы поверхностей прецизионных деталей. Все технологические операции изготовления деталей по их влиянию на структуру и остаточные напряжения можно разделить на две группы:

а) основные операции формообразования (получение заготовки, обработка резанием и другими методами), упрочнения (термическая обработка и др.), а нередко также и операции сборки узлов (как правило, они увеличивают структурную неустойчивость и остаточные напряжения в материале деталей);

б) отжиг, отпуск, старение, обработка холодом (повышают стабильность структуры или уменьшают напряжения).

Вредное влияние остаточных напряжений на постоянство размеров детали проявляется сильнее, если равновесие внутренних сил нарушается вследствие изменения формы заготовки при обработке резанием. В этом случае коробление может возникать даже при низком начальном уровне остаточных напряжений.

При изготовлении прецизионных деталей необходимо, как правило, чередовать механическую обработку и операции термической стабилизации размеров, чтобы возбуждаемые резанием напряжения не накапливались от операции к операции, снимались по мере появления. Это дает возможность выдерживать операционные допуски на переходах обработки и обеспечить минимальный конечный уровень остаточных напряжений, кратность указанного чередования, т.е. число промежуточных термических операций зависит от требуемой степени постоянства размеров; габаритных размеров и сложности конфигурации детали; соотношения между обрабатываемой поверхностью и массой детали (массивные или ажурные детали), а также от соотношения между всей поверхностью и той ее частью, которая подвергается финишной механической обработке; степени симметричности расположения обрабатываемых поверхностей.

Другая особенность ТП прецизионных деталей состоит в необходимости проведения дополнительной обработки технологических баз (для операций отделочной обработки наиболее ответственных поверхностей). Такую дополнительную обработку баз проводят, как правило, после термической операции перед выполняемой однократно, в зависимости от уровня точности детали и построения ТП. Например, при изготовлении прецизионных ходовых винтов нулевого и первого классов точности трижды выполняют операцию доводки центровых отверстий. Составление маршрута изготовления прецизионной детали рекомендуется выполнять на основе типового маршрутного ТП для соответствующей конструкции детали и уровня ее точности.

Изложенные принципы построения маршрутов не во всех случаях являются обязательными. При жесткой заготовке и относительно малых обрабатываемых поверхностях окончательную обработку можно выполнять и в начале маршрута. Принцип разделения маршрута на стадии черновой, чистовой и отделочной обработки в определенной степени противоречит также принципу концентрации технологических переходов в одной операции, когда можно совместить черновую и чистовую обработки (например, при изготовлении корпусных деталей из отливок и штамповок на агрегатных станках, на станках с ЧПУ типа «обрабатывающий центр»). Ускоренное и правильное составление маршрута изготовления детали определенно-го класса (конфигурации) и уровня точности может быть успешно выполнено на базе типового маршрутного ТП.

Предварительное содержание операций устанавливают объединением тех переходов на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке. Обработку сопряженных поверхностей (отверстий и прилегающих к ним торцев, соосных отверстий, других поверхностей, связанных допусками расположения) также желательно совмещать в одной операции и производить с одного станка. В отдельную операцию выделяют обработку поверхности (или группы поверхностей) шлицев, зубчатого венца, рабочего профиля кулачка, отверстия некруглого поперечного сечения и т.п., требующую специальных станков. Операции, в которой используют для обработки самоустанавливающийся инструмент (например, развертка, притир, хон), должна предшествовать операции, обеспечивающая достижение окончательной точности размеров, координирующей расположение этой поверхности относительно других.

В массовом производстве содержание и объем операций определяются их длительностью, которая должна быть равной или кратной такту. На состав операции влияет также необходимость уменьшения числа переустановок заготовки со станка на станок, что имеет большое значение для условий тяжелого машиностроения. При разработке маршрута изготовления детали по отдельным операциям устанавливают также тип станков и другого технологического оборудования. Итоги работы по данному этапу (наименование операций, краткое содержание, технологические базы, тип оборудования, оснастка) заносят в маршрутную карту. Разрабатывают эскизы отдельных технологических операций обработки резанием на картах эскизов.

Определение типа оборудования и оснастки

Уточнение наименования и содержания операции механической обработки позволяет правильно выбрать станок из имеющегося парка (по паспорту) или по каталогу. По виду (методу) обработки устанавливают группу станка (всего 9 групп): токарный (1-я группа), сверлильный или расточный (2-я группа) и т.д. В соответствии с назначением станка, его компоновкой, степенью автоматизации или видом применяемого инструмента определяют тип станка: токарный одношпиндельный, токарный многошпиндельный, токарно-револьверный, токарно-револьверный полуавтомат, отрезной с дисковой пилой, отрезной ножовочный, вертикально-фрезерный консольный, вертикально-фрезерный бесконсольный и т.п. Выбор типа станка прежде всего определяется возможностью обеспечить определенное формообразование, выполнение технических требований, предъявляемых к изготавливаемой детали в отношении точности формы, расположения и шероховатости поверхностей. Если эти требования выполнимы на различных станках, то при выборе учитывают следующие факторы:

1) соответствие основных размеров станка габаритным размерам обрабатываемой заготовки или нескольких одновременно обрабатываемых заготовок;

2) соответствие производительности станка годовой программе выпуска деталей, учет типа производства;

3) возможность полного использования станка как по времени, так и по мощности;

4) наименьшая затрата времени на обработку (минимальное станковремя);

5) наименьшая себестоимость обработки (ориентировочная или сравнительная);

6) наименьшая отпускная цена станка;

7) реальная возможность приобретения станка;

8) необходимость использования имеющихся станков.

Для определенного заранее типа производства можно предложить следующие рекомендации по выбору станков. Для единичного производства чаще всего применяют станки, отличающиеся гибкостью и универсальностью формообразования поверхностей, большим диапазоном габаритов обрабатываемых поверхностей и отсутствием автоматизации. К их числу можно отнести универсальные станки с ручным управлением серийного производства, например токарно-винторезные, токарно-карусельные, радиально- и вертикально-сверлильные, горизонтально-фрезерные консольные, круглошлифовальные и

т.п. В мелкосерийном и среднесерийном производствах для обработки партий заготовок используют станки с меньшей универсальностью, но с большей производительностью и с автоматизацией управления: токарно-револьверные полуавтоматы, сверлильные одно- и многшпиндельные полуавтоматы, барабанно-фрезерные, токарно-винторезные с ЧПУ, вертикально-сверлильные с ЧПУ и др. Узкая специализация, высокая производительность и высокий уровень автоматизации характерны для станков крупносерийного и массового производств; к ним можно отнести агрегатные станки, гибкие автоматические линии из станков с ЧПУ, жесткие автоматические линии из агрегатных и специальных станков.

Одновременно с выбором станка надо установить вид станочного приспособления, необходимого для выполнения на данном станке намеченной операции. Если требуемое приспособление является принадлежностью станка (патрон, тиски, люнет и т.п.), то указывают только его наименование. При использовании универсально-сборного приспособления делают соответствующее указание. Если же для данной операции требуется специальное приспособление, то технолог обычно разрабатывает только схему приспособления или указывает только принцип его устройства. В единичном и мелкосерийном производствах широко применяют обработку в приспособлениях универсального типа (тиски, делительные универсальные головки, поворотные столы, комплекты стандартных зажимных устройства и т.п.). Если же намечается потребность в изготовлении специального приспособления, то сначала необходимо выяснить экономическую целесообразность его применения. В крупносерийном и массовом производствах применяют главным образом специальные приспособления, которые сокращают основное и вспомогательное время больше, чем универсальные, при более высокой точности обработки.

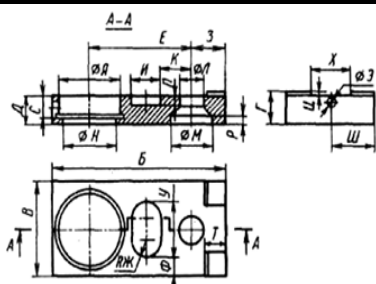
При выборе станка и приспособления для каждой операции необходимо определить и режущий инструмент, обеспечивающий достижение наибольшей производительности, требуемых точности и шероховатости обработанной поверхности, в маршрутной карте указывают наименование, марку материала и номер стандарта. Если требуется специальный инструмент, то обязательно должны быть разработаны чертежи его конструкции.

Применение того или иного типа инструмента зависит от следующих основных факторов: вида станка; метода обработки; материала обрабатываемой заготовки, ее размера и конфигурации; требуемых точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей; типа производства (единичное, серийное, массовое). При выборе инструмента и установлении метода обработки назначают измерительный инструмент, необходимый для определения размеров поверхностей заготовки и других ее параметров точности. В маршрутную карту заносят наименование, тип, размер. В единичном производстве, когда размеры изготавливаемых деталей весьма разнообразны, применяют измерительный инструмент универсального назначения: линейки, штангенциркули, микрометры, нутромеры, глубиномеры, штихмассы и т.д. В серийном и массовом производствах применяют специальный измерительный инструмент – калибры, пробки, шаблоны, а также измерительные приспособления, часто многоступенчатые и автоматизированные.

Ниже приведены типовые технологические маршруты механической обработки деталей в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства, а также технологический регламент на обработку ответственных деталей металлорежущих станков [11].

Типовой маршрут обработки деталей типа планок

Размер, мм



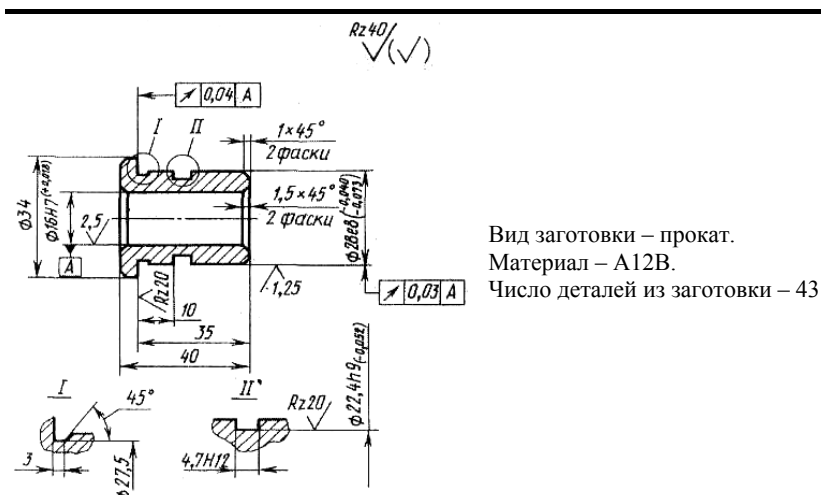
Вид заготовки – полоса.
Материал – сталь.
Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку от полосы	Абразивно-отрезной автомат 8B262	Тиски
010	Навесить бирку с номером детали на тару		
015	Фрезеровать две широкие поверхности в размер $D+0,3$ под шлифование и две поверхности в размер B окончательно	Вертикально-фрезерный 6T12	Гидротиски, наладка двухпозиционная
020	Фрезеровать два торца в размер B окончательно	Горизонтально-фрезерный 6T82Г	Приспособление универсальное наладочное с гидравлическим зажимом
025	Зачистить заусенцы после фрезерования	Машина для снятия заусенцев	
030	Шлифовать две широкие поверхности в размер D окончательно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита
035	Зачистить заусенцы и притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	

040	Фрезеровать два платика в размер Т × Х окончательно. Сверлить расточить и развернуть одно отверстие $\varnothing Я/\varnothing Н$ окончательно. Фрезеровать паз И × П окончательно, сверлить и зенкеровать одно отверстие $\varnothing Л/\varnothing М$ окончательно	Расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2254ВМФ4	Наладка УСПО двухпозиционная
045	Сверлить одно отверстие	Вертикально-сверлильный 2Н125-1	Кондуктор
050	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	
055	Промыть деталь	Моечная машина	
060	Технический контроль		
065	Химическое оксидирование		
070	Нанесение антикоррозийного покрытия		

Маршрут обработки втулки

Размер, мм



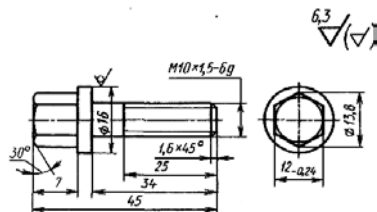
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Править пруток	Пресс И5526	
010	Отрезать групповую заготовку $\varnothing 34$ в размер 2000	Абразивно-отрезной 8Б242	Поддерживающее устройство
015	Заправить концы прутка фасками под угол 20°	Токарный ХС-151	
020	Центровать торец под сверление, сверлить и зенкеровать отверстие $\varnothing 16H7$ до $\varnothing 15,79 + 0,11$ под развертывание, точить поверхность $\varnothing 28e8$ до $\varnothing 28,4 - 0,13$ под шлифование, проточить канавки $b = 3$ и $b = 4,7H12$, фаску окончательно. Отрезать деталь в размер 40,5	Токарный автомат 1Е140	Наладка
025	Промыть деталь	Моечная машина	
030	Навесить бирку с номером детали на тару		
035	Подрезать второй торец в размер 40, точить и расточить фаски. Развернуть отверстие $\varnothing 16H7(+0,018)$ окончательно	Токарно-револьверный 1П340ПЦ	Патрон цанговый Вкладыш $\varnothing 28$
040	Шлифовать поверхность	Круглошлифо-	Оправка, цен-

	Ø28e8() с подшлифовкой торца окончательно	вальный 3М153Е	тры, хомутик, прибор активного контроля
045	Промыть деталь	Моечная машина	
050	Технический контроль	Плита по ГОСТ 10905–75	
055	Нанесение покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки винта

Размер, мм



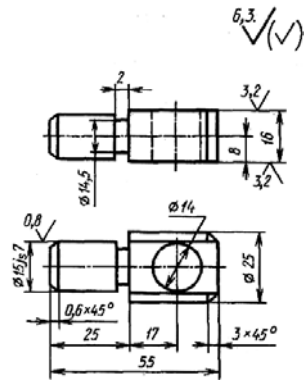
Вид заготовки – прокат.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 51

Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Рубить пруток Ø16, выдерживая размер 3000	Пресс К9534	
010	Править пруток (по мере надобности)	Пресс И5526	
015	Заправить концы прутка фасками под угол 20°	Токарный ХС-150	
020	Точить шейку под резьбу M10 × 1,5 – 6g до Ø8,99 ^{-0,09} под накатывание, точить фаски, точить шейку Ø13,8 под шестигранник. Отрезать деталь, выдерживая размер 45,5	Автомат токарный 1Е125П	Цанговый патрон, групповая наладка
025	Подрезать второй торец, выдерживая размер 7, точить фаску	Токарный 16Т02П	Цанговый патрон
030	Фрезеровать шестигранник, выдерживая размер $S = 12^{-0,24}$ окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Р80Ш	Специальное приспособление
035	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	
040	Накатать резьбу M10 × 1,5 – 6g, выдерживая размер 25	Резьбонакатный А9518	Нож
045	Промыть деталь	Машина моечная	
050	Навесить бирку с обозначением детали на тару		
055	Технический контроль		
060	Термообработка	Плита по ГОСТ 10905–86	
065	Нанесение покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки стопора

Размер, мм



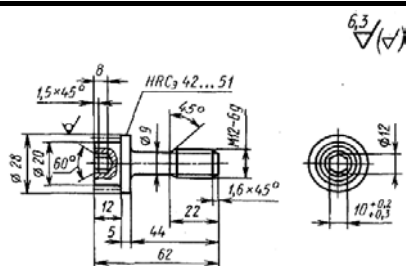
Вид заготовки – прокат.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 30

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Рубить пруток $\varnothing 26$, выдерживая размер 3000	Пресс КБ9534	
010	Править пруток	Пресс И5525	
015	Заправить концы прутка фасками под угол 20°	Токарный ХС-151	
020	Точить шейки $\varnothing 150,7^{(+0,048)_{-0,020}}$ под шлифование, шейку $\varnothing 25$, канавку $b = 2$, фаску, отрезать деталь, выдерживая размер 55,5	Токарный автомат 1E140П	Групповая наладка, цанговый патрон
025	Подрезать второй торец, выдерживая размер 55, точить фаску	Токарный 16Т02П	Цанговый патрон
030	Фрезеровать две лыски, выдерживая размер 16	Вертикально-фрезерный 6Т10	Приспособление, наладка
035	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	
040	Сверлить отверстие $\varnothing 14$ окончательно	Вертикально-сверлильный 2Н125-1	Кондуктор
045	Притупить острые кромки	Вибрационная машина ВМПВ-100	
050	Шлифовать шейку $\varnothing 15_{s7}$ окончательно	Бесцентрово-шлифовальный 3М182	
055	Промыть деталь	Машина моечная	
Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
060	Навесить бирку с обозначением		
065	Технический контроль	Плита	
070	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки винта

Размер, мм



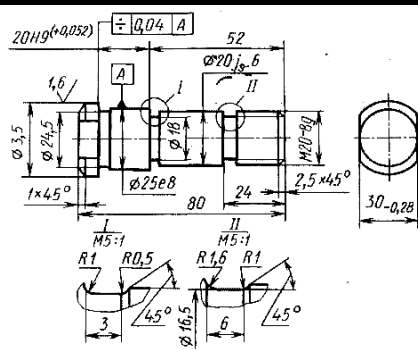
Вид заготовки – прокат.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 43

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Рубить пруток $\varnothing 28$, выдерживая размер 3000	Пресс КБ9534	Групповая наладка, цанговый патрон
010	Править пруток	Пресс И5526	
015	Заправить концы прутка фасками под угол 20°	Токарный ХС-151	
020	Точить шейку под резьбу М12 – 6г до $\varnothing 10,83 - 0,09$ под накатывание, точить шейки $\varnothing 9$; $\varnothing 20$ и фаски окончательно, отрезать деталь, выдерживая размер 62,5	Автомат токарный 1Е140П	
025	Подрезать второй торец, выдерживая размер 62, сверлить отверстие $\varnothing 12$ под шестигранник, выдерживая размер 8. Точить фаски	Токарный 16Т02П	
030	Прошить шестигранник, выдерживая размер $10^{+0,2}_{+0,2}$ окончательно	Пресс гидравлический	Приспособление
035	Накатать резьбу М12 – 6г, выдерживая размер 22	Резьбонакатный А9518	Нож
040	Промыть деталь	Машина моечная	
045	Навесить бирку с обозначением детали на тару		
050	Технический контроль	Плита по ГОСТ 10905–86	
055	Термическая обработка		
060	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки оси

Размер, мм



Вид заготовки – прокат.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 34

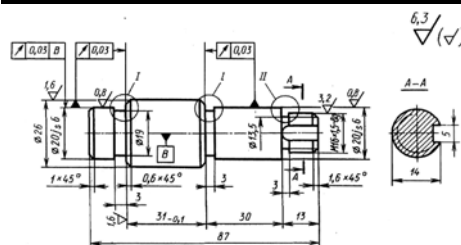
Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Рубить пруток $\varnothing 36$, выдерживая размер 3000	Пресс К9534	
010	Править пруток	Пресс И5529	
015	Заправить концы прутка фаски под угол 20°	Токарный ХС-151	
020	Подрезать и центровать торец, точить шейку под накатывание резьб. М20-8г, точить шейки $\varnothing 20i_6^{(+0,083}_{-0,083)}$ и $\varnothing 25e_8^{(+0,040}_{-0,033)}$ под шлифование, точить шейку $\varnothing 35$,	Токарный автомат 2Б240-6К	Наладка

	канавки $b = 3$ и канавку $b = 6$, фаски, отрезать деталь, выдерживая размер 81		
025	Подрезать второй торец, выдерживая размер $8,3 - 0,1$, точить фаску и центровать торец	Токарный 16Т02П	Цанговый патрон
030	Фрезеровать две лыски, выдерживая размер $30 - 0,28$ окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Р80Ш	Приспособление, наладка
035	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	
040	Накатать резьбу М20 – 8g окончательно	Резьбонакатный А9518	Нож
045	Термическая		
050	Шлифовать поверхность $\varnothing 20i_5 C_{0,083}^{+0,083}$ окончательно	Круглошлифовальный ЗУ10В	Центры, хомутик
055	Шлифовать поверхность $\varnothing 25e8 C_{0,033}^{+0,040}$ с подшлифовкой $\varnothing 35/\varnothing 25e8$ торца $035/025e8$, выдерживая размер 20Н9 (+0,552) окончательно	Круглошлифовальный ЗУ10В	Центры, хомутик
060	Промыть деталь	Моечная машина	
065	Навесить бирку с обозначением детали на тару		
070	Технический контроль	Плита	
075	Нанесение покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров валов h14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки валика

Размер, мм



Вид заготовки – прокат.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 31

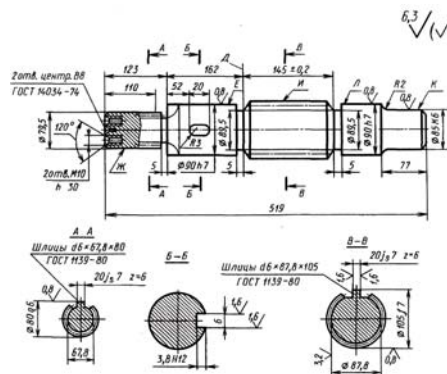
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Рубить пруток $\varnothing 28$, выдерживая размер 3000	Пресс КБ 934	
010	Править пруток (по мере надобности)	Пресс И5526	
015	Заправить концы прутка фасками под угол 20°	Токарный ХС-151	
020	Подрезать и центровать торец, точить шейку под резьбу М16 \times 1,5 – 8g, шейку $\varnothing 20i_5 C_{0,083}^{+0,083}$ под шлифование, $\varnothing 26$, $\varnothing 20i_5 C_{0,083}^{+0,083}$ под шлифование, проточить три канавки $b = 3$; точить фаски, отрезать деталь, выдерживая размер 88	Токарный автомат 1Б240-6К	Наладка, цанговый патрон
025	Подрезать второй торец, выдерживая размер $12,8^{+0,2}$, центровать торец и точить фаску	Токарный 16Т02П	Цанговый патрон
030	Фрезеровать шпоночный	Шпоночно-фре-	Станочные

035	паз $b = 5$, выдерживая размер 14 окончательно Зачистить заусенцы	зерный 6930	тиски
040	Накатать резьбы $M16 \times 1,5 - 8g$	Вибрационная машина ВМПВ-100	Нож
045	Шлифовать шейку $\varnothing 20i_6^{(+0,0083)}_{(-0,0083)}$ с подшлифовкой торца $\varnothing 26/\varnothing 20i_6$ выдерживая размер 30 окончательно	Круглошлифовальный ЗУ10В	Центры, хомутик
050	Шлифовать шейку $\varnothing 20i_6^{(+0,0083)}_{(-0,0083)}$ с подшлифовкой торца $\varnothing 26/\varnothing 20i_6$, выдерживая размер 13	Круглошлифовальный ЗУ10В	Центры, хомутик
055	Промыть деталь	Моечная машина	
060	Навесить бирку с обозначением детали на тару		
065	Технический контроль	Плита по ГОСТ 10905-86	
070	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов $h14$, отверстий $H14$, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки шлицевого вала

Размер, мм



Вид заготовки – прокат.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 1

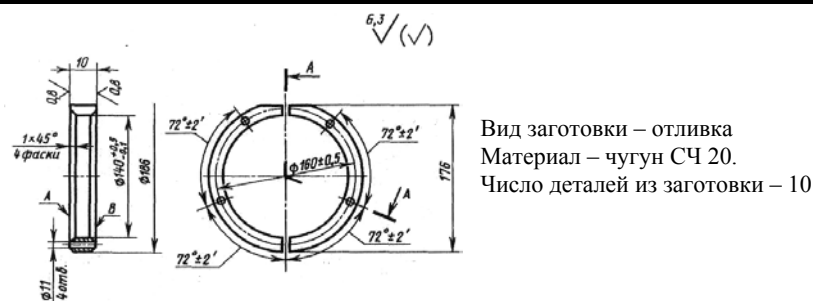
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Фрезерно-отрезной	Призматические тиски
010	Термическая обработка		
015	Фрезеровать торцы в размер $519 \pm 0,2$ и центровать с двух сторон одновременно	Фрезерно-центровальный 2Г942	Приспособление при станке
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
020	Точить: шейки $\varnothing 80g6$ до $\varnothing 85$; $\varnothing 90h7$ до $\varnothing 95$ и фаски	Токарный 16К20Ф3	Вращающийся центр, поводковый патрон
025	Точить: шейки $\varnothing 85k6$ до $\varnothing 90$, $\varnothing 90h7$ до $\varnothing 95$ и фаски Точить: шейки $\varnothing 80g6$ до $\varnothing 80$; $\varnothing 105f7$ до $\varnothing 105,5h4$, фаски, $\varnothing 90h6$ до $\varnothing 90,5h4$, проточить две канавки $B = 5$	Токарный 16К20Ф3	То же
030	Точить шейки $\varnothing 80g6$ до $\varnothing 80,5h4$; $\varnothing 90h6$ до $\varnothing 90,5h14$, фаски, канавки $B = 5$	Токарный 16К20Ф3	То же

055	фаски Шлифовать шейки $\varnothing 20r6$, $\varnothing 28d11$ с подшлифовкой торца <i>B</i> окончательно	вальный MB119 Круглошлифовальный 3M153ДФ2	при станке Удлиненный центр, поводок
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
060	Шлифовать шейку $\varnothing 20r6$ с подшлифовкой торца <i>E</i> окончательно	То же	То же
065	Шлифовать шесть шлицев в размер $6_{-0,04}^{-0,027} \times \varnothing 25 \times \varnothing 28d11$	Шлицешлифовальный полуавтомат 3В451ВФ20	Поводковый центр
070	Промыть деталь	Моечная машина	
075	Технический контроль		
080	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки компенсационного кольца

Размер, мм



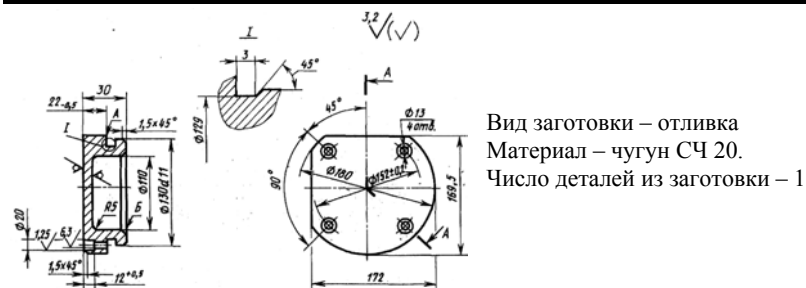
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Очистка и обрубка отливки		
015	Подрезать торец окончательно, точить поверхность $\varnothing 186$, расточить отверстие $\varnothing 140_{+0,2}^{+0,3}$ окончательно на длину 150, точить и расточить фаски, отрезать деталь в размер 11	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехрулачковый патрон
020	Подрезать второй торец в размер 10,4 под шлифование и точить фаски	Токарный патронный полуавтомат КТ141	То же
025	Сверлить четыре отверстия $\varnothing 11$, фрезеровать лыску в размер 176	Многоцелевой вертикальный фрезерно-сверлильный ГФ2171	Наладка универсальной сборной переналаживаемой оснастки (УСПО)
030	Шлифовать два торца в размер 10	Плоскошлифовальный с крепостным столом 3Е721ВФ3-1	Магнитная плита
035	Разрезать деталь на два полукольца	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Специализированное приспособление
040	Зачистить заусенцы	Верстак механизированный	
045	Промыть деталь	Машина моечная	
050	Технический контроль		

055	Нанесение антикоррозионного покрытия	
-----	--------------------------------------	--

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки фланца

Размер, мм

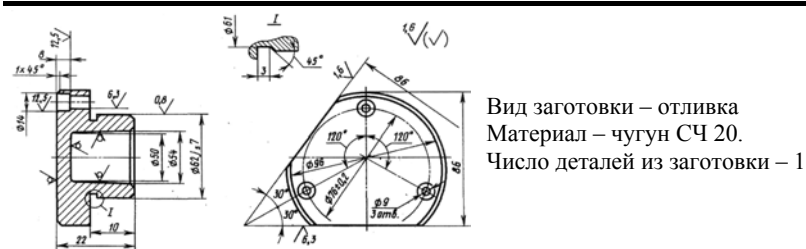


005	Литье		
010	Обрубка и очистка отливки		
015	Подрезать торцы А и Б, точить поверхность $\varnothing 130d11$ окончательно, проточить канавку $b = 3$ и фаску	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый патрон
020	Подрезать торец $\varnothing 180$ и обточить поверхность по $\varnothing 180$ окончательно технологически	То же	Трехкулачковый патрон
025	Сверлить и зенковать четыре отверстия $\varnothing 13/\varnothing 20$, фрезеровать две лыски в размер 172 и 169,5	Многоцелевой сверлильно-фрезерный 21105Н7Ф4	Наладка УСПО
030	Опилить острые кромки	Механизированный верстак	
035	Промыть деталь	Моечная машина	
040	Технический контроль		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки фланца

Размер, мм



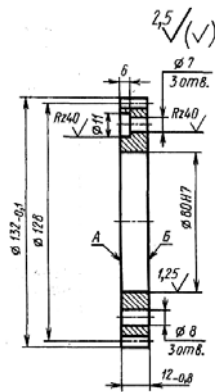
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Обработка и очистка отливки		
015	Малярная		
020	Подрезать торец $\varnothing 62i_s7/\varnothing 54$ и $\varnothing 96/\varnothing 62i_s7$ окончательно, точить поверхность $\varnothing 62i_s7$ под шлифование, проточить канавку $B = 3$ и фаски	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый пневматический патрон
025	Подрезать торец $\varnothing 96$ и точить поверхность $\varnothing 96$	То же	Трехкулачковый патрон

040	выточки $\varnothing 116$ и канавки $3 \times \varnothing 96$ Сверлить пять отверстий $\varnothing 11$, два отверстия $\varnothing 10,2$ под резьбу М12, зенковать пять отверстий $\varnothing 11/\varnothing 17$, фаски 2×24 , нарезать резьбу М12. Фрезеровать лыски в размер 170	Многоцелевой вертикальный фрезерно-сверильный ГФ2171	Наладка УСПО
045	Зачистить заусенцы	Машина для снятия заусенцев	Установочное приспособление
050	Расточить два отверстия $\varnothing 90H7$ с подрезкой торцов Б и В, отверстия $\varnothing 85$ до $\varnothing 85H9$ (технологически)	Алмазно-расточный (специальный)	
055	Шлифовать $\varnothing 130i_6$ с подшлифовкой торца 4	Круглошлифовальный полуавтомат ЗУ131ВМ	Специальная оправка
060	Промыть деталь	Моечная машина	
065	Технический контроль		
070	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки зубчатого колеса-венца

Размер, мм



Вид заготовки – штамповка
Материал – сталь 40Х.
Число деталей из заготовки – 1

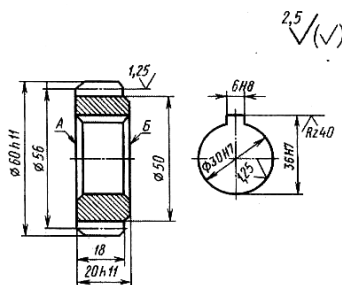
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка		
020	Подрезать торец $\varnothing 132/\varnothing 80H7$, расточить отверстие $\varnothing 80H7$ под шлифование. Расточить фаски и отверстия	Токарно-винторезный 16К20	Трехручачковый патрон
025	Подрезать второй торец $\varnothing 132/\varnothing 80H7$ под шлифование, обточить наружную поверхность $\varnothing 132 - 0,1$ окончательно, расточить и обточить фаски	То же	То же
030	Шлифовать отверстие $\varnothing 80H7$ и торец $\varnothing 132/\varnothing 80H7$ предварительно	Внутришлифовальный 3М227АФ2	То же
035	Шлифовать второй торец $\varnothing 132/\varnothing 80H7$ предварительно	Плоскшлифовальный 3Б740ВФ2	Магнитный стол
040	Промыть деталь	Моечная машина	

045	Технический контроль		
050	Фрезеровать 64 зуба ($m = 2$) (установить по четыре детали)	Зубофрезерный 53A20B	Приспособление и наладка к нему
055	Зачистить заусенцы на торце зубьев	Одношпиндельный полуавтомат для снятия фасок 5Б525	Трехкулачковый патрон
060	Сверлить и зенковать три отверстия $\varnothing 7/\varnothing 11$, сверлить три отверстия $\varnothing 8$ до $\varnothing 7,9$ под развертывание	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2-1	Наладка УСПО
065	Зачистить заусенцы после сверления	Вибробункер ВМПВ-100	
070	Промывать деталь	Моечная машина	
075	Технический контроль		
080	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Торцевое биение поверхности А относительно оси отверстия – не более 0,02.
Отклонение от параллельности поверхности А и Б – не более 0,02.
Степень точности по ГОСТ 1643–81 7-Х.
Неуказанные фаски $0,5 \times 45^\circ$.

Маршрут обработки зубчатого колеса

Размер, мм



Вид заготовки – прокат.
Материал – сталь 40.
Число деталей из заготовки – 10

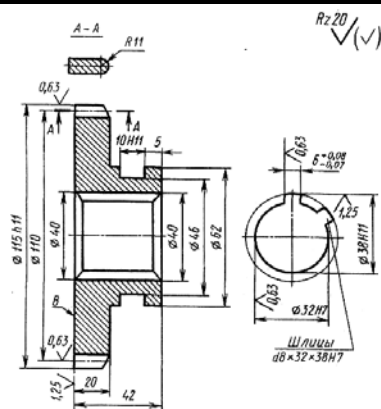
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку		
010	Термическая обработка		
015	Подрезать торец $\varnothing 60h11/\varnothing 30H7$ предварительно. Сверлить и зенковать сквозное отверстие $\varnothing 30H7$ под протягивание. Точить поверхность $\varnothing 60h11$ до $\varnothing 62$. Точить и расточить фаски	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
020	Протянуть отверстие $\varnothing 30H7$ до $\varnothing 30$	Протяжной 7512	Жесткая опора
025	Подрезать торцы $\varnothing 60h/\varnothing 30H7$ и $\varnothing 50/\varnothing 30H7$ предварительно под шлифование. Точить поверхности $\varnothing 60h11$ и $\varnothing 50$ окончательно	Токарно-винторезный 16Б16	Специальная оправка
030	Технический контроль		
035	Долбить 28 зубьев ($m = 2$) предварительно под шлифование	Зубодолбежный 5122В	То же
040	Зачистить заусенцы по торцам зубьев	Одношпиндельный полуавтомат 56525	То же
045	Протянуть шпоночный паз $B = 6H8$ окончательно	Протяжной 7512	Направляющая втулка
050	Зачистить заусенцы в шпоночном пазу	Машина для снятия заусенцев	
055	Промыть деталь	Моечная машина	
060	Технический контроль		

065	Термическая обработка		
070	Шлифовать сквозное отверстие $\varnothing 30H7$ и торец $\varnothing 60h11/\varnothing 30H7$ окончательно	Внутришлифовальный 3A227AФ2	
075	Шлифовать торец $\varnothing 50/\varnothing 30H7$ окончательно	Плоскошлифовальный 3Б740ВФ2	Магнитный стол
080	Шлифовать 28 зубьев ($m = 2$) окончательно	Зубошлифовальный 5В833	Оправка
085	Промыть деталь	Моечная машина	
090	Технический контроль		
095	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Торцевое биение поверхности А и Б относительно оси отверстия – не более 0,02.
Степень точности по ГОСТ 1643 – 81 7-Х. Фаски $1 \times 45^\circ$.

Маршрут обработки зубчатого колеса со шлицевыми отверстиями

Размер, мм



Вид заготовки – штамповка.
Материал – сталь 25ХГТ.
Число деталей из заготовки – 1

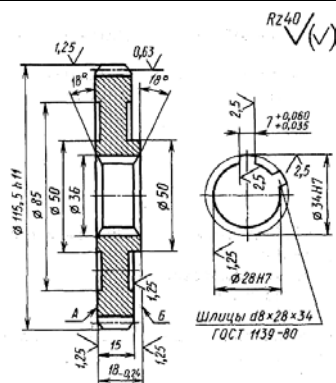
Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка (отжиг)		
020	Подрезать торцы $\varnothing 115h11/\varnothing 62$ и $\varnothing 62/\varnothing 32H7$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\varnothing 62$ предварительно. Обработать отверстие $\varnothing 32H7$ до $\varnothing 30$. Обточить и расточить фаски	Токарный с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Подрезать торец $\varnothing 115h11/\varnothing 32H7$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\varnothing 115h11$ предварительно. Обточить и расточить фаски, выточку $\varnothing 42$	То же	То же
030	Протянуть восьмишлицевое отверстие $\varnothing 32H7 \times \varnothing 38H11 \times \times 6H$ под шлифование	Протяжной 7512	Жесткая опора
035	Подрезать торец $\varnothing 115h11/\varnothing 62$ окончательно, торцы $\varnothing 62/\varnothing 32H7$ и $\varnothing 115h11/\varnothing 32H7$ под шлифование. Обточить наружную поверхность $\varnothing 62$ окончательно и поверхность $\varnothing 115h11$ под шлифование. Проточить паз $B = 10H11$ под шлифование. Обточить	Токарный с ЧПУ КТ141	Специальная оправка

040	фаски Технический контроль		
045	Фрезеровать 44 зуба ($m = 2,5$) под шлифование (по две детали)	Зубофрезерный 53A20B	Приспособление
050	Закруглить 44 зуба ($m = 2,5$) окончательно	Зубозакругло- вочный полуав- томат 5E580	То же
055	Зачистить заусенцы на тор- цах зубьев	Одношпindel- ный полуавтомат для снятия фасок 5B525	Трехкулачковый патрон
060	Калибровать восьмишлице- вое отверстие	Пресс ЛС6-НА	Подставка
065	Термическая обработка		
070	Шлифовать наружную по- верхность $\varnothing 115h11$ и торец $\varnothing 115h11/\varnothing 32H7$ оконча- тельно	Круглошлифо- вальный 3Т161Д	Грибковая оправка
075	Шлифовать отверстие $\varnothing 32H7$ и торец $\varnothing 62/\varnothing 32H7$ окончательно	Внутришлифо- вальный 3А227АФ2	Приспособление
080	Шлифовать паз $B = 10H1$ окончательно	Круглошлифо- вальный 3У131ВМ	Оправка
085	Шлифовать боковые сторо- ны шлицев окончательно	Специальный	Трехкулачковый патрон
090	Шлифовать 44 зуба ($m = 2,5$) окончательно	Зубошлифоваль- ный 5В833	Оправка
095	Промывать деталь	Моечная машина	
100	Технический контроль		
105	Нанесение антикоррозион- ного покрытия		

Нитроцементовать на глубину 0,3 – 0,5 до твердости HRC_{3,50} – 60.
Степень точности по ГОСТ 1643–81 7-Х.

Маршрут обработки зубчатого сменного колеса

Размер, мм



Вид заготовки – штамповка.
Материал – сталь 40ХФА.
Число деталей из заготовки – 1

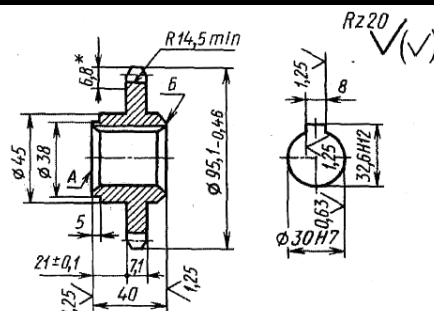
Опера- ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-от- резной 8В262	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка		
020	Подрезать торцы $\varnothing 50/\varnothing 28H7$; $\varnothing 115,5h11/\varnothing 50$. Точить по- верхность $\varnothing 115,5h11$ пред- варительно. Расточить сквоз- ное отверстие $\varnothing 28H7$ пред- варительно. Точить выточки $\varnothing 85/\varnothing 50$ окончательно. Рас- точить фаски	Токарный с ЧПУ 1П756ДФ3	Трехкулачковый патрон

025	Точить поверхность $\varnothing 115,5h11$ предварительно. Подрезать торец $\varnothing 115,5h11/\varnothing 28H7$ предварительно. Точить и расточить фаски. Точить выточку $\varnothing 85/\varnothing 50$ окончательно	То же	То же
030	Протянуть шестишлицевое отверстие $\varnothing 28H7 \times 34H7 \times 7 \times 34$	Горизонтально-протяжной 7512	Жесткая опора
035	Подрезать торцы $\varnothing 115,5h11/\varnothing 28H7$ и $\varnothing 50/\varnothing 28H7$ предварительно под шлифование, торец $\varnothing 115,5h11/\varnothing 50$ окончательно. Точить фаски окончательно	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Центровая оправка
040	Фрезеровать 64 зуба ($m = 1,75$) предварительно под шлифование	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление
045	Зачистить заусенцы на торцах зубьев	Полуавтомат для снятия фасок 5Б525	Оправка
050	Промыть деталь	Моечная машина	
060	Термическая обработка		
065	Калибровать шестишлицевое отверстие $\varnothing 28H7 \times 34H7 \times 7И$	Пресс	Подставка
070	Шлифовать поверхность $\varnothing 115,5h11$ и торец $\varnothing 115,5h11/\varnothing 50$ окончательно	Круглошлифовальный 3Т153	Оправка
075	Шлифовать отверстие $\varnothing 28H7$ и торец $\varnothing 115,5/\varnothing 28H7$ окончательно	Внутришлифовальный 3А227АФ2	Приспособление
080	Шлифовать торец $\varnothing 50/\varnothing 28H7$ окончательно	Плоскошлифовальный 3Б740ВФ2	Магнитный стол
085	Шлифовать 64 зуба $m = 1,75$ предварительно	Зубошлифовальный 5В833	Оправка
090	Шлифовать 64 зуба ($m = 1,75$) окончательно	То же	То же
095	Промыть деталь	Моечная машина	
100	Технический контроль		
105	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Зубья обрабатывать ТВЧ на глубину 1 – 3 до твердости HRC₄₅ – 50.
Торцевое биение поверхностей А и Б относительно оси шлицевого отверстия – не более 0,02.
Степень точности по ГОСТ 1643–81 6-Х.
Фаски 0,5 × 45°.

Маршрут обработки звездочки

Размер, мм



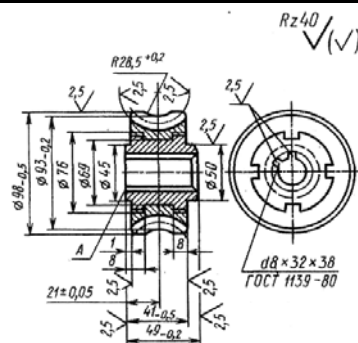
Вид заготовки – штамповка.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-от-резной 8Б262	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка		
020	Подрезать торцы $\varnothing 95,1/\varnothing 45$ и $\varnothing 45/\varnothing 30H7$ предвари-тельно. Обточить наруж-ную поверхность $\varnothing 95,1 - 0,46$ и $\varnothing 45$ предвари-тельно. Расточить и обточить фаски	Токарный полу-автомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Подрезать торцы $\varnothing 38/\varnothing 30H7$ и $\varnothing 95,1/\varnothing 45$ предвари-тельно. Обточить наружные поверхности $\varnothing 38$ и $\varnothing 45$ предвари-тельно. Расточить и обточить фаски	То же	То же
030	Протянуть отверстие $\varnothing 30H7$	Горизонтально-протяжной 7512	Жесткая опора
035	Протянуть паз $B = 8H9$ окончательно	Горизонтально-протяжной 7512	Направляющая втулка
040	Подрезать торцы $\varnothing 38/\varnothing 30H7$ и $\varnothing 95,1/\varnothing 45$ окончательно. Обточить наружные поверх-ности $\varnothing 38, \varnothing 45, \varnothing 95,1 - 0,46$ и $R = 14,5$ оконча-тельно. Расточить и обточить фаски	Токарный с ЧПУ 16Б16Ф3	Специальная оправка
045	Технический контроль		
050	Фрезеровать 22 зуба ($m = 12,7$) окончательно	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление
055	Зачистить заусенцы	Вибробункер	
060	Промыть деталь	Моечная машина	
065	Технический контроль		
070	Термическая обработка	Установка ТВЧ	Индуктор
075	Шлифовать отверстие $\varnothing 30H7$ окончательно	Внутришлифо-вальный 3А227АФ2	Трехкулачковый патрон
080	Промыть деталь	Моечная машина	
085	Технический контроль		
090	Нанесение антикоррозион-ного покрытия		

Зубья обрабатывать ТВЧ на глубину 1 – 3 до твердости HRC,45 – 50.
Торцевое биение поверхностей А и Б относительно оси шлицевого отверстия – не более 0,05.
Класс точности – 2-й, шаг сопрягаемой цепи – 12,7, диаметр ролика – 8,51.
Фаски $1 \times 45^\circ$.

Маршрут обработки червячного колеса из биметалла

Размер, мм



Вид заготовки – отливка.
Материал – бронза А9Ж3А,
сталь 45.
Число деталей из заготовки – 1

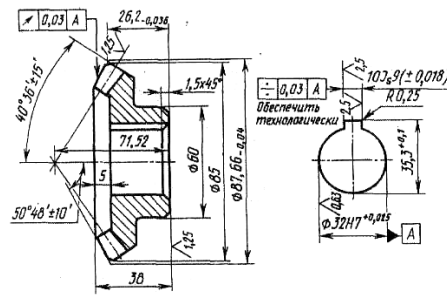
Опера-	Содержание или	Станок,	Оснастка
--------	----------------	---------	----------

ция	наименование операций	оборудование	
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Подрезать торцы $\varnothing 45/\varnothing 32H7$, $\varnothing 76/\varnothing 45$ предварительно. Обточить наружные поверхности $\varnothing 76$ и $\varnothing 69$ окончательно. Сверлить отверстие $\varnothing 32H7$ предварительно. Расточить и обточить фаски	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
015	Подрезать торцы $\varnothing 50/\varnothing 32H7$ и $\varnothing 76/\varnothing 50$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\varnothing 76$ окончательно. Расточить и обточить фаски	То же	То же
020	Фрезеровать четыре паза $B = 8$ на глубину 2 окончательно	Вертикально-фрезерный 6Т82Г	Делительная головка, оправка
025	Зачистить заусенцы	Вибробункер	
030	Залить бронзой		
035	Обрубить и очистить отливку		
040	Подрезать торцы и обточить наружный $\varnothing 98 - 0,5$ предварительно. Расточить отверстие $\varnothing 32H7$ под протягивание. Расточить и обточить фаски	Токарный с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
045	Протянуть восьмишлицевое отверстие $\varnothing 32 \times 38 \times 8$ окончательно	Горизонтально-протяжной 7512	Жесткая опора
050	Подрезать торцы $\varnothing 45/\varnothing 32H7$, $\varnothing 50/\varnothing 32H7$ предварительно, торцы $\varnothing 98 - 0,5/\varnothing 45$ и $\varnothing 98 - 0,5/\varnothing 50$ окончательно. Обточить наружную, поверхность $\varnothing 98 - 0,5$ предварительно и наружную поверхность $\varnothing 50$ окончательно. Расточить и обточить фаски	Токарный с ЧПУ КТ141	Специальная оправка
055	Подрезать торцы $\varnothing 45/\varnothing 32H7$ и $\varnothing 50/\varnothing 32H7$ окончательно. Обточить наружную поверхность $\varnothing 98 - 0,5$ и радиус окончательно	Токарновинторезный с ЧПУ 16К20Ф3	Центровая оправка
060	Технический контроль		
065	Фрезеровать 29 зубьев ($m = 3$) под шевингование	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление
070	Зачистить заусенцы	Верстак	
075	Шевинговать 29 зубьев ($m = 3$) окончательно	Шевинговальный 5Б702В	То же
080	Моечная	Моечная машина	
085	Технический контроль		
090	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Степень точности по ГОСТ 3675–81 7-Х.

Маршрут обработки конического зубчатого колеса прямозубого

Размер, мм

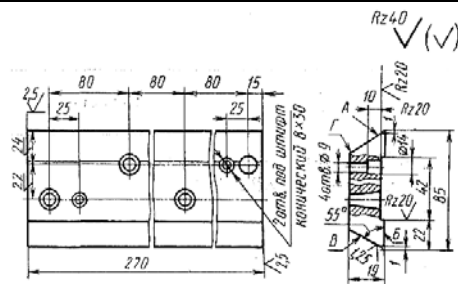


Вид заготовки – прокат.
 Материал – сталь 45.
 Число деталей из заготовки – 1

Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8Б262	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка		
020	Подрезать торцы $\varnothing 60/\varnothing 32H7$ и $\varnothing 87,66/\varnothing 66$ предварительно. Точить поверхность $\varnothing 60$ предварительно. Сверлить, зенкеровать, развернуть отверстие $\varnothing 32H7$ предварительно. Расточить и точить фаски.	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Подрезать торец $\varnothing 87,66/\varnothing 32H7$. Точить поверхность $\varnothing 87,66$ предварительно	То же	То же
030	Протянуть шпоночный паз $B = 10i_9$ окончательно	Горизонтально-протяжной 7512	Жесткая опора
035	Опилить заусенцы на шпоночном пазу	Вибробункер	
040	Подрезать торец $\varnothing 60/\varnothing 32H7$ предварительно, торец $\varnothing 87,66/\varnothing 60$ и точить поверхности $\varnothing 60$, $\varnothing 87,66$ окончательно	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
045	Подрезать торец $\varnothing 87,66/\varnothing 32H7$ предварительно	Токарный с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
050	Контроль		
055	Строгать 35 зубьев ($m = 2,5$) под шлифование	Зубострогальный 5Т23В	Оправка
060	Зачистить заусенцы на зубьях	Вибробункер	
065	Шлифовать торец $\varnothing 60/\varnothing 32H7$ окончательно и отверстие $\varnothing 32H7$ окончательно	Внутришлифовальный	Трехкулачковый патрон
070	Шлифовать торец $\varnothing 87,66/\varnothing 32H7$ окончательно	Плоскошлифовальный 3Б740	Магнитный стол
075	Шлифовать 35 зубьев ($m = 2,5$) окончательно	Зубошлифовальный 58П70В	Оправка
080	Промыть деталь	Моечная машина	
085	Технический контроль		
090	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Маршрут обработки направляющей со скосом под углом 55°

Размер, мм



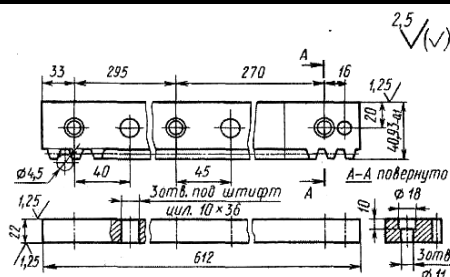
Вид заготовки – поковка.
 Материал – сталь 45.
 Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку		
010	Кузнечная		
015	Термическая обработка		
020	Фрезеровать две широкие плоскости в размер 19,5 под шлифование и две боковые плоскости в размер 83 окончательно	Вертикально-фрезерный 6Т12	Универсально-наладочное приспособление с гидравлическим зажимом
025	Фрезеровать занижение $B = 42$ в размер 1,25 окончательно	То же	Приспособление
030	Фрезеровать два торца в размер 270 окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	То же
035	Фрезеровать два скоса под углом 55° под шлифование	То же	То же
040	Сверлить и зенковать четыре отверстия $\varnothing 9/\varnothing 14$ и два отверстия $\varnothing 8$ под конический штифт	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Наладка УСПО
045	Зачистить заусенцы	Машина для зачистки заусенцев	
050	Шлифовать две широкие плоскости предварительно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита
055	Шлифовать два скоса под углом 55°	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Двухпозиционное приспособление
060	Термическая обработка		
065	Шлифовать две широкие плоскости в размер 19 окончательно (непараллельность не более 0,025)	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита
070	Шлифование двух скосов под углом 55° окончательно	То же	Двухпозиционное приспособление
075	Промывка детали	Моечная машина	
080	Технический контроль		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14,
 остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки зубчатой рейки

Размер, мм



Вид заготовки – поковка.
Материал – сталь 45.
Число деталей из заготовки – 1

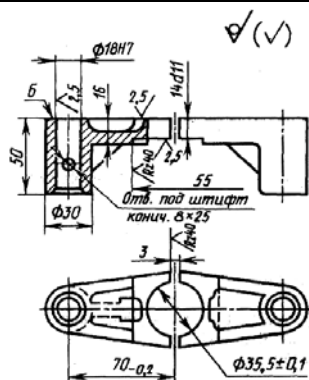
Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Кузнечная		
015	Термическая		
020	Фрезеровать две плоскости заготовки в размеры 27 и 47 предварительно	Вертикально-фрезерный 6Т12	То же
025	Фрезеровать две плоскости в размеры 25 и 44 предварительно	То же	Специализированное двухпозиционное приспособление с гидравлическим зажимом
030	Фрезеровать два торца предварительно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Универсально-наладочное приспособление
035	Термическая обработка		
040	Строгать плоскость 40 × 612 в размер 26 и плоскость 22 × 612 в размер 43 под шлифование	Поперечно-строгальный 3710Д	Специализированное двухпозиционное приспособление.
045	Строгать вторую плоскость 40 × 612 в размер 22,8 и плоскость зубьев в размер 41 под шлифование	То же	Сменная наладка
050	Фрезеровать два торца в размер 612 окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Универсально-наладочное приспособление. Сменная наладка
055	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
060	Сверлить и зенковать три отверстия Ø9,8 под штифты, сверлить и зенковать три отверстия Ø11/Ø18	Вертикально-сверильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Наладка УСПО
065	Термическая обработка		
070	Шлифовать плоскость 40 × 612 в размер 22,6 – 0,1 предварительно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита
075	Шлифовать вторую плоскость 40 × 612 в размер 22,4 – 0,1 (комплектно со стыкуемой деталью) предварительно	То же	То же
080	Шлифовать плоскость 22 × 612 в размер 40,8 – 0,1 предварительно	То же	Приспособление, опорная планка
085	Шлифовать вторую плоскость 22 × 612 в размер 40,5 – 0,1 предварительно	То же	Магнитная плита
090	Зачистить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	

020	Обработать отверстие $\varnothing 65H7$ до $\varnothing 64,5$ и отверстие $\varnothing 131H14$ до $\varnothing 13N9$ (технологически)	делем повышенной точности 3E756Ф2 Вертикальный расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2256ВМФ3	
025	Фрезеровать контур детали окончательно, паз $B = 14 + 0,2$ окончательно, три фаски $1,6 \times 45^\circ$ и паз $B = 18^{+0,4}_{+0,2}$ окончательно. Сверлить отверстие $\varnothing 5$ под выход круга	Вертикальный консольный фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином ГФ2171	Наладка УСПО
030	Фрезеровать уступ по размерам 15 и 12 под шлифование	Горизонтальный консольно-фрезерный 6Т82Г	Приспособление
040	Зачистить заусенцы	Машина для снятия заусенцев	
045	Сверлить и нарезать резьбу М8 – 7Н в трех отверстиях окончательно	Вертикальный сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Наладка УСПО
050	Сверлить отверстие $\varnothing 6$, рассверлить отверстие $\varnothing 12$, зенковать фаску окончательно	Радиально-сверлильный 2К52-1	Кондуктор
055	Термическая обработка		
060	Шлифовать две плоскости в размер $31^{+0,2}_{-0,1}$ окончательно	Плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем и крестовым столом 3E711ВФ2	Магнитная плита
065	Расточить отверстие $\varnothing 65H7$ окончательно	Координатно-расточной 2431С	Нормальный крепеж
070	Шлифовать уступ 15×12 предварительно	Плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем и крестовым столом 3E711ВФ2	Приспособление
075	Шлифовать уступ 15×12 окончательно	То же	То же
080	Полировать деталь		
085	Промыть деталь	Моечная машина	
090	Технический контроль		
095	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки вилки

Размер, мм



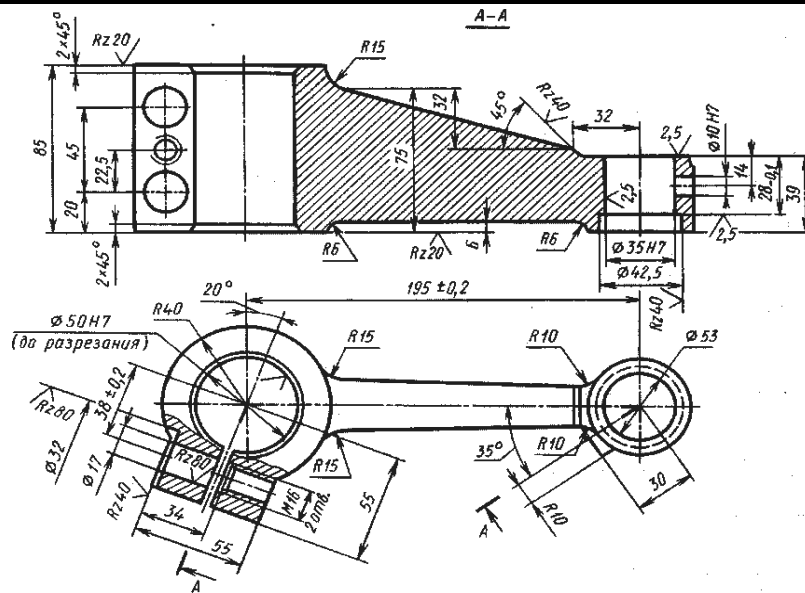
Вид заготовки – отливка.
Материал – чугун СЧ 20.
Число деталей из заготовки – 2

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Очистка и обрубка отливки		
015	Малярная		
020	Навесить бирку с номером детали на тару		
025	В первой позиции: фрезеровать плоскость прилегания с припуском под шлифование. Сверлить, расточить и развернуть два отверстия $\varnothing 18H7$, расточить отверстие $\varnothing 35,5 \pm 0,1$ окончательно. Во второй позиции: фрезеровать щечки в размер 14,2 под шлифование, зенковать фаски $1 \times 45^\circ$ в двух отверстиях $\varnothing 18H7$	Вертикально-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином ГФ2171	Наладка УСПО двухпозиционная четырехместная
035	Сверлить одно отверстие $\varnothing 8$ под штифт	Вертикально-сверлильный 2Н125-1	Кондуктор
040	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
045	Термическая обработка		
050	Шлифовать плоскость прилегания окончательно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Приспособление
055	Шлифовать вторую сторону щечки в размер 14d11	То же	Магнитная плита
060	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
065	Промыть деталь	Моечная машина	
070	Технический контроль		
075	Антикоррозионная обработка		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки рычага

Размер, мм



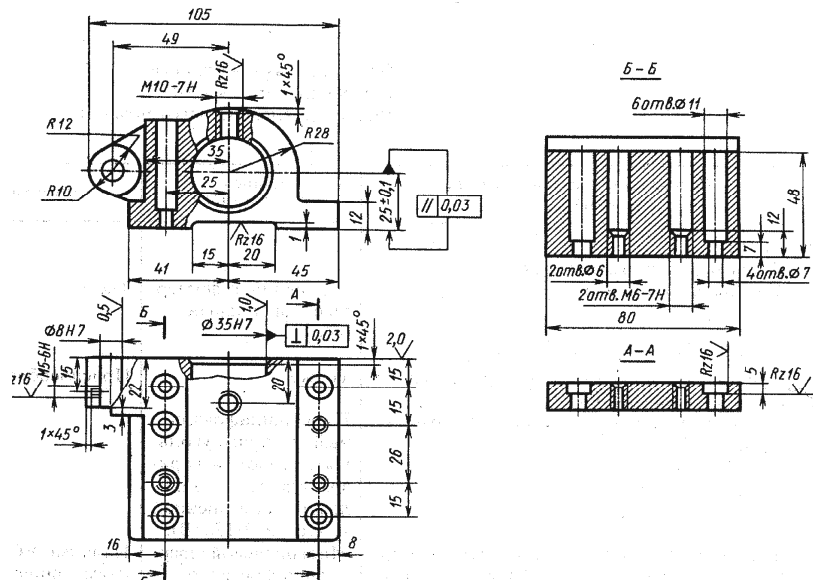
Вид заготовки – отливка.

Материал – сталь 45Л.

Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Обрубка и очистка отливки		
015	Фрезеровать литники	Вертикально-фрезерный консольный 6Т13	Тиски
020	Навесить бирку с номером детали		
025	Фрезеровать нижнюю плоскость с припуском под шлифование	То же	Приспособление
030	Шлифовать нижнюю плоскость окончательно	Плоскошлифовальный с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем повышенной точности 3П722ДВ	
035	В первой позиции: фрезеровать поверхности бобышек в размер 85 и 39 окончательно, расточить отверстия Ø50H7, Ø35H7 и фаски окончательно; зенковать выточку Ø42,5 окончательно. Во второй позиции: обработать два отверстия Ø32/Ø17/M16 и одно отверстие M12 окончательно, фрезеровать паз B = 3 окончательно	Многоцелевой (сверлильно-фрезерно-расточный) вертикальный высокой точности 2256ВМФ4	Наладка УСПО двухпозиционная
040	Обработать отверстие Ø10H7 окончательно	Радиально-сверлильный 2К52-1	Кондуктор
045	Зачистить заусенцы	Машина для снятия заусенцев	
050	Моечная	Моечная машина	
055	Технический контроль		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.



Вид заготовки – отливка.

Материал – алюминий АЛ9.

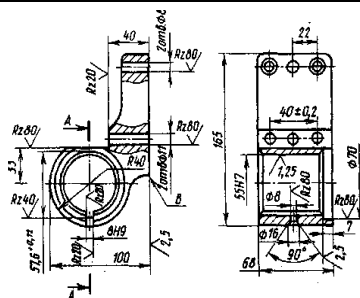
Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Обрубка и очистка отливки		
015	Навесить бирку с номером детали		
020	Фрезеровать поверхность прилегания предварительно	Вертикально-фрезерный 6Т13	Приспособление
025	Фрезеровать торец отверстия $\varnothing 35H7$ предварительно, расточить отверстие $\varnothing 35H7$ предварительно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР320МФ4	Наладка УСПО двухместная
030	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
035	Термическая обработка		
040	Фрезеровать торец отверстия $\varnothing 35H7$ окончательно, расточить и развернуть отверстие $\varnothing 35H7$ окончательно, сверлить, расточить и развернуть отверстие $\varnothing 8H7$ окончательно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР320МФ4	Наладка УСПО
045	В первой позиции: фрезеровать поверхность прилегания и паз $B = 35 (15 + 20)$ окончательно, сверлить четыре отверстия $\varnothing 7$, два отверстия $\varnothing 6$, сверлить и нарезать резьбу в двух отверстиях М6-7Н. Во второй позиции: зенковать четыре отверстия $\varnothing 7$ до $\varnothing 11$ окончательно, рассверлить два отверстия $\varnothing 6$ до $\varnothing 11$ окончательно, зацентрировать, сверлить и нарезать резьбу М10-7Н окончательно	То же	Наладка УСПО двухпозиционная
050	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
055	Технический контроль		
060	Консервация		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14,
 остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки кронштейна

Размер, мм



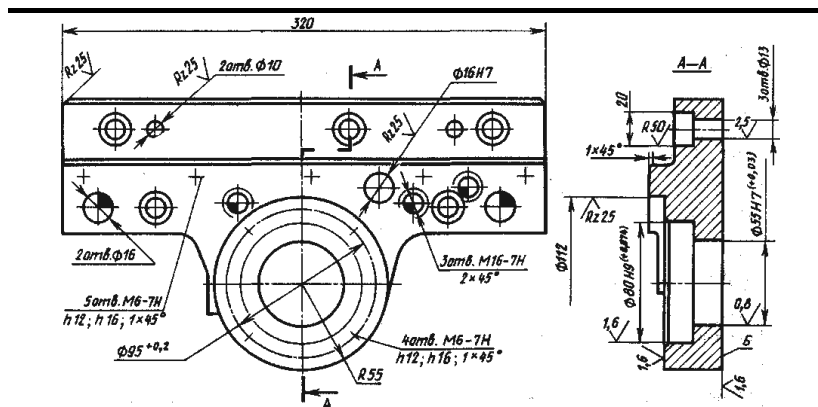
Вид заготовки – отливка.
Материал – чугун СЧ 20.
Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Обрубка и очистка отливки		
015	Малярная		
020	Навесить бирку с номером детали на тару		
025	В первой позиции: фрезеровать плоскость прилегания в размеры 100 и 28 окончательно. Сверлить четыре отверстия $\varnothing 11$. Сверлить и развернуть два отверстия $\varnothing 8$ до $\varnothing 8H7$ технологически. Во второй позиции: фрезеровать уступ в размере 40 и 73 ($R40 + 33$) окончательно. Зенковать два отверстия $\varnothing 11$ до $\varnothing 20$ окончательно. В третьей позиции: расточить отверстие $\varnothing 55H7$, выточку $\varnothing 70$ с пропиловкой торца $\varnothing 55H7/\varnothing 70$ окончательно	Расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2254ВМФ4	
030	Зенковать фаску $1 \times 45^\circ$ в отверстии $\varnothing 55H7$	Вертикально-сверлильный 2Н135-1	Подставка
035	Протянуть паз $b = 8H9$ окончательно	Горизонтально-протяжной 7512	Приспособление
040	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
045	Промыть деталь	Моечная машина	
050	Технический контроль		
055	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки кронштейна

Размер, мм



Вид заготовки – отливка.

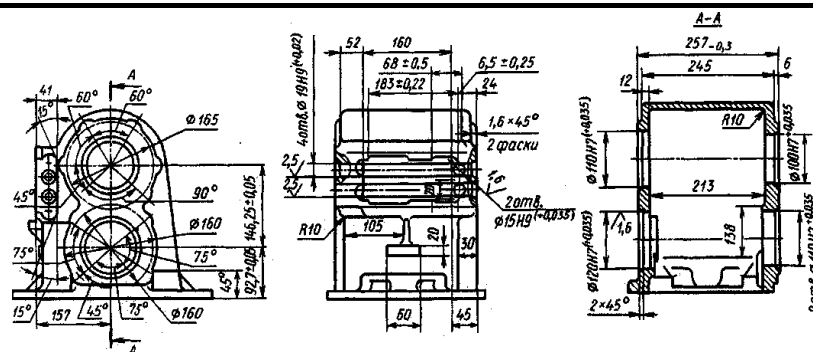
Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Обрубка и очистка отливки		
015	Малярная		
020	Навесить бирку с номером детали на тару		
025	Фрезеровать поверхность Б размер 32 и противоположную поверхность в размер 52 предварительно	Карусельно-фрезерный 6М23С13	Приспособление двухпозиционное четырехместное с гидравлическим зажимом
030	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
035	Фрезеровать верхнюю поверхность в размер 84 + 2 (120 – 36)	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Приспособление с гидравлическим зажимом
040	Фрезеровать два торца в размер 324 предварительно	То же	Приспособление двухпозиционное с гидравлическим зажимом
045	Расточить отверстие Ø55Н7 до Ø50	Горизонтально-расточный 2А614Ф1	Приспособление
050	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
055	Искусственно старить деталь		
060	Фрезеровать поверхность Б в размер 30,3 и противоположную поверхность в размер 48,6 под шлифование	Карусельно-фрезерный 6М23С13	Приспособление двухпозиционное четырехместное с гидравлическим зажимом
065	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	
070	Фрезеровать верхнюю поверхность в размер 84 (120 – 36) окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Приспособление с гидравлическим зажимом
075	Фрезеровать два торца в размер 320 окончательно	То же	Приспособление двухпозиционное с гидравлическим зажимом
080	Шлифовать поверхность Б в размер 30 и противоположную поверхность в размер 48 окончательно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита
085	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	

Маршрут обработки корпуса коробки подач

Размер, мм



Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 18.

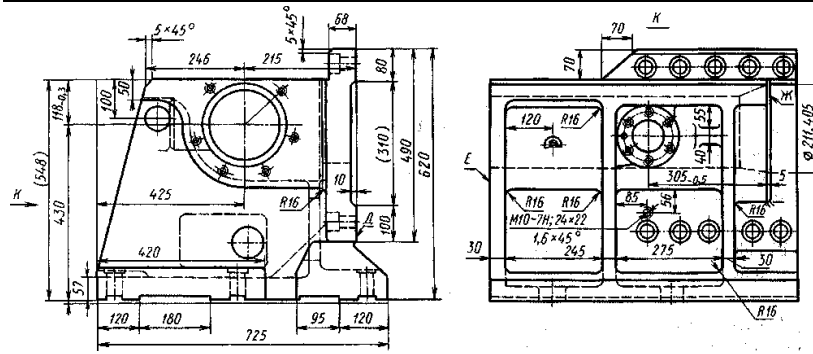
Число деталей из заготовки – 1

Операция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Обрубка и очистка отливки		
015	Фрезеровать левую боковую плоскость предварительно и окончательно. Сверлить, зенкеровать и развернуть два отверстия $\varnothing 15H9$, сверлить шесть отверстий $\varnothing 14,5$	Вертикально-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином ГФ2171	Наладка УСПО
020	Фрезеровать переднюю плоскость окончательно, расточить отверстие $\varnothing 110H7$ и $\varnothing 120H7$ окончательно, сверлить и нарезать резьбу М12–7Н в десяти отверстиях окончательно. Фрезеровать уступ на левой боковой плоскости окончательно, сверлить и нарезать резьбу М8–7Н в восьми отверстиях окончательно, сверлить, зенкеровать и развернуть два отверстия $\varnothing 15H9$ окончательно. Фрезеровать заднюю плоскость окончательно, расточить отверстия $\varnothing 100H7$ и $\varnothing 110H7$ окончательно. Сверлить и нарезать резьбу М8–7Н в восьми отверстиях окончательно, сверлить, зенкеровать и развернуть четыре отверстия $\varnothing 19H9$ окончательно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР500МФ4	То же
025	Притупить острые кромки	Верстак	
030	Технический контроль		
035	Малярная		
040	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Маршрут обработки корпуса центральной бабки

Размер, мм



Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 1

Опера-ция	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литье		
010	Обрубка и очистка отливки		
015	Малярная		
020	Фрезеровать верхнюю плоскость, уступ на верхней плоскости и плоскость Д предварительно	Продольно-фрезерный 6М610Ф11	Приспособление
025	Фрезеровать нижнюю плоскость и левую боковую кромку предварительно	То же	Наладка УСПО
030	Фрезеровать плоскость Е предварительно, расточить отверстие $\varnothing 180H7$ до $\varnothing 168H9$, фрезеровать торец Ж и торцевые выступы, противоположные плоскости Е, с припуском 2 мм под старение. Расточить отверстие $\varnothing 90H7$ до $\varnothing 85$ и R78, выдерживая размер 164 (162 + 2)	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР800МФ4	То же
035	Фрезеровать наклонную плоскость с припуском 2 мм под старение	Продольно-фрезерный 6М610Ф1	
040	Притупить острые кромки	Верстак	
045	Термическая обработка		
050	Малярная		
055	Фрезеровать нижнюю плоскость под шлифование, три занижения $36 \times 2 \times 755$, одно занижение $95 \times 2,5 \times 755$, одно занижение $180 \times 2,5 \times 755$ окончательно. Сверлить и расточить пять отверстий $\varnothing 32/\varnothing 60$ (два отверстия до $\varnothing 32H7$ технологически) и два отверстия $\varnothing 80$, фрезеровать пластик на левой боковой поверхности в размер 725 окончательно. Фрезеровать наклонную плоскость окончательно, две фаски $5 \times 45^\circ$ окончательно. Фрезеровать верхнюю плоскость окончательно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР800МФ4	
060	Шлифовать нижнюю плоскость окончательно	Плоскошлифовальный	Приспособление

065	Фрезеровать торцы передних выступов окончательно, плоскость Ж окончательно. Расточить отверстие $\varnothing 180H7$ до $\varnothing 178$, сверлить и нарезать резьбу M12-7H в шести отверстиях. Фрезеровать плоскость Д окончательно, расточить отверстие $\varnothing 90H7$ окончательно. Сверлить и нарезать резьбу M10-7H в шести отверстиях окончательно. Расточить отверстия $\varnothing 70$ и $\varnothing 60$ окончательно. Расточить выточку R78, выдерживая размер 162, окончательно	3П722ДВ Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР800МФ4	Наладка УСПО
070	Расточить конус $\varnothing 211, 40 < 5^\circ$ окончательно, расточить $\varnothing 180H7$ до $\varnothing 179,9H7$	Токарно-карусельный с ЧПУ 1К512ПФ3	Приспособление
075	Хонинговать отверстие $\varnothing 180H7$ окончательно	Хонинговальный 3А845Ф1	Наладка УСПО
080	Притупить острые кромки	Верстак	
085	Технический контроль		
090	Нанесение антикоррозионного покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ НА ОБРАБОТКУ ПИНОЛЕЙ, ГИЛЬЗ, ШПИНДЕЛЕЙ И ХОДОВЫХ ВИНТОВ

Общие требования. 1. От каждого прутка (трубы) отрезать два (один) образца длиной 10...12 мм. Заклеить образцы и прутки одним порядковым номером. В заводской лаборатории провести анализ микро- и макроструктуры, химического состава металла, а также получить разрешение на выдачу прутка в заготовительный цех.

2. Число операций и порядок обработки тех или иных поверхностей, отверстий, уступов и прочих конструктивных элементов, входящих в черновые, получистовые и чистовые операции, число и порядок слесарных операций по зачистке заусенцев и притуплению острых кромок не регламентируются и устанавливаются применительно к каждому типу деталей при условии обеспечения безопасности работ, а также для улучшения условий выполнения последующих операций.

3. Величина припуска для всех операций, кроме регламентированных, зависит от габаритных размеров деталей и от технических требований чертежа. Крепление деталей не должно вызывать деформаций и дополнительных внутренних напряжений.

4. Черновую обработку наружных и внутренних поверхностей проводить на токарно-винторезных, токарных станках с числовым и оперативным программным управлением (ЧПУ и ОПУ) с припуском 4...6 мм на диаметр. Если центральное отверстие имеет предельные отклонения по 12-му качеству и грубее, то его обработку следует проводить окончательно на специализированных станках для глубокого сверления и растачивания типа 2805П, ОС-4000, РТ-601 или на токарно-винторезных станках.

5. Выбор СОЖ, способа ввода в зону резания, контроля и очистки проводить согласно соответствующим рекомендациям.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ОБРАБОТКУ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПИНОЛЕЙ И ГИЛЬЗ (из сталей 40ХФА, 18ХГТ, 30ХЗМФ, 38Х2МЮА, упрочняемых азотированием)

Пиноль (рис. 18).

1. Азотировать поверхности согласно чертежу, кроме резьб.
2. Допуск перекоса паза Г относительно поверхности Б – 0,05 мм.
3. Допуск симметричности паза Г относительно общей плоскости симметрии поверхности Б и паза Г – 0,03 мм. Допуск зависимый.
4. Поверхность Б обработать по фактическому замеру сопряженной поверхности, обеспечив гарантированный зазор.
5. Допуск шпоночного паза Г – по ГОСТ 23360-78.

Гильза (рис. 19).

1. Азотировать поверхности согласно чертежу, кроме резьб.
2. Поверхность А обработать по фактическому замеру сопряженной поверхности, обеспечив гарантированный зазор.
3. Допуск круглости поверхностей Б и В – 0,001 мм.

4. Конусообразность поверхностей B и $B - 0,002$ мм.
5. Допуск радиального биения поверхностей B и B относительно поверхности $A - 0,008$ мм.
6. d – диаметр метрической резьбы, поле допуска $6g$ по ГОСТ 16093–81.
7. Параметры рейки: модуль $m = 2,5 \dots 5$; степень точности 6В, 7В, 8В по ГОСТ 10242 – 81.

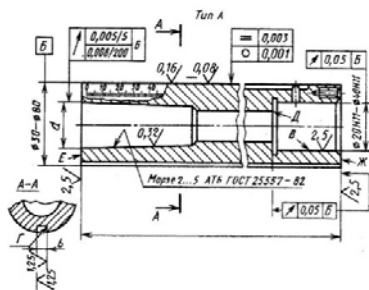


Рис. 18. Эскиз пиноли

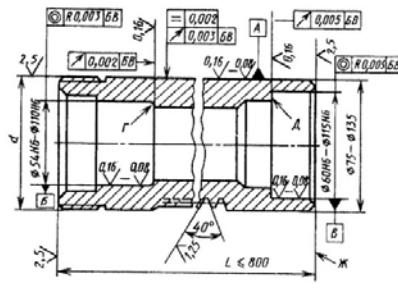


Рис. 19. Эскиз гильзы

ТИПОВАЯ СХЕМА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПИНОЛЕЙ И ГИЛЬЗ

1. Отрезка образцов-свидетелей.
2. Контроль исходного металла.
3. Отрезка заготовок и образцов-свидетелей.
4. Термическая обработка. Выполняется по заключению центральной лаборатории.
5. Черновая обработка торцов и центровых отверстий.
6. Черновая обработка наружных и внутренних поверхностей.
7. Черновая обработка образцов-свидетелей.
8. Термическая обработка. Закалка с высоким отпуском или нормализация с высоким отпуском (вместе с образцами-свидетелями).
9. Обработка точных наружных поверхностей под шлифование, поверхностей под резьбу, окончательная обработка остальных поверхностей.
10. Обработка точных внутренних поверхностей, центровых (базовых) фасок и торцов под шлифование, окончательная обработка прочих внутренних поверхностей.
11. Технологическое шлифование базовой наружной поверхности.
12. Обработка зубьев рейки (рис. 19) и продольного паза (рис. 18) под шлифование, окончательная обработка крепежных отверстий и других аналогичных элементов.
13. Обработка образцов-свидетелей под шлифование.
14. Предварительное шлифование точных внутренних поверхностей и торцов.
15. Термическая обработка. Отпуск стабилизирующий (вместе с образцами-свидетелями).
16. Шлифование центровых (базовых) фасок.
17. Предварительное шлифование наружной поверхности.
18. Полуцистовое шлифование конического отверстия (рис. 18) или базовых отверстий (рис. 19) и предварительное шлифование зубьев рейки (рис. 19).
19. Термическая обработка. Отпуск стабилизирующий (вместе с образцами-свидетелями).
20. Шлифование центровых (базовых) фасок.
21. Шлифование наружной поверхности под азотирование.
22. Шлифование под азотирование конического отверстия и торцов (рис. 18), базовых отверстий и зубьев рейки (рис. 19).
23. Шлифование торцов образцов-свидетелей.
24. Термическая обработка. Азотирование (вместе с образцами-свидетелями).
25. Контроль качества азотированного слоя.
26. Шлифование центровых (базовых) фасок.
27. Окончательное шлифование продольного паза (рис. 18). Шлифование поверхностей под резьбу для удаления азотированного слоя, шлифование (нарезание) метрической резьбы и окончательное шлифование зубьев рейки (рис. 19).
28. Окончательное шлифование наружной поверхности.
29. Окончательное шлифование базовых цилиндрических и конических отверстий и торцов.
30. Суперфиниширование наружной поверхности.

Примечания: 1. Операции 17, 18, 20 выполнять только для деталей малой жесткости.

2. Операцию 26 и последующие выполнять в термоконстантном помещении для деталей станков классов точности А, В, С.

3. Операцию 30 выполнять для получения параметра шероховатости $Ra \leq 0,15$ мкм.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ ОПЕРАЦИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПИНОЛЕЙ И ГИЛЬЗ

9. Обработка точных наружных поверхностей под шлифование, поверхностей под резьбу, окончательная обработка остальных поверхностей.

Обработку точных наружных поверхностей проводить с припуском 0,6...0,9 мм в зависимости от размеров деталей и требуемых точностных параметров, поверхностей под резьбу – с припуском, учитывающим толщину азотированного слоя плюс 0,2 мм; обработку остальных поверхностей проводить окончательно на токарно-винторезных и токарных станках с ЧПУ и ОПУ.

Овальность и конусообразность поверхностей, обработанных под шлифование, не более 0,025 мм.

Параметр шероховатости $Rz \leq 20$ мкм.

10. Обработка точных внутренних поверхностей, центровых (базовых) фасок и торцов под шлифование, окончательная обработка прочих внутренних поверхностей.

Обработку точных внутренних поверхностей проводить с припуском 0,5...0,7 мм в зависимости от размеров детали и требуемых точностных параметров на токарно-винторезных, токарно-винторезных с гидросуппортом и токарных станках с ЧПУ и ОПУ при установке детали в патроне и люнете.

Радиальное биение обработанных внутренних поверхностей относительно оси базовой поверхности – не более 0,08 мм.

Параметр шероховатости обработанных под шлифование поверхностей $Ra \leq 2,5$ мкм.

11. Технологическое шлифование базовой наружной поверхности.

Обработку проводить с припуском 0,3...0,5 мм в зависимости от размеров детали с целью создания промежуточной технологической базы на круглошлифовальных станках типа 3М153, 3М151, 3М152 при установке детали на центровых (базовых) фасках или специальных центровых оправках, с охлаждением.

Овальность и конусообразность обработанной поверхности – не более 0,01 мм.

Параметр шероховатости $Ra \leq 1,25$ мкм.

12. Обработка зубьев рейки (рис. 19), продольного паза (рис. 18) под шлифование, отверстий под крепежные детали и других аналогичных элементов – окончательно.

Обработку зубьев рейки проводить с припуском 0,3...0,4 мм на толщину зуба в зависимости от размеров и требуемых точностных параметров на рейкофрезерных и рейкодолбежных полуавтоматах типа 5412ЕЗ-9В или модернизированных горизонтально-фрезерных станках.

Обработку продольного паза проводить с припуском 0,3...0,4 мм на размер по ширине паза на горизонтально-фрезерных станках. Дно паза обработать окончательно.

Допуск перекоса паза относительно базовой поверхности – 0,1 мм.

Симметричность паза относительно базовой поверхности – не более 0,05 мм.

Резьбовые и другие отверстия, пазы обработать окончательно.

14. Предварительное шлифование точных внутренних поверхностей и торцов.

Обработку проводить с припуском 0,25...0,35 мм на специализированных внутришлифовальных станках типа СШ-141, СШ-148, универсальных круглошлифовальных станках типа ЗУ 132 и других с применением специальных приспособлений или в патроне и люнете с охлаждением.

Овальность и конусообразность цилиндрических поверхностей не более 0,01 мм.

Радиальное и торцевое биение обработанных поверхностей относительно оси базовой поверхности – не более 0,02 мм.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 1,25$ мкм.

Коническое отверстие обработать с точностью АТ8 по ГОСТ 25557–82.

16. Шлифование центровых (базовых) фасок.

Обработку проводить на специальных центрошлифовальных станках типа 3922Р, 28М фирмы Техника (Швейцария) с планетарным и осциллирующим движениями режущего инструмента, которые обеспечивают необходимую геометрию и соосность центровых (базовых) фасок, или на специализированных внутришлифовальных, универсальных круглошлифовальных станках.

Допускается замена шлифования центровых фасок на притирку, выполняемую на токарных станках.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 1,25$ мкм на операции 16 и $Ra \leq 0,32$ мкм – на операциях 20 и 26.

17. Предварительное шлифование наружной поверхности.

Обработку проводить с припуском 0,15...0,2 мм на круглошлифовальных станках типа 3М153, 3М151, 3М152 при установке детали на центровых фасках, специальной центральной оправке или технологических пробках с обильным охлаждением.

Овальность и конусообразность обработанных поверхностей – не более 0,005 мм.

Радиальное биение относительно общей оси базовых поверхностей – не более 0,016 мм.

Параметр шероховатости $Ra \leq 0,63$ мкм.

18. Полуцистовое шлифование конического отверстия (см. рис. 18) или базовых отверстий (см. рис. 19) и предварительное шлифование зубьев рейки (см. рис. 19).

Обработку отверстий проводить с припуском 0,15...0,2 мм на специализированных внутришлифовальных станках типа СШ-141, ШИ-148, универсальных круглошлифовальных станках типа ЗУ 131, ЗУ 142В с применением специальных приспособлений или в патроне и люнете, с обильным охлаждением.

Овальность и конусообразность цилиндрических поверхностей не более 0,005 мм. Биение относительно оси базовой поверхности не более 0,016 мм.

Биение конического отверстия относительно оси базовой поверхности – не более 0,016 мм на расстоянии 5 мм от торца и не более 0,02 мм на расстоянии 200 мм.

Коническое отверстие обработать с точностью АТ7 по ГОСТ 25557–82.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 0,63$ мкм.

Предварительное шлифование зубьев рейки проводить с припуском 0,1...0,15 мм на толщину зуба на специальных рейкошлифовальных станках типа МШ-245 и других с применением универсальных или специальных установочных приспособлений с обильным охлаждением.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 1,25$ мкм.

Характеристики шлифовальных кругов и режимы обработки выбирать по табл. 33, 34.

21. Шлифование наружной поверхности под азотирование.

Обработку проводить с припуском 0,05...0,08 мм на круглошлифовальных станках высокой точности типа 3E153, 3M151B, 3M152B при установке детали на центровых фасках, специальной центровой оправке или технологических пробках с обильным охлаждением.

Овальность и конусообразность обработанной поверхности – не более 0,0025 мм.

Параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra \leq 0,32$ мкм [11].

22. Шлифование под азотирование конического отверстия и торцев (рис. 18), базовых отверстий, зубьев рейки (рис. 19).

33. Рекомендуемые характеристики шлифовальных кругов для шлифования зубьев рейки методом копирования профильным кругом

Модуль m , мм	Параметр шероховатости поверхности Ra , мкм	Твердость обрабатываемого материала		
		HRC	HV 285 – 550 (HRC 30 – 50)	HV > 550 (HRC > 50)
<3	2,5	24A16C16K	24A16CM26K	24A16CM16K
	1,25	24A12C17K	24A12CM27K	24A12CM17K
	0,63	25A10C18K	25A10CM28K	25A10CM18K
≥ 3	2,5	24A25C16K	24A40CM26K	24A40CM16K
	1,25	24A25C17K	24A25CM27K	24A25CM17K
	0,63	25A25C18K	25A25CM28K	25A25CM18K

34. Рекомендуемые режимы обработки при шлифовании зубьев рейки

Модуль зуба m , мм	Припуск на толщину зуба по делительной линии, мм	Скорость движения ползуна, м/мин, при обработке			Общее число проходов	Подача на глубину шлифования на ход ползуна $S_{гк}$, мм/ход, при обработке		
		предварительной	получистой	чистой		предварительной	получистой	чистой
≤ 4	0,25	7...10	5...6	–	5	0,08...0,12	0,02...0,03	–
	0,03	–	–	3...4	3	–	–	0,01...0,02
≥ 4	0,35	7...10	5...6	–	6	0,08...0,12	0,02...0,03	–
	0,04	–	–	3...4	4	–	–	0,01...0,02

Обработку проводить с припуском 0,05...0,08 мм на специализированных внутришлифовальных станках типа СШ-141, СШ-148, универсальных круглошлифовальных станках типа ЗУ131В, ЗУ142В и других с применением специальных приспособлений или в патроне и люнете с обильным охлаждением.

Овальность и конусообразность цилиндрических базовых поверхностей – не более 0,003 мм.

Соосность не более 0,005 мм.

Радиальное биение внутренних цилиндрических поверхностей относительно оси базовой поверхности – не более 0,008 мм.

Биение конического отверстия относительно оси базовой поверхности – не более 0,008 мм и торца пиноли – не более 0,01 мм на расстоянии 200 мм.

Коническое отверстие обработать с точностью АТ6 по ГОСТ 25557–82.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 1,25$ мкм.

Припуски на окончательную обработку отверстий [11, гл. 16].

Шлифование под азотирование зубьев 6-й степени точности проводить с припуском 0,03...0,04 мм на толщину зуба, 7-й степени точности – окончательно на специальных рейкошлифовальных станках типа МШ-245 и других с применением универсальных или специальных установочных приспособлений до получения заданных параметров шероховатости и точности согласно техническим требованиям чертежа с обильным охлаждением.

Характеристики шлифовальных кругов и режимы обработки (табл. 33, 34).

27. Окончательное шлифование продольного паза (рис. 18), шлифование поверхностей под резьбу для удаления азотированного слоя, шлифование (нарезание) метрической резьбы и окончательное шлифование зубьев рейки (рис. 19).

Шлифование продольного паза проводить на шлицшлифовальных станках типа ЗБ451 и других, обеспечивающих необходимую точность обработки, с обильным охлаждением до получения заданных параметров точности и шероховатости согласно техническим требованиям чертежа.

Шлифование (нарезание) метрической резьбы проводить на резьбошлифовальных станках высокой точности типа 5K823В, 5K822В или токарных типа 16K20П и других при установке детали на центровых фасках, специальной центровой оправке или технологических пробках при обильном охлаждении до получения заданных параметров шероховатости и точности согласно техническим требованиям чертежа.

Режимы шлифования:

скорость вращения детали $v_d \leq 0,8$ м/мин;

глубина резания $t \leq 0,8$ мм/ход стола.

Зубья рейки шлифовать на специальных рейкошлифовальных станках типа МШ-245 и других с применением универсальных или специальных установочных приспособлений до получения заданных параметров шероховатости и точности согласно техническим требованиям чертежа с обильным охлаждением.

Характеристики шлифовальных кругов и режимы обработки (табл. 33, 34).

28. Окончательное шлифование наружной поверхности.

Обработку проводить на специальных станках для сопряженного шлифования типа ХШ1-03 или круглошлифовальных станках высокой и особо высокой точности типа ЗМ151В, ЗМ152В, ЗЕ153, ЗН163С и других, обеспечивающих необходимую точность обработки, при установке детали на центровых фасках, специальной центральной оправке или технологических пробках при обильном охлаждении до получения заданных параметров шероховатости и точности согласно техническим требованиям чертежа.

Предпочтительнее шлифование кругами из эльбора.

Характеристики шлифовальных кругов из эльбора и режимы обработки (табл. 35, 36).

Правку кругов из эльбора проводить алмазными карандашами исполнения С.

29. Окончательное шлифование базовых цилиндрических и конических отверстий и торцов.

Обработку отверстий и торцов предпочтительнее проводить кругами из эльбора на специализированных внутришлифовальных станках типа СШ-141, СШ-148 или универсальных круглошлифовальных станках высокой и особо высокой точности типа ЗУ 142В, ЗУ121С и других, обеспечивающих необходимую точность обработки, с применением специальных приспособлений, с обильным охлаждением до получения заданных параметров точности и шероховатости согласно техническим требованиям чертежа. Характеристики шлифовальных кругов из эльбора и режимы обработки (табл. 37, 38).

35. Рекомендуемые характеристики шлифовальных кругов из эльбора для круглого наружного шлифования

Параметр шероховатости поверхности R_a , мм	Характеристика шлифовального круга
0,32...0,15	ЛО Л10-Л20 СМ2-С2 К7 100 %; ЛО Л10-Л20 Б1, Б156 100 %
0,08...0,04	ЛО ЛМ40-Л4 КБ 100 %

36. Рекомендуемые режимы обработки при круглом наружном шлифовании кругами из эльбора

Параметры	Числовые значения
Скорость круга $v_{кр}$, м/с	30...50
Скорость вращения детали v_d , м/мин	15...30
Продольная подача S , м/мин	0,25...0,5
Подача S_{2x} , мм/дв. ход	0,002...0,005
СОЖ	3%-ный раствор эмульсола НГЛ-205

37. Рекомендуемые характеристики шлифовальных кругов из эльбора для внутреннего шлифования

Параметр шероховатости поверхности R_a , мкм	Характеристика шлифовального круга
0,32...0,15	ЛО Л10-Л12 СТ1-СТ2 К7 100 %
0,08...0,04	ЛО ЛМ40-Л6 КБ, Б1 100 %

38. Рекомендуемые режимы обработки при внутреннем шлифовании кругами из эльбора

Диаметр шлифования, мм	Скорость круга $v_{кр}$, м/с	Скорость вращения детали v_d , м/мин
≤ 20	8...17	8...15
50	17...21	15...25
80	21...35	20...30

Пр и м е ч а н и е. Продольная подача в долях ширины круга H равна (0,25...0,4) H ; продольная подача 0,2...0,5 м/мин; подача $S_{2x} = 0,002...0,005$ мм/дв. ход.

Правку кругов проводить алмазными карандашами типа Н2 – Н3.

Режимы правки:

подача на глубину – 0,0025 мм/дв. ход.;

скорость круга $v_{кр} = 25 \dots 30$ м/с;

продольная подача $S = 0,1 \dots 0,2$ м/мин.

30. Суперфиниширование наружной поверхности.

Обработку проводить на суперфинишных станках типа ЗД871Б и других при установке детали на центровых фасках при обильном охлаждении до получения заданных параметров шероховатости согласно техническим требованиям чертежа.

Режимы обработки: скорость колебательного движения брусков $v_{кол} = 8 \dots 15$ м/мин; амплитуда колебания брусков $l \leq 6$ мм; скорость вращения детали:

а) для абразивных брусков: в начале цикла $v_{вр} = (2 \dots 4)v_{кол}$; в конце цикла $v_{вр} = (8 \dots 16)v_{кол}$;

б) для эльборовых брусков $v_{вр} \geq 20v_{кол}$, но не более 30...40 м/мин.

Давление брусков $p = 200 \dots 400$ кПа при минимальном давлении в конце цикла.

Выбор характеристики брусков для суперфиниширования (табл. 39).

39. Рекомендуемые характеристики брусков для суперфиниширования

Параметр шероховатости поверхности Ra^* , мкм	Характеристики брусков
0,15	63С М28-М20 М1-М2 К; 91А 25-20 М1-М2 К; ЛБС ЛО Л МО 40 СТ2 К 100 %
0,08	63С М20-М14 М1-М2 К; 91А 16-25 М1-М2 К; ЛБС ЛОЛ М20-ЛМ14
0,04	63С М14 М1-М2 К; 91А 16 М1-М2 К; СТ2 К 100 %

* Исходный параметр шероховатости $Ra = 0,32$ мкм

40. Контроль ответственных параметров гильз и пинолей

№ поверки	Параметры (см. рис. 18, 19)	№ операции	Значения параметра, допуск, мм	Средства, метод контроля, технические требования
1	Параметр шероховатости поверхности	9	$Rz = 20$ мкм	Контроль органолептический методом сравнения с образцами шероховатости
10,18		$Ra = 2,5$ мкм	То же	
11,14 16,27		$Ra = 1,25$ мкм	То же	
17,18, 21,22, 28 – 30		$Ra = 0,63 \dots 0,08$ мкм	Профилометр мод. 283 по ГОСТ 19300–86	
2	Отклонение формы поверхности центровых (базовых) фасок	16, 20, 26	Площадь пятна контакта не менее 90 % площади контактируемой поверхности	Калибр-втулка конусная специальная. Контроль методом «по краске»: краска красная типографская 2913-22 по ТУ 29.747–77. Эталон толщины слоя краски (рис. 20): а) меры длины концевые плоскопараллельные № 4 – 7, ГОСТ 9038–83; б) линейка поверочная лекальная ЛД-0-125 по ГОСТ 8026–75;
в) пластина плоская стеклянная ПИ-120Н по ГОСТ 2923–75. Толщина слоя краски 0,006 мм (для операции 16); 0,004 мм (для				

				операции 20, 26)
3	Овальность и конусообразность наружных поверхностей	9	0,025	Скоба СР по ГОСТ 11098–75 То же Специальная скоба 1. Скоба должна включать пружинную головку по ГОСТ 14712–79 и иметь теплоизоляцию, погрешность измерения при $t = 20 \pm 5$ °С 0,001 мм. 2. Специальный стенд (рис. 21, поз. 6, 7). 3. Специальный стенд (рис. 22, поз. 5, 4)
		11	0,01	
		17	0,005	
		21	0,0025	
	Отклонение от круглости наружных поверхностей	28	0,001	Кругломеры по ГОСТ 17353–80 (контроль 5 % из партии)
Овальность наружных поверхностей			0,0008	Специальный стенд (см. рис. 21, поз. 6, 7)
4	Диаметр наружных поверхностей	28	По фактическому замеру сопряженной поверхности, точность аттестации $\sim 0,1$ допуска	1. Скоба СР по ГОСТ 11098–75. 2. Меры длины концевые плоскопараллельные № 4 – 7 по ГОСТ 9038–83
5	Отклонение профиля продольного сечения наружной поверхности: пинноли, гильзы	28	0,003 0,002	Специальный стенд (рис. 23)
6	Овальность и конусообразность внутренних поверхностей <i>B</i> и <i>B</i> (рис. 19).	14	0,01	Нутрометр мод. 154 по ГОСТ 9244–75. 1. Пробка пневматическая мод. 347 по ГОСТ 14864–78. 2. Длинномер пневматический мод. 320 по ГОСТ 14866–76. Кругломеры по ГОСТ 17353–80 (контроль 5 % из партии).
		18	0,005	
		22	0,003	
	Отклонение от круглости внутренних поверхностей <i>B</i> и <i>B</i> (рис. 19).	29	0,001	1. Пневматическая пробка. 2. мод. 347 по ГОСТ 14864–78. 3. Длинномер мод. 320 по ГОСТ 14866–76. То же
	Овальность внутренних поверхностей <i>B</i> и <i>B</i> .			
Конусообразность внутренних поверхностей <i>B</i> и <i>B</i>			0,002	
7	Отклонение от соосности внутренних поверхностей <i>B</i> и <i>B</i> (рис. 19)	22	$R = 0,005$	Специальный стенд (рис. 24, поз. 7, 8)
		29	$R = 0,003$	
8	Конус Морзе (рис. 18) Комплексный контроль: 1) размер	14	2-5AТ8, ГОСТ 25557–82	Калибр по ГОСТ 2849–77

		18	2-5AT7 2-5AT6	Калибр должен быть выполнен на две степени точнее контролируемой им конической поверхности
8	2) форма	22	Площадь пятна контакта не менее 90 % площади контактируемых поверхностей	Контроль методом «по краске» и «по риску», краска красная типографская 2913-22 ТУ 29.02.747-77 Эталон толщины слоя краски (см. поверку 2). Толщина слоя краски: 0,008 мм для АТ8, АТ7; 0,005 мм для АТ6
	Поэлементный контроль (контроль 5 % из партии): 1) угол конуса			0,016'
	2) отклонение от прямолинейности образующей конуса	0,004		
	3) отклонение от круглости поперечного сечения	0,016		
	Радиальное биение конуса Морзе относительно оси поверхности <i>B</i> (см. рис. 18)	18	0,016/5; 0,02/200	Специальный стенд (рис. 21, поз. 9, 10). Оправка коническая специальная с цилиндрическим хвостовиком. Проверка методом пятикратного введения оправки в конусное отверстие в двух взаимно перпендикулярных сечениях. Коническая часть оправки должна быть выполнена на две степени точнее конуса проверяемого конического отверстия
		22	0,008/5; 0,01/200	
		29	0,005/5; 0,008/200	
9	Радиальное биение обработанных внутренних поверхностей относительно оси наружной поверхности	10	0,08	1. Плита поверочная 0-1000 × 630 по ГОСТ 10905-86. 2. Призма 1-4-1 по ГОСТ 5641-82. 3. Штатив Ш-ПН по ГОСТ 10197
		14	0,03	
		18	0,016	
	22	0,008		
	Радиальное биение наружной поверхности относительно общей оси внутренних поверхностей	29	0,003	

				<p>–70.</p> <p>4. Индикатор ИРБ по ГОСТ 5584–75.</p> <p>Специальный стенд (рис. 21, поз. 8, 9, 10; рис. 24, поз. 9).</p> <p>Специальный стенд (рис. 24, поз. 9)</p>
10	<p>Торцевое биение рабочих поверхностей относительно оси наружной поверхности (рис. 18)</p> <p>Торцевое биение рабочих поверхностей:</p> <p>G</p> <p>D</p> <p>относительно общей оси внутренних поверхностей B и B (см. рис. 19)</p>	<p>14</p> <p>29</p>	<p>0,03</p> <p>0,002</p> <p>0,005</p>	<p>1. Плита поверочная 0 – 1000 × 630 по ГОСТ 10905-86.</p> <p>2. Призма 1-4-1 по ГОСТ 5641–82.</p> <p>3. Штатив Ш-ПН по ГОСТ 10197–70.</p> <p>4. Индикатор ИЧ02 по ГОСТ 577–68 или индикатор ИЧ25 по ТУ 2-034-611-74.</p> <p>Стенд специальный (рис. 21, поз. 4, 5).</p> <p>Специальный стенд (рис. 24, поз. 5, 6)</p>
11	Диаметр d метрической резьбы	27	6g	Кольца резьбовые по ГОСТ 17765–72 и ГОСТ 11766–72
12	<p>Шпоночный паз G (рис. 18).</p> <p>Размер паза b</p> <p>Перекося паза G относительно поверхности B</p> <p>Отклонение от симметричности паза G относительно общей плоскости симметрии паза G и поверхности B</p>	<p>27</p> <p>12</p> <p>27</p> <p>12</p> <p>27</p>	<p>По ГОСТ 23360–78</p> <p>0,1</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,03</p>	<p>Калибр пазовый по ГОСТ 24121–80</p> <p>1. Плита 0-1000 × 630 по ГОСТ 10905–86.</p> <p>2. Линейка ШД1-630 по ГОСТ 8026–75.</p> <p>3. Плита П1 ТУ 2.034.01–75.</p> <p>4. Индикатор ИРБ по ГОСТ 5584–75.</p> <p>5. Штатив Ш-ПН по ГОСТ 10197–70.</p> <p>Схема контроля – см. рис. 25.</p> <p>Калибр-призма шпоночный по ГОСТ 24113–80, ГОСТ 24114–80</p>
13	<p>Зубчатая рейка (рис. 19)</p> <p>Отклонение шага f_{ptr}</p>	18	Степень точности 8В; 7В; 6В по ГОСТ 10242–81	Универсальная длинномерная машина 24-231 фирмы Карл Цейс (ГДР), универсальный измерительный мик-

				роскоп УИМ-23, УИМ-24 или прибор для контроля реек типа H2P1600 фирмы Хефлер (ФРГ)
13	<p>Погрешность направления зуба $F_{\beta r}$</p> <p>Наименьшее утоняющее смещение зуба A_n</p> <p>Колесания утоняющего смещения зуба R_{rkr}</p> <p>Накопленная погрешность шага зубчатой рейки F_{dr} и погрешность профиля зуба f_{fr}</p>	22,27	<p>Степень точности 8В; 7В; 6В по ГОСТ 10242-81</p> <p>То же</p> <p>Степень точности 8В по ГОСТ 10242-81</p> <p>Степень точности 7В; 6В по ГОСТ 10242-81</p>	<p>Допускается с учетом особенностей предприятия пользоваться другими контрольными комплексами в соответствии с действующими стандартами То же</p> <p>Прибор для контроля реек типа H2P1600 фирмы Хефлер (Германия)</p> <p>То же</p> <p>Универсальная длинномерная машина 24-231 фирмы Карл Цейс (Германия). Универсальный измерительный микроскоп УИМ-23, УИМ-24 или прибор для контроля реек типа H2P1600 фирмы Хефлер (Германия)</p>

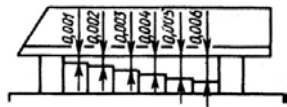


Рис. 20. Схема определения эталона толщины слоя краски

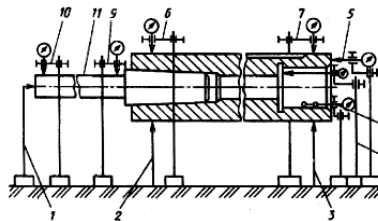


Рис. 21. Схема стэнда для контроля овальности, радиального и торцевого биения пинноли:
 1 – центральный упор; 2,3 – ножевидные призмы; 4, 5 – контроль торцевого биения; 6,7 – средства измерения овальности; 8 – 10 – средства измерения радиального биения; 11 – оправка

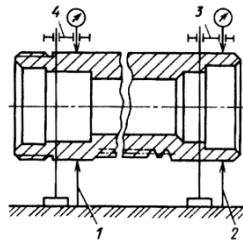


Рис. 22. Схема стэнда для контроля овальности гильзы:
 1, 2 – ножевидные призмы;
 3, 4 – средства измерения овальности

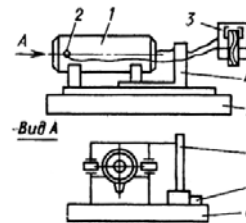


Рис. 23. Схема контроля отклонения профиля продольного сечения наружной поверхности:
 1 – деталь; 2 – датчики; 3 – самописец; 4 – каретка; 5 – основание; 6 – каретка; 7 – линейка; 8 – основание

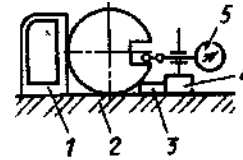
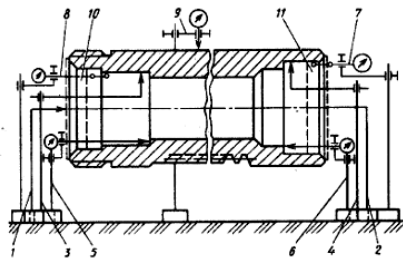


Рис. 24. Схема станда для контроля соосности, радиального и торцевого биения:

- 1, 2 – центральные упоры;
3, 4 – внутренние призмы;

5, 6 – средства контроля торцевого биения; 7, 8 – средства контроля соосности; 9 – средства контроля радиального биения; 10, 11 – заглушки под центральные упоры

Рис. 25. Схема контроля перекоса паза относительно наружного диаметра:

- 1 – плита П-1; 2 – плита;
3 – линейка; 4 – штатив;
5 – индикатор

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ОБРАБОТКУ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ШПИНДЕЛЕЙ (из сталей 20Х, 18ХГТ, 12НЗА, упрочняемых науглероживанием)

Шпиндель (рис. 26).

1. Допуск круглости поверхностей *A* и *B* 0,0012 мм.
2. Конусообразность поверхностей *A* и *B* 0,0016 мм.
3. Допуск торцевого биения рабочей (сопрягаемой) гайки, накрученной на резьбовую поверхность, относительно общей оси поверхностей *A* и *B* 0,02 мм.

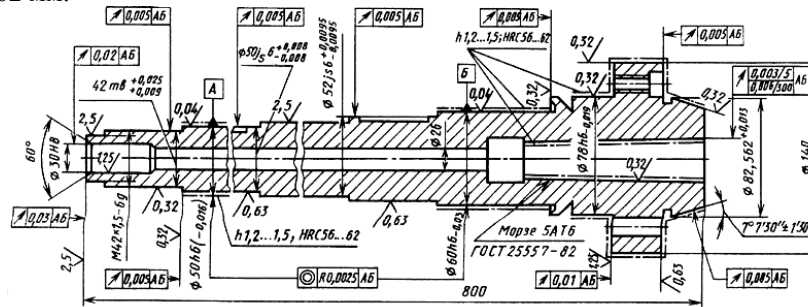


Рис. 26. Эскиз полого шпинделя

4. Площадь пятна контакта конуса при толщине слоя краски 0,005 мм должна быть не менее 90 % полной площади контактируемых поверхностей.

Шпиндель (рис. 27).

1. Цементировать поверхности *h* 1,2-1,4, НЯС 58-62, кроме резьб и поверхности *E*.
2. Конусообразность поверхностей *A* и *B* 0,001 мм.
3. Допуск торцевого биения рабочей (сопрягаемой) гайки, накрученной на резьбовую поверхность, относительно общей оси поверхности *A* и *B* 0,02 мм.
4. Поверхности *A* и *B* обработать по фактическим размерам колец подшипников с учетом натяга, указанного в технических требованиях чертежа.

ТИПОВАЯ СХЕМА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШПИНДЕЛЕЙ

1. Отрезка образцов-свидетелей.
2. Контроль исходного металла.
3. Отрезка заготовок и образцов-свидетелей (для деталей из проката).
4. Кузнечная обработка.
Одну заготовку из партии изготовить с учетом образцов-свидетелей.
5. Термическая обработка. Нормализация для поковок или проката.
6. Черновая обработка торцов, центровых отверстий, наружных и внутренних поверхностей. Отрезка образцов-свидетелей (в случае применения поковок).
7. Черновая обработка образцов-свидетелей (для деталей из проката).

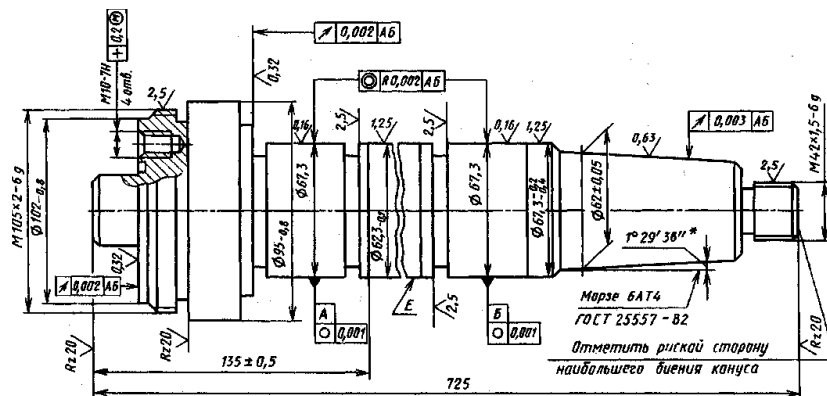


Рис. 27. Эскиз сплошного шпинделя

8. Термическая обработка. Отжиг стабилизирующий (с образцами-свидетелями).
9. Обработка наружных поверхностей, граней уступов и внутренних поверхностей (рис. 26); обработка поверхностей, подвергаемых науглероживанию и закалке центровых (базовых) фасок под шлифование.
10. Обработка образцов-свидетелей под шлифование.
11. Термическая обработка. Науглероживание деталей (вместе с образцами-свидетелями).
12. Шлифование центровых (базовых) фасок.
- Обработка резьбовых, других точных наружных и внутренних поверхностей под шлифование, окончательная обработка остальных поверхностей, в том числе шпоночных пазов, отверстий, не подвергающихся науглероживанию и закалке (удаление науглероженного слоя).
14. Шлифование торцов образцов-свидетелей.
15. Термическая обработка. Закалка (вместе с образцами-свидетелями).
16. Контроль качества науглероженного слоя.
17. Шлифование центровых (базовых) фасок.
18. Предварительное точение (шлифование) наружных и внутренних рабочих поверхностей.
19. Термическая обработка. Отпуск стабилизирующий.
20. Шлифование центровых (базовых) фасок.
21. Шлифование (точение) поверхностей под резьбу и предварительное шлифование рабочих поверхностей и торцов.
22. Предварительное шлифование внутренних рабочих поверхностей (рис. 26).
23. Термическая обработка. Отпуск стабилизирующий.
24. Шлифование центровых (базовых) фасок.
25. Получистовое шлифование наружных рабочих поверхностей и торцов. Окончательное шлифование прочих поверхностей.
26. Шлифование метрической резьбы.
27. Получистовое шлифование внутренних рабочих поверхностей и окончательное шлифование прочих внутренних поверхностей (рис. 26).
28. Окончательное шлифование наружных рабочих поверхностей и торцов.
29. Окончательное шлифование внутренних рабочих поверхностей (рис. 26).
30. Суперфиниширование наружных рабочих поверхностей (только для получения параметра шероховатости поверхности $Rz \leq 0,15$ мкм).
31. Окончательный контроль. Составление паспорта ответственных параметров.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ ОПЕРАЦИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШПИНДЕЛЕЙ

9. Обработка наружных поверхностей, граней, уступов и внутренних поверхностей (см. рис. 26), подвергаемых науглероживанию и закалке, центровых (базовых) фасок под шлифование.

Поверхности обрабатывать с припуском 0,5...0,8 мм в зависимости от размеров деталей и требуемых точностных параметров на токарно-копировальных станках, токарных станках с ЧПУ.

Внутренние поверхности обрабатывать при установке детали в патроне и люнете. Овальность и конусообразность наружных поверхностей, обработанных под шлифование, – не более 0,025 мм. Параметр шероховатости $Rz \leq 20$ мкм.

Радиальное биение обработанных поверхностей относительно общей оси базовых внутренних поверхностей – не более 0,1 мм. Параметр шероховатости $Ra \leq 2,5$ мкм.

Поверхности, не подвергающиеся науглероживанию и закалке, не обрабатывать, если предохранение от науглероживания производится путем оставления дополнительного припуска. Если предохранение от науглероживания осуществляется другими методами, указанные поверхности обрабатывать с припуском под шлифование (см. операцию 13) или окончательно в зависимости от требуемых точностных параметров.

12, 17, 20, 24. Шлифование центровых (базовых) фасок.

Обработку проводить на специальных центрошлифовальных станках типа МВ119, 3922Р, 28М фирмы Техника (Швейцария) с планетарным и осциллирующими движениями режущего инструмента, которые обеспечивают необходимую геометрию и соосность центровых фасок.

При отсутствии станков указанных моделей обработку проводить на специализированных внутришлифовальных или универсальных круглошлифовальных станках (см. рис. 26).

Допускается замена шлифования центровых фасок притиркой, выполняемой на токарных станках.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 1,25$ мкм на операциях 12 и 17 и $Ra \leq 0,32$ мкм на остальных операциях.

13. Обработка резьбовых, точных наружных и внутренних поверхностей под шлифование, окончательная обработка остальных поверхностей, в том числе шпоночных пазов, отверстий, не подвергающихся науглероживанию и закалке (удаление науглероженного слоя).

Обработку поверхности под шлифование проводить с припуском 0,4...0,6 мм на токарно-винторезных станках и станках с ЧПУ.

Радиальное биение поверхностей, обработанных под шлифование, относительно общей оси базовых поверхностей – не более 0,08 мм. Параметр шероховатости $Rz \leq 20$ мкм.

18. Предварительное точение (шлифование) наружных и внутренних рабочих поверхностей.

Обработку проводить с припуском 0,25...0,3 мм на токарных станках мод. 16К20Ф3, 16К20П.

Точение и растачивание закаленных поверхностей проводить резцами из гексанита-Р (прерывистые поверхности), эльбора-Р, минералокерамики ВОК60, нетермообработанных поверхностей – из минералокерамики ВОК60.

Наружные поверхности обрабатывать при установке детали на центровые фаски или специальную центровую оправку с охлаждением.

Шлифование внутренних поверхностей проводить при установке детали в патроне и люнете с охлаждением.

Овальность и конусообразность обработанных поверхностей – не более 0,01 мм.

Биение относительно общей оси базовых поверхностей – не более 0,03 мм. Параметр шероховатости $Ra \leq 1,25$ мкм.[11]

В случае отсутствия оборудования, обеспечивающего получение заданных режимов резания, обработку проводить на круглошлифовальных, специализированных внутришлифовальных или универсальных круглошлифовальных станках с обильным охлаждением.

21. Шлифование (точение) поверхностей под резьбу и предварительное шлифование наружных рабочих поверхностей и торцов.

Шлифование (точение) поверхностей под резьбу проводить до получения размеров в соответствии с требованиями ГОСТ 19258–73, с охлаждением.

Режимы обработки резцами с применением минералокерамики приведены в [11, гл. 13].

Предварительное шлифование проводить с припуском 0,15 мм на круглошлифовальных станках типа ЗМ153, ЗМ151, ЗМ151Ф2, ЗМ152, ЗМ163Ф2Н1В при базировании детали на центровые фаски, применяя специальные центровые оправки или технологические пробки (с обильным охлаждением).

Овальность и конусообразность обработанных (базовых) поверхностей – не более 0,005 мм.

Биение обработанных поверхностей относительно общей оси базовых поверхностей – не более 0,016 мм. Параметр шероховатости $Ra \leq 0,63$ мкм.

22. Предварительное шлифование внутренних рабочих поверхностей (рис. 26).

Обработку проводить с припуском 0,1...0,15 мм на специализированных внутришлифовальных станках типа ЗД227В, универсальных круглошлифовальных станках типа ЗУ 142В с применением специальных приспособлений или в патроне и люнете с обильным охлаждением.

Овальность и конусообразность цилиндрических поверхностей – не более 0,005 мм.

Биение цилиндрических поверхностей относительно общей оси базовых поверхностей – не более 0,016 мм.

Биение конусного отверстия относительно общей оси базовых поверхностей – не более 0,016 мм на расстоянии 5 мм от торца и не более 0,02 мм на расстоянии 300 мм.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 1,25...0,63$ мкм.

25. Получистовое шлифование наружных рабочих поверхностей и торцов.

Окончательное шлифование прочих поверхностей.

Обработку рабочих поверхностей проводить с припуском 0,05... 0,08 мм, прочих – окончательно на круглошлифовальных станках высокой точности мод. ЗЕ153, ЗМ151В, ЗМ152В, ЗМ163Ф2Н1В при базировании детали на центровые фаски, специальные центровые оправки или технологические пробки (с обильным охлаждением).

Овальность и конусообразность обработанных базовых поверхностей – не более 0,0025 мм.

Параметр шероховатости $Ra \leq 0,63$ мкм [11].

Припуски на окончательную обработку рабочих поверхностей [11, гл. 16].

26. Шлифование метрической резьбы.

Обработку проводить на резьбошлифовальных станках типа 5К823В, 5К822В при установке детали на центровых фасках, специальной центральной оправке или технологических пробках (с обильным охлаждением) до получения заданных параметров шероховатости и точности согласно техническим требованиям чертежа.

27. Получистовое шлифование внутренних рабочих поверхностей и окончательное шлифование прочих внутренних поверхностей (рис. 26).

Обработку рабочих поверхностей проводить с припуском 0,05... 0,08 мм, прочих точных поверхностей – окончательно на специализированных внутришлифовальных станках типа ЗД227В, универсальных круглошлифовальных станках типа ЗУ 142В с применением специальных приспособлений или в патроне и люнете, с обильным охлаждением.

Биение конусного отверстия относительно общей оси базовых поверхностей – не более 0,008 мм на расстоянии 5 мм от торца и не более 0,012 мм на расстоянии 300 мм.

Параметр шероховатости $Ra \leq 0,63$ мкм [11].

28. Окончательное шлифование наружных рабочих поверхностей и торцов.

Обработку проводить на круглошлифовальных станках высокой и особо высокой точности мод. 3E153, 3M151B, 3M152B, 3N163C и других, обеспечивающих необходимую точность обработки при установке детали на центровых фасках, специальной центровой оправке или технологических пробках с обильным охлаждением до получения заданных параметров точности и шероховатости ($Ra \leq 0,15$ мкм) согласно техническим требованиям чертежа.

Предпочтительнее проводить шлифование кругами из эльбора.

Характеристики шлифования кругов из эльбора и режимы обработки (табл. 34, 35). Правку кругов из эльбора проводить алмазными карандашами.

29. Окончательное шлифование внутренних рабочих поверхностей (см. рис. 26). Обработку отверстий и торцов предпочтительнее проводить кругами из эльбора на специализированных внутришлифовальных станках высокой и особо высокой точности типа 3Д227В, универсальных круглошлифовальных станках типа 3У142В, 3У121С, обеспечивающих необходимую точность обработки, с применением специальных приспособлений или в патроне и люнете (с обильным охлаждением) до получения заданных параметров точности и шероховатости согласно требованиям чертежа. Характеристики шлифовальных кругов из эльбора и режимы обработки (табл. 36, 37). Правку кругов проводить алмазными карандашами.

Режимы правки: подача на глубину – 0,0025 мм/дв. ход; скорость шлифовального круга 25...30 м/с; продольная подача 0,1...0,2 м/мин.

30. Суперфиниширование наружных рабочих поверхностей.

Обработку проводить на суперфинишных станках мод. 3Д871 и других при установке детали на центровых фасках (с обильным охлаждением) до получения заданных параметров шероховатости согласно техническим требованиям чертежа.

Режимы обработки: скорость колебательного движения брусков $v_{\text{кол}} = 8...15$ м/мин; амплитуда колебания брусков $l \leq 6$ мм; скорость вращения детали:

а) для абразивных брусков:

в начале цикла $v_{\text{вр}} = (2...4)v_{\text{кол}}$; в конце цикла $v_{\text{вр}} = (8...12)v_{\text{кол}}$;

б) для эльборовых брусков $v_{\text{вр}} > 20v_{\text{кол}}$, но не более 30...40 м/мин.

Давление брусков $p = 0,2...0,4$ МПа (максимальное давление – в начале цикла, минимальное давление – в конце цикла).

Характеристики брусков (табл. 39).

41. Контроль ответственных параметров шпинделей

№ проверки	Параметры (см. рис. 26)	№ операции	Значение параметра, допуск, мм	Средства, метод контроля, технические требования
1	Шероховатость поверхности	9, 13 9 12, 17, 18 21, 22, 25, 27 20, 24 28 30	$Rz = 20$ мкм $Ra = 2,5$ мкм $Ra = 1,25$ мкм $Ra = 0,63$ мкм $Ra = 0,32$ мкм $Ra = 0,15$ мкм $Ra = 0,04$ мкм	Контроль органолептический методом сравнения с образцами шероховатости То же То же Профилометр мод. 283 по ГОСТ 19300–86 То же То же
2	Отклонение формы поверхности центровых фасок	12, 17, 20, 24	Площадь пятна контакта не менее 90 % площади контактируемых поверхностей	Калибр-втулка конусная специальная. Контроль – методом «по краске», краска – красная типографская 2913-22 по ТУ 29.02.747–77. Эталон толщины слоя краски (см. рис. 20): а) меры длины концевые плоскопараллельные № 4 – 7 по ГОСТ 9038–83;
				б) линейка поверочная лекальная ЛД-0-125 по

				ГОСТ 8026–75; в) пластина плоская стеклянная ПИ-120Н по ГОСТ 2923–75 Толщина слоя краски: 0,006 мм – для операций 12; 17; 0,004 мм – для операций 20; 24
3	Овальность и конусообраз- ность наруж- ных поверхностей	9 18 21	0,025 0,01 0,005	Скоба СР ГОСТ 11098–75 То же Скоба специальная, которая должна вклю- чать головку ГИПМ по ГОСТ 14712–79 и иметь теплоизоляцию. Погрешность измере- ния при $t = (20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 0,001 мм То же
	Отклонение от круглости наружных поверхностей	25 28	0,0025 0,0012	Кругломеры по ГОСТ 17353–80 (кон- троль 5 % из партии)
	Овальность наружных поверхностей		0,001	Скоба СР по ГОСТ 11098–75 или специальная (см. операцию 21) То же
	Конусообраз- ность наружных поверхностей		0,00016	
	Отклонение от соосности базо- вых поверхно- стей А и Б относительно их общей оси		$R = 0,0025$	Стенд специальный (рис. 28, поз. 2, 9)
3	Диаметр поверхностей		50h 6(–0,016); 60h6(–0,019); 50j _s 6(±0,0095) 82,562±0,013; 78h6(–0,019)	1. Скоба СР по ГОСТ 11098–75. 2. Меры длины концевые плоско- параллельные кл. точности 3 по ГОСТ 9038–83
	Диаметр отверстия	29	30H8(+0,039)	Пробка 8133-1031 по ГОСТ 14811–69
4	Конус Морзе Комплексный контроль: 1) размер	18 21, 22 27, 29	5АТ8 по ГОСТ 25557–82 5АТ7 5АТ6	Калибр по ГОСТ 2849–77 Калибр должен быть выполнен на две степени точнее контролируемой или конической поверхности
	2) форма		Площадь пятна контакта не менее 90 % полной площади контактируемых поверхностей	Контроль мето- дом «по краске» и «по риску», краска – типографская 2913-22, ТУ 29.02.747–77. Эта- лон толщины слоя краски – см. рис. 20. Толщина слоя крас- ки: 0,01 мм для 5АТ8; 0,008 мм для 5АТ7; 0,005 мм для 5АТ6

	Поэлементный контроль: 1) угол конуса 2) отклонение от прямолинейности образующей конуса 3) отклонение от круглости	29	0,016 0,004 0,006	Прибор БВ-6165 (пневматическая пробка) Прибор типа БВ-7320 (пневматическая пробка) Кругломеры по ГОСТ 17353-80
4	4) поперечного сечения Радиальное биение конуса Морзе относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i>	22	0,016/5 0,02/300	Стенд специальный (рис. 28, поз. 14, 15). Оправка коническая с цилиндрическим хвостовиком специальная. Проверка методом пятикратного введения оправки в конусное отверстие в двух взаимно перпендикулярных сечениях. Коническая часть оправки должна быть выполнена на две степени точнее конуса проверяемого отверстия
		27	0,008/5 0,012/300	
		29	0,003/5 0,006/300	
5	Радиальное биение внутренних цилиндрических поверхностей относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i>	9	0,1	1. Плита поверочная по ГОСТ 10905-86. 2. Призма по ГОСТ 5641-82. 3. Индикатор ИРБ по ГОСТ 5584-75. 4. Штатив Ш-ПН по ГОСТ 10197-70 Специальный стенд (рис. 28, поз. 6) То же 1. Плита поверочная по ГОСТ 10905-86. 2. Призма 1-3-2 по ГОСТ 5641-82. 3. Индикатор ИЧ02 по ГОСТ 577-68. 4. Штатив Ш-ПН по ГОСТ 10197-70 Специальный стенд (рис. 28, поз. 8, 10, 11, 13) То же То же
		13	0,08	
		18	0,03	
	27	0,02		
	13	0,08		
	18	0,03		
Радиальное биение наружных поверхностей относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i>	21	0,016		
	28	0,005		
6	Торцевое биение наружных поверхностей относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i>	21 28	0,01 0,005	Специальный стенд (рис. 28, поз. 7, 12)
7	Параметры резьбы: 1) диаметр 2) торцевое биение сопряженной гайки, накрученной на резьбу и находящейся в рабо-	26	M42 × 1,5 – 6g	1. Кольцо ПР8211-0142 по ГОСТ 17763-72. 2. Кольцо HE8211-1142 по ГОСТ 17764-72
			0,02	Специальный стенд. Шпиндель и гайка попарно клеймятся (рис. 29)

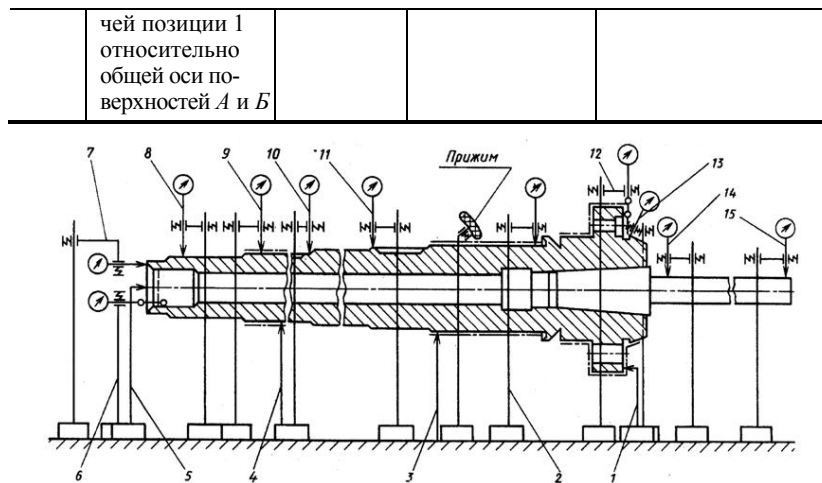
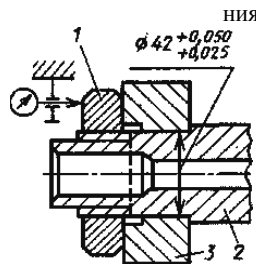


Рис. 28. Схема стенда для контроля соосности, радиального и торцевого биения:

1, 5 – упоры (торцевой – I вариант, центральный – II вариант);
 2, 9 – контроль соосности; 3, 4 – ножевидные призмы; 6, 8, 10, 11, 13 – 15 – контроль радиального биения; 7, 12 – контроль торцевого биения

Рис. 29. Схема контроля торцевого биения гайки относительно общей оси шпинделя:



ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ОБРАБОТКУ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ – ХОДОВЫХ ВИНТОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Ходовой винт (рис. 30).

1. Ходовые винты 0 – 2-го классов точности. Технические требования на резьбу по ОСТ 2 НЗ3-2-74.
2. Параметр шероховатости поверхности трапецеидальной резьбы $Ra \leq 1,25 \dots 0,32$ мкм.
3. Угол профиля резьбы $\alpha = 15$ или $\alpha = 30^\circ$.
4. Овальность поверхностей А и Б 0,001 – 0,004 мм, допуск среднего диаметра трапецеидальной резьбы 0,0015 – 0,015 мм.
5. Конусообразность поверхностей А и Б 0,004 мм, допуск среднего диаметра трапецеидальной резьбы 0,0015...0,015 мм.
6. Конусообразность поверхностей А и Б 0,003...0,008 мм, допуск среднего диаметра трапецеидальной резьбы – 0,005...0,03 мм.
7. Допуск радиального биения среднего диаметра трапецеидальной резьбы относительно общей оси поверхностей А и Б 0,005...0,02 мм.
8. Резьба на шейке диаметром d метрическая, поле допуска 6g.
9. HRC 52 – 56, кроме мест, обозначенных особо.

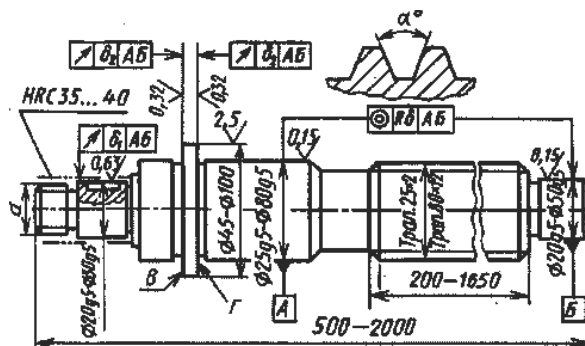


Рис. 30. Эскиз ходового винта из стали ХВГ или 7ХГ2ВМ:
 $\delta = 0,002 \dots 0,01$ мм; $\delta_1 = 0,03 \dots 0,05$ мм; $\delta_2 = 0,002 \dots 0,01$ мм

ТИПОВАЯ СХЕМА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХОДОВЫХ ВИНТОВ

1. Отрезка образцов-свидетелей.
2. Контроль исходного металла.
3. Отрезка заготовок и образцов-свидетелей.

4. Термическая обработка.
 5. Обработка торцов и центровых отверстий.
 6. Предварительная обработка наружных поверхностей.
 7. Термическая обработка. Отжиг стабилизирующий (вместе с образцами-свидетелями).
 8. Обработка торцов и центровых отверстий.
 9. Обработка наружных поверхностей под шлифование.
 10. Обработка пазов, отверстий и других конструктивных элементов.
 11. Термическая обработка. Закалка. Отпуск (вместе с образцами-свидетелями).
 12. Шлифование центровых (базовых) фасок.
 13. Предварительное точение (шлифование) точных наружных поверхностей и торцов.
 14. Предварительная обработка трапецеидальной резьбы.
 15. Шлифование заходов резьбы.
 16. Контроль на отсутствие трещин.
 17. Термическая обработка. Стабилизирующий отпуск.
 18. Шлифование центровых (базовых) фасок.
 19. Предварительное шлифование точных наружных поверхностей и торцов, окончательное шлифование поверхностей под метрическую резьбу.
 20. Предварительное шлифование трапецеидальной резьбы.
 21. Термическая обработка. Стабилизирующий отпуск.
 22. Шлифование центровых (базовых) фасок.
 23. Полуцистовое шлифование точных наружных поверхностей и торцов.
 24. Полуцистовое шлифование трапецеидальной резьбы.
 25. Термическая обработка. Стабилизирующий отпуск.
 26. Шлифование центровых (базовых) фасок.
 27. Шлифование метрической резьбы.
 28. Окончательное шлифование наружного диаметра трапецеидальной резьбы.
 29. Окончательное шлифование трапецеидальной резьбы.
 30. Шлифование фасок на вершинах витков.
 31. Окончательное шлифование базовых наружных поверхностей и торцов.
 32. Окончательный контроль, составление паспорта контроля ответственных параметров винта.
- П р и м е ч а н и я : 1. Операции 21 – 24 выполняют для винтов средней и малой геометрической жесткости 0-го и 1-го классов точности резьбы и для винтов малой жесткости 2-го класса точности.
2. Операции 25, 26 выполняют для винтов малой геометрической жесткости 0-го и 1-го классов точности резьбы. Операцию 26 и последующие выполнять в термостатном помещении.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ ОПЕРАЦИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХОДОВЫХ ВИНТОВ

3. Отрезка заготовок и образцов-свидетелей. Допустимое значение кривизны заготовок ходовых винтов не должно превышать 1 мм на 1 м длины заготовки. Заготовки с большей кривизной подвергаются правке поперечным изгибом с последующим стабилизирующим отжигом по ОСТ 2 Н51-1 – 74. Если после этого кривизна продолжает превышать допустимый предел, операции правки и стабилизирующей обработки повторяются. Правка заготовок без стабилизирующего отжига недопустима.

Правка заготовок в процессе механической обработки не допускается.

Для контроля структуры изделия при термической обработке отрезать один-два образца длиной не менее двух диаметров ходового винта на партию заготовок.

Образцы-свидетели проходят все операции механической и термической обработки вместе с партией заготовок.

5, 8. Обработка торцов и центровых отверстий. Подрезку торцов и зацентровку отверстий проводить на токарных станках при установке детали в патроне и люнете (при необходимости с вращающимися роликами) с переустановкой и обязательной выверкой заготовки.

В операции 8 центровые отверстия срезаются полностью.

6. Предварительная обработка наружных поверхностей. Предварительную обработку наружных поверхностей проводить с припуском 4...6 мм на токарно-винторезных станках с подвижным люнетом и на токарных станках с ЧПУ с подводным программируемым люнетом при установке детали в центрах, с обильным охлаждением.

9. Обработка наружных поверхностей под шлифование. Обработку поверхностей под трапецеидальную резьбу проводить с припуском 1,2...1,5 мм в зависимости от жесткости и размеров винта, посадочных поверхностей с припуском 0,5...0,8 мм, прочих неотчетливых поверхностей – с припуском 0,3...0,4 мм на токарно-винторезных станках с подвижным люнетом и на токарных станках с ЧПУ с подводным программируемым люнетом при установке детали в центрах, с обильным охлаждением.

Овальность и конусообразность обработанных поверхностей – не более 0,05 мм.

Радиальное биение обработанных поверхностей относительно оси центров – не более 0,16 мм.

Параметр шероховатости поверхностей, обработанных под шлифование. $Rz \leq 20$ мкм.

12, 18, 22, 26. Шлифование центровых (базовых) фасок. Шлифование проводить на центрошлифовальных станках типа МВ-119,

ZSM-150 фирмы Техника (Швейцария) с планетарным и осциллирующим движениями режущего инструмента, которые обеспечивают необходимую соосность и геометрическую точность центровых фасок.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 1,25$ мкм в операции 12; $Ra \leq 0,32$ мкм и $Ra \leq 0,16$ мкм (соответственно для 2-го и для 0 – 1-го классов точности) – в операциях 18, 22 и 26.

Допускается замена шлифования центровых фасок на притирку, выполняемую на токарных станках.

Режущий инструмент для притирки – твердосплавные центры повышенной точности по ГОСТ 13214–79 или специальные.

В качестве притирочного материала применять смесь из веретенного масла, олеиновой кислоты и микропорошка М6 – М4, разведенных до жидкой консистенции.

13. Предварительное точение (шлифование) точных наружных поверхностей и торгов. Обработку поверхности под трапецеидальную резьбу проводить с припуском 0,6...1,0 мм, посадочных поверхностей – с припуском 0,3...0,5 мм на токарных станках типа 16К20П резцами из эльбора-Р, гексаниа-Р (прерывистые поверхности), минералокерамики ВОК 60 – при установке детали в центрах с подвижным люнетом, с охлаждением.

42. Рекомендуемые характеристики шлифовальных кругов для шлифования трапецеидальной резьбы

Резьбошлифование		Характеристика шлифовального круга
Многониточное		44А 8-16 М1-М2 8-12 К
Однориточное	предварительное	44А 8-16 ВМ1-ВМ2 8-12 К
	окончательное	
Многониточное		ЛО Л12-Л25 СМ1-СМ2 8К 100 %
Однориточное	предварительное	ЛО Л8-Л16 СМ1-СМ2 8К 100 %
	окончательное	

Овальность и конусообразность обработанных поверхностей – не более 0,016 мм.

Радиальное биение обработанных поверхностей относительно оси центров – не более 0,05 мм.

Параметр шероховатости $Ra \leq 1,25$ мкм. [11]

В случае отсутствия оборудования, обеспечивающего получение заданных режимов резания, обработку проводить на круглошлифовальных станках типа 3М151, 3М152, 3М164 и других с обильным охлаждением, при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами.

14. Предварительная обработка трапецеидальной резьбы. Предварительную обработку трапецеидальной резьбы проводить на резьбошлифовальных станках типа 5Д822В, МВ 140 многониточными абразивными кругами из монокорунда или кругами из эльбора: с припуском (0,05...0,06)Р на толщину витка для винтов высокой геометрической жесткости и (0,08...0,12)Р для винтов средней и малой геометрической жесткости (Р – шаг резьбы). Обработку проводить установке детали в центрах с поддерживающими люнетами при обильном охлаждении.

Радиальное биение среднего диаметра резьбы относительно оси центров для деталей длиной до 1000 мм – не более 0,1 мм, св. 1000 мм – не более 0,3 мм. Овальность и конусообразность среднего диаметра резьбы для деталей длиной до 1000 мм – не более 0,03 мм, св. 1000 мм – не более 0,1 мм.

Параметр шероховатости обработанных поверхностей $Ra \leq 2,5$ мкм.

Допустимые отклонения контролируемых параметров трапецеидальной резьбы не более чем на два класса ниже окончательной точности ходового винта по ОСТ 2 НЗЗ-2–74.

Характеристики шлифовальных кругов и режимы резания (табл. 42, 43).

13. Предварительное шлифование точных наружных поверхностей и торцев, окончательное шлифование поверхностей под метрическую резьбу. Обработку наружной поверхности трапецеидальной резьбы проводить с припуском 0,3...0,4 мм, посадочных размеров – с припуском 0,2...0,3 мм на круглошлифовальных станках типа 3М151, 3М152, 3М164 и других при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами, при обильном охлаждении.

Овальность наружной поверхности трапецеидальной резьбы 0,007...0,016 мм, конусообразность 0,016...0,02 мм. Интервал значений указан соответственно для винтов 0 – 2-го классов точности.

Овальность и конусообразность остальных точных (посадочных) поверхностей – не более 0,01 мм.

Радиальное биение обработанных поверхностей относительно оси центров – не более 0,03 мм.

Параметр шероховатости точных поверхностей $Ra \leq 0,63$ мкм.

43. Режимы резьбошлифования предварительной обработки трапецеидальной резьбы многониточным кругом

Режимы обработки	Шлифовальный материал	
	Монокорунд	Эльбор
Скорость круга $v_{кр}$, м/с	30...35	30...35
Скорость вращения заготовки v , м/мин	0,5...0,8	0,5...1,0
Число проходов	2...6	2...5

44. Режимы обработки трапецидальной резьбы односторонними кругами из эльбора

Режимы обработки	Резьбошлифование	
	предварительное	окончательное
Скорость круга, м/с	30...35	30...35
Частота вращения детали, об/мин	4...5	5
Глубина шлифования, мм	0,1...0,15	0,05...0,07
Число проходов	2...4	1...3

Примечания: 1. Резьбошлифование проводится с применением СОЖ – масло индустриальное И-20А с присадкой «Волжская-100» (20 %).

2. При обработке ходовых винтов 2-го класса точности режимы резания можно корректировать в сторону увеличения.

20. Предварительное шлифование трапецидальной резьбы. Обработку резьбы проводить с припуском (0,04...0,08)Р на толщину витка на резьбошлифовальных станках типа Д822В, МВ140 и других кругами из эльбора при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами, с обильным охлаждением.

Радиальное биение среднего диаметра резьбы относительно оси центров 0,01...0,02 мм.

Овальность среднего диаметра резьбы 0,005...0,01 мм, конусообразность на всей длине винта – не более 0,015 мм.

Параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra \leq 0,63$ мкм.

Характеристики шлифовальных кругов и режимы обработки (табл. 42, 44).

23. Получистовое шлифование точных наружных поверхностей и торцов. Обработку проводить с припуском 0,15...0,2 мм на круглошлифовальных станках типа ЗМ151В, ЗМ152В, ЗМ174В, на станках фирмы Джон Шипман (Великобритания) и других при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами, при обильном охлаждении.

Овальность обработанных поверхностей 0,003...0,007 мм.

Конусообразность наружной поверхности трапецидальной резьбы 0,005...0,01 мм.

Радиальное биение обработанных поверхностей относительно оси центров 0,007...0,016 мм.

Параметр шероховатости $Ra \leq 0,63$ мкм.

24. Получистовое шлифование трапецидальной резьбы. Обработку проводить с припуском (0,02...0,04)Р на толщину витка на станках типа 5Д822В, МВ140, на станках фирмы Матрикс (Великобритания) и других кругами из эльбора при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами, при обильном охлаждении.

Радиальное биение среднего диаметра резьбы относительно центров 0,008...0,012 мм.

Овальность среднего диаметра резьбы 0,003...0,008 мм, конусообразность на всей длине винта – не более 0,008 мм.

Параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra \leq 0,63$ мкм.

Характеристики шлифовальных кругов и режимы обработки (табл. 42, 44).

27. Шлифование метрической резьбы. Обработку проводить на резьбошлифовальных станках мод. 5Д822В, МВ140 при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами до получения заданных параметров шероховатости и точности согласно техническим требованиям чертежа, при обильном охлаждении.

Шлифование проводить на следующих режимах: скорость вращения детали v_d – не более 0,8 м/мин; глубина резания t – не более 0,3 мм/ход стола.

28. Окончательное шлифование наружной поверхности трапецидальной резьбы. Обработку проводить на круглошлифовальных станках высокой точности типа ЗМ151В, ЗМ152В, ЗМ174В, станках фирмы Джон Шипман (Великобритания) и других при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами, при обильном охлаждении.

Наружную поверхность трапецидальной резьбы следует обработать окончательно по посадкам:

для винтов 0 – 1-го классов точности – h5;

для винтов 2-го класса точности – h6.

Обработку предпочтительнее проводить шлифовальными кругами из эльбора (см. табл. 35, 36).

29. Окончательное шлифование трапецидальной резьбы. Обработку проводить на станках высокой и особо высокой точности типа 5Д822В, МВ140, станках фирмы Матрикс и других при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами, при обильном охлаждении.

Параметры шероховатости и точности должны быть выдержаны в пределах технических требований чертежа.

До начала обработки станков необходимо «прогреть» на вспомогательном ходу не менее 1 ч.

Обработку проводить односторонними шлифовальными кругами из эльбора.

Характеристики шлифовальных кругов и режимы резания (табл. 42, 43).

Правку кругов из эльбора следует проводить алмазными карандашами.

Режимы правки: скорость круга 30...35 м/с; скорость продольной подачи карандаша 0,03...0,05 мм/мин; подача на глубину 0,005...0,01 мм/ход.

31. Окончательное шлифование базовых наружных поверхностей и торцов. Обработку проводить на станках высокой и особо высокой точности типа ЗМ151В, ЗМ152В, ЗМ174В, станках фирмы Джон Шипман и других при установке детали в центрах с поддерживающими люнетами, при обильном охлаждении.

Шлифование предпочтительнее выполнять кругами из эльбора.

Правку кругов из эльбора проводить алмазными карандашами.

Выхаживание осуществлять до получения требуемых параметров шероховатости и точности согласно техническим требованиям чертежа.

45. Контроль ответственных параметров ходовых винтов

№ проверки	Параметры (см. рис. 30)	№ операции	Значение параметра, мм	Средства, метод контроля, технические требования
1	Шероховатость поверхности	9 12 – 14	Rz = 20 мкм Ra = 2,5... 1,25 мкм	Контроль органолептический, методом сравнения с образцами шероховатости
		18 – 20 22 – 24 26, 28, 29, 31	Ra = 0,63... 0,16 мкм	Профилометр мод. 283 по ГОСТ 19300–86
2	Отклонения формы поверхности центровых (базовых) фасок	12, 18, 22, 26	Площадь пятна контакта не менее 90% площади контактируемых поверхностей	Калибр-втулка конусный. Контроль методом «по краске», краска – красная типографская 2913-22 по ТУ 29.02.747–77. Эталон толщины слоя краски (см. рис. 20):
2				а) меры длины концевые плоскопараллельные № 4 – 7 класса точности 1 по ГОСТ 9038–83; б) линейка поверочная лекальная ЛД-0-125 по ГОСТ 8026–75; в) пластина плоская стеклянная ПИ-120Н по ГОСТ 2923–75 Толщина слоя краски – 0,006 мм (для операций 12, 18); 0,004 мм (для операций 22, 26)
3	Овальность и конусообразность наружной поверхности Овальность Конусообразность Овальность Конусообразность Овальность Конусообразность	9 13	0,05 0,016	Скоба СИ по ГОСТ 11098–75 Специальная скоба. Скоба должна быть с головкой 1-ИПМ по ГОСТ 14712–79 и теплоизоляцией. При $t = (20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ в интервале 0 – 80 мм погрешность измерения 0,001 мм. Скоба СР по ГОСТ 11098–75
		19	0,007 – 0,016 0,016 – 0,02	
		23	0,003 – 0,007 0,005 – 0,01	
		31	0,001 – 0,004 0,003 – 0,008	
4	Отклонение от соосности базовых поверхностей А и Б относительно их общей оси	31	0,002...0,01	1. Призма ножевидная специальная – 2 шт. 2. Штатив ШМ-1 по ГОСТ 10197–70. 3. Головка 1-ИПМ по ГОСТ 14712–79
5	Диаметры наружных поверхностей	31	20g5 – 80g5 15h6 – 25h6	1. Скоба СР по ГОСТ 11098–75. 2. Меры длины концевые плоскопараллельные, набор № 1 по ГОСТ 9038–83

6	Радиальное биение наружных поверхностей относительно оси центров	9	0,16	Проверку проводить на станке. 1. Индикатор ИЧ02 класса точности 1 ГОСТ 577-68. 2. Штатив по ГОСТ 10197-70. 1. Головка 1-ИПМ ГОСТ 14712-79. 2. Штатив ШМ-1 по ГОСТ 10197-70
		13	0,05	
		19	0,03	
		23	0,007...0,016	
7	Радиальное биение наружной поверхности относительно общей оси поверхностей А и Б	31	0,002...0,01	1. Призма ножевидная специальная – 2 шт. 2. Головка 1-ИПМ по ГОСТ 14712-79. 3. Штатив ШМ-1 ГОСТ 10197-70
8	Торцевое биение поверхностей В и Г относительно общей оси поверхностей А и Б	31	0,002...0,01	То же, что и в поверке 7. Центральный специальный упор
9	Диаметр метрической резьбы	27	6g	1. Кольцо ПР по ГОСТ 17763-72. 2. Кольцо НЕ по ГОСТ 17764-72
10	Наружный диаметр трапецидальной резьбы (проверку проводить на станке)	28	25h5 – 80h5 25h6 – 80h6	1. Скоба СР по ГОСТ 11098-75. 2. Специальные губки шириной 20 мм. 3. Меры длины концевые плоскопараллельные 1 – 0 по ГОСТ 9038-83
10	Овальность наружной поверхности резьбы	19	0,007 – 0,016	То же 1. Скоба с отсчетным устройством специальная (см. поверку 3 операции 31). 2. Губки специальные шириной 20 мм 1. Скоба СР по ГОСТ 11098-75. 2. Губки специальные шириной 20 мм. 1. Скоба с отсчетным устройством специальная (см. поверку 3 операции 31). 2. Губки специальные шириной 20 мм
		23	0,003 – 0,007	
	Конусообразность наружной поверхности резьбы	19	0,016 – 0,02	
		23	0,005 – 0,01	
Средний диаметр резьбы	31	Перенос размера на метчик с точностью 0,002	Устройство для контроля среднего диаметра трапецидальной резьбы (рис. 31). Для допустимых зазоров с сопрягаемой гайкой менее 0,006 мм по усредненным результатам трех измерений См. рис. 32. 1. Скоба СР по ГОСТ 11098-75. 2. Набор из трех провололок по ГОСТ 2475-62. 3. Меры длины концевые плоскопараллельные 1-0 ГОСТ 9038-83 (меры подкладывают под неподвижную пятку скобы к двум провололкам)	
	29	По ГОСТ 9562-81		

	Овальность среднего диаметра резьбы	14	0,03 для винтов длиной до 1000 мм; 0,1 – св. 1000 мм	То же
		20	0,005...0,01	То же
		24	0,003...0,008	То же
		29	0,0015...0,015	То же
10	Конусообразность среднего диаметра резьбы	14	0,03 для винтов длиной до 1000 мм; 0,1 – св. 1000 мм	То же
		20	0,015	То же
		24	0,008	То же
		29	0,005...0,03	То же
	Радиальное биение среднего диаметра резьбы относительно оси центров	14	0,1 для винтов длиной до 1000 мм; 0,3 для винтов длиной свыше 1000 мм	Проверку проводить на станке. Устройство специальное (рис. 33). Проверить на станке первую деталь из партии
		20	0,01...0,02	0,02
		24	0,008...0,012	
		29	0,005...0,02	
	Радиальное биение среднего диаметра резьбы относительно общей оси поверхностей А и Б	31	0,005...0,02	1. Призма ножевидная – 2 шт. 2. Устройство для проверки биения (рис. 34)

Для контроля соосности 0,002...0,01 мкм (поверка 4, операция 31), радиального биения 0,002...0,05 мкм (поверка 6, операция 31), торцевого биения 0,002...0,01 мкм (поверка 8, операция 31), радиального биения 0,005...0,02 мкм (поверка 10, операция 29) винт установить на одну из машин:

- измерительную МС-14 ЭНИМС;
- универсальную длинномерную с полным комплектом принадлежностей 24-231а-8 фирмы Карл Цейс (Германия);
- универсальную измерительную с полным комплектом принадлежностей МИЬ-300 фирмы СИП (Швейцария).

Параметры трапецидальной резьбы: отклонение шага винта ΔP погрешность шага в пределах одного оборота винта ΔP_1 накопленная погрешность шага в пределах заданной длины винта ΔP_2 погрешность профиля винта Δf	По ОСТ 2Н33.2–74	По штриховым мерам длины 1 – 2-го класса точности по ГОСТ 12069–78 на измерительной машине или на приборе мод. 3136 (ОКБ МС и ИП) или по образцовым ходовым винтам 0 – 2-го классов точности на измерительной машине или станке То же. Проверка проводится на трех участках (по концам и в середине) при последовательном повороте винта не более чем на 90°
	По ОСТ 2Н33.2–74	То же. Микроскоп УИМ-200 с призматическими опорами (для винтов длиной до 1200 мм). Машина измерительная МС-14 (для винтов длиной свыше 1200 мм) со специальными приспособлениями или машина универсальная длинномерная с полным комплектом принадлежностей фирмы Карл Цейс (Германия). Машина универсальная измерительная с полным комплектом принадлежностей МИЛ – 4000 фирмы СИП (Швейцария) или специальное устройство для контроля профиля трапецидальной резьбы (рис. 35)
	По ОСТ 2Н33.2–74	

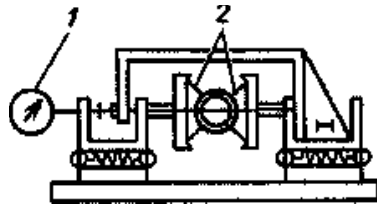


Рис. 31. Схема контроля среднего диаметра трапецидальной резьбы:
1 – измерительная головка;
2 – специальные наконечники

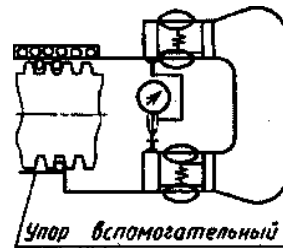


Рис. 32. Схема контроля отклонения среднего диаметра трапецидальной резьбы

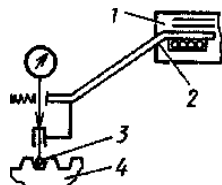


Рис. 33. Схема контроля радиального биения среднего диаметра резьбы относительно центров:
1 – суппорт станка; 2 – плавающая державка; 3 – специальный наконечник; 4 – проверяемый винт

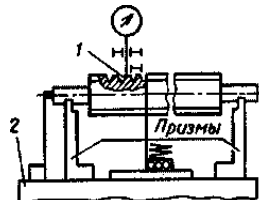


Рис. 34. Схема контроля радиального биения среднего диаметра резьбы относительно оси винта:
1 – специальный наконечник;
2 – измерительная машина

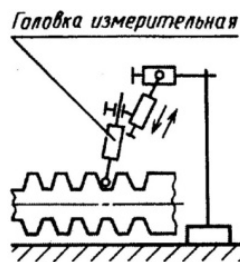


Рис. 35. Схема контроля профиля резьбы

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

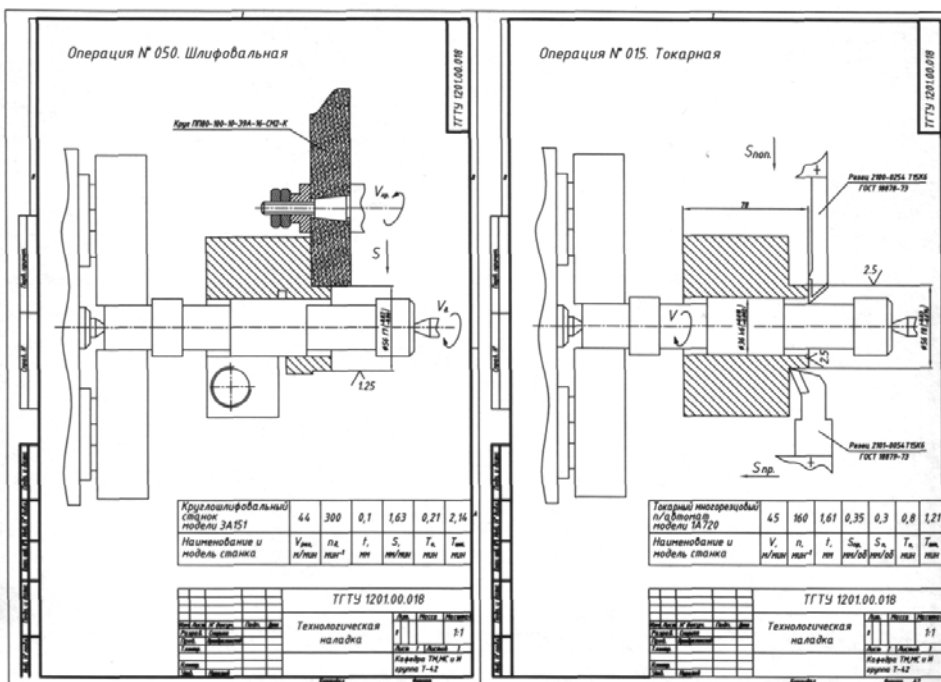


Рис. 36

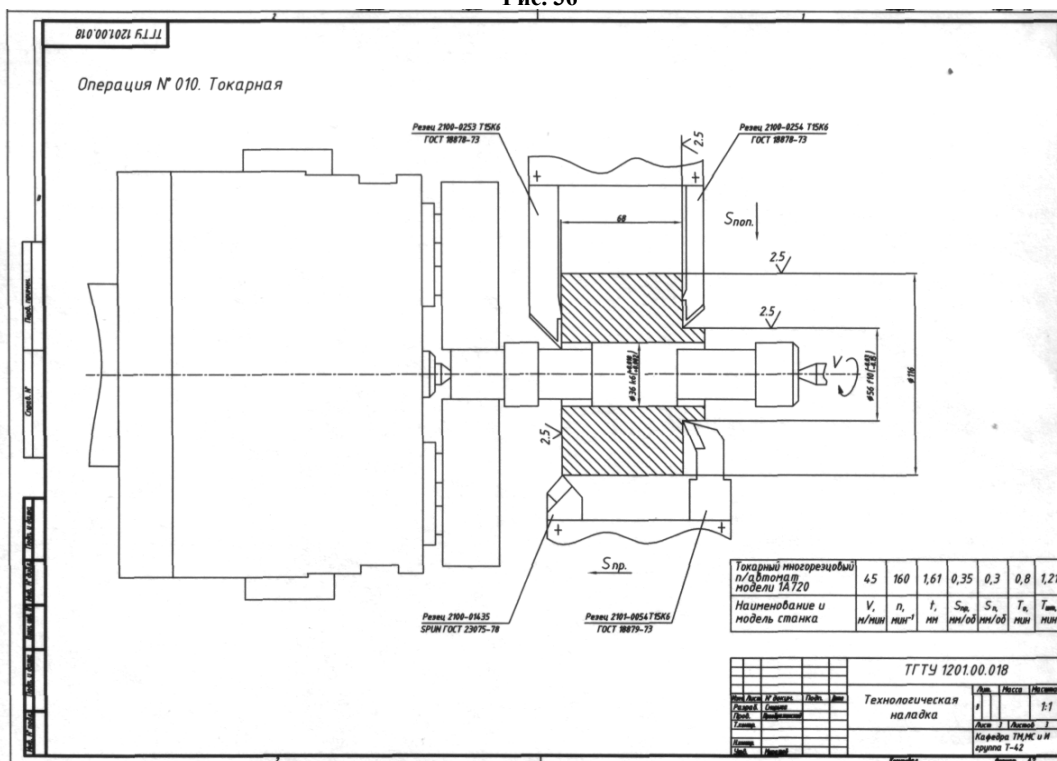


Рис. 37

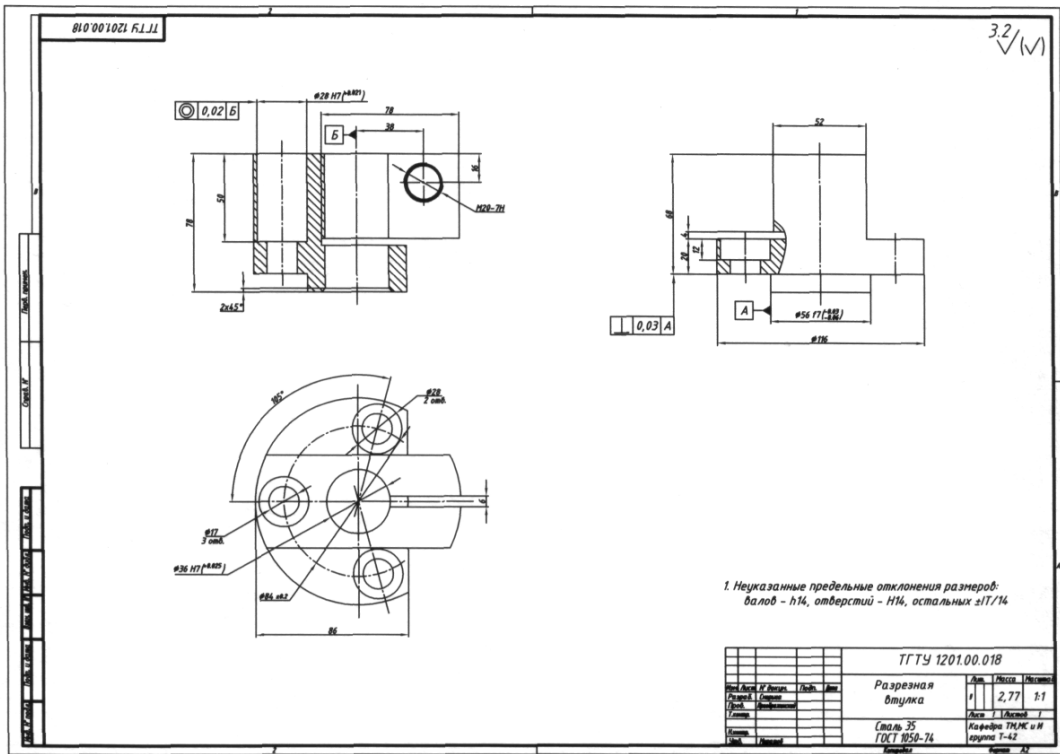


Рис. 38

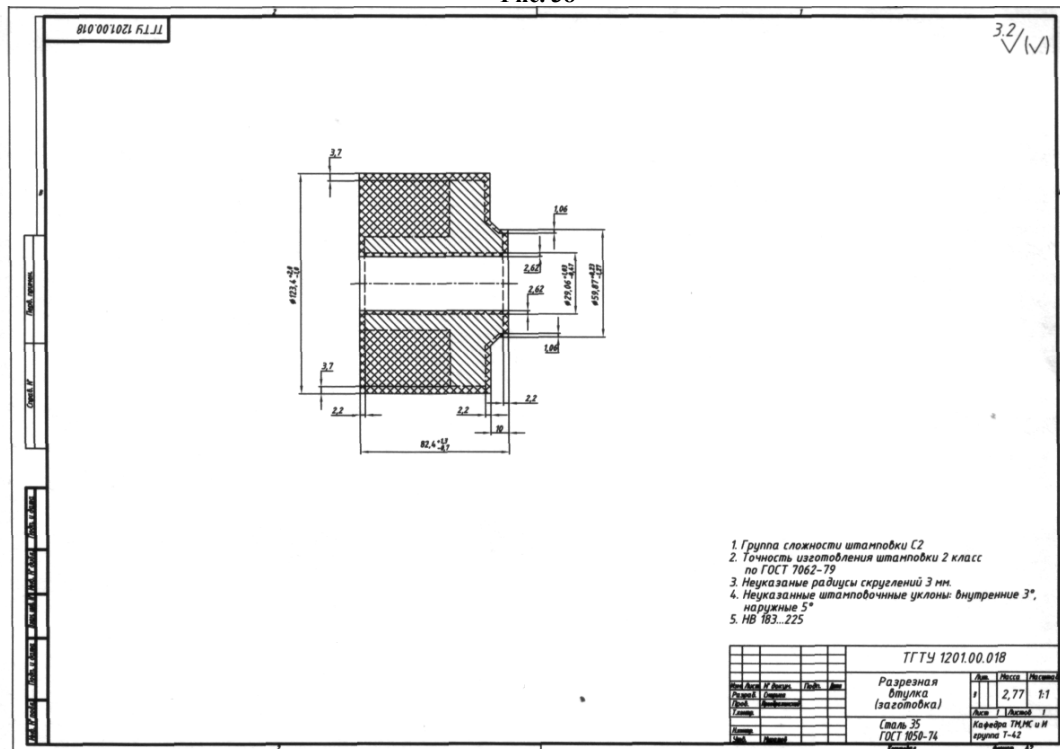


Рис. 39

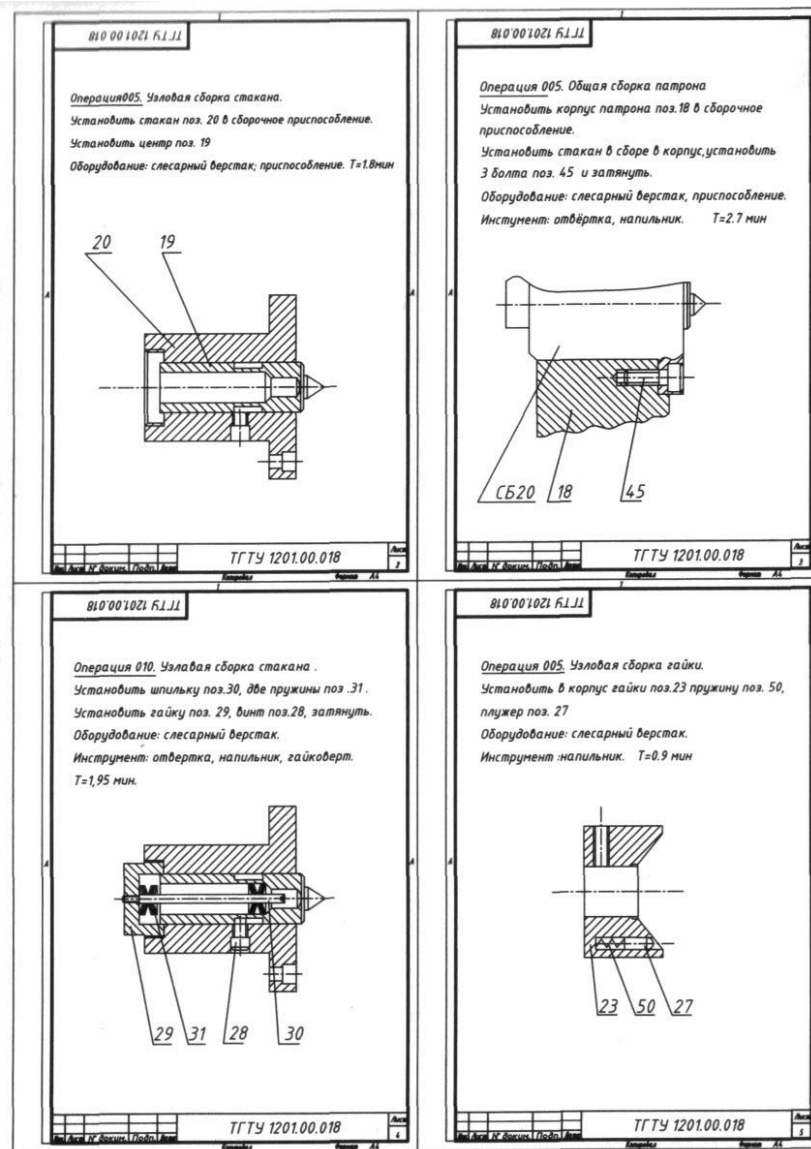


Рис. 40

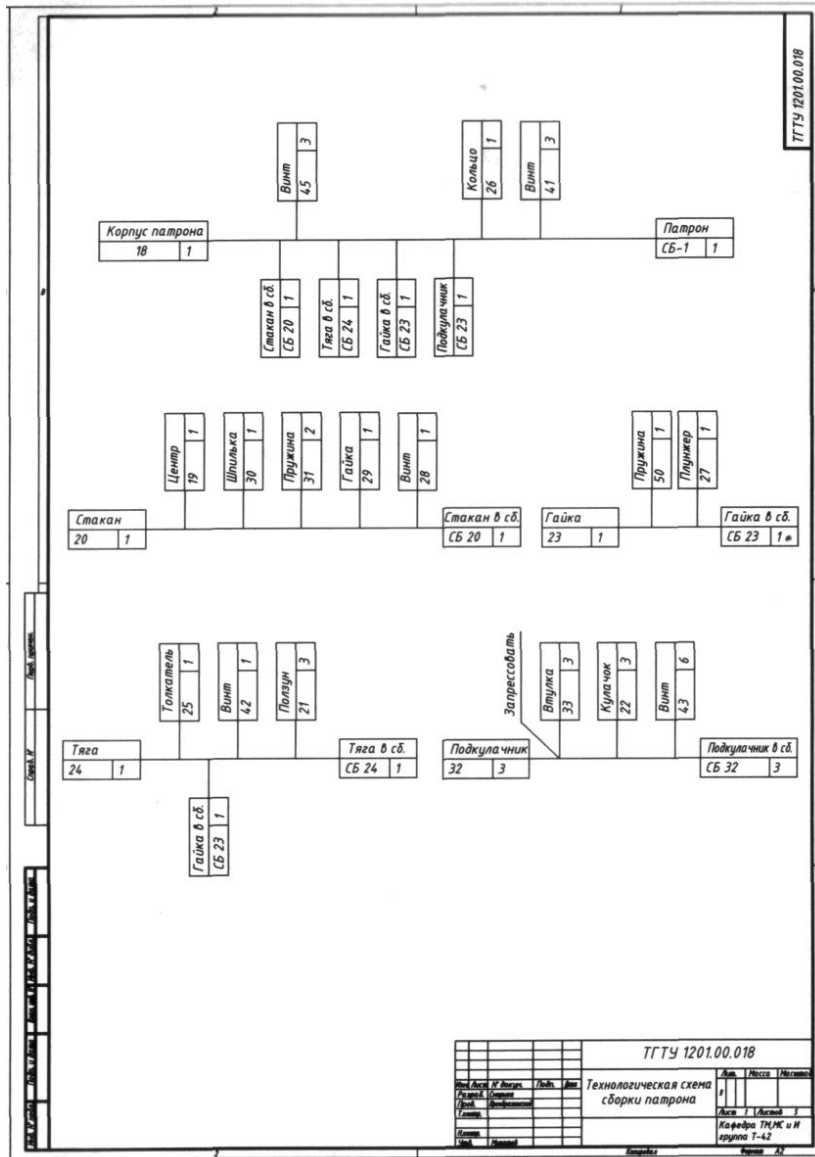


Рис. 41

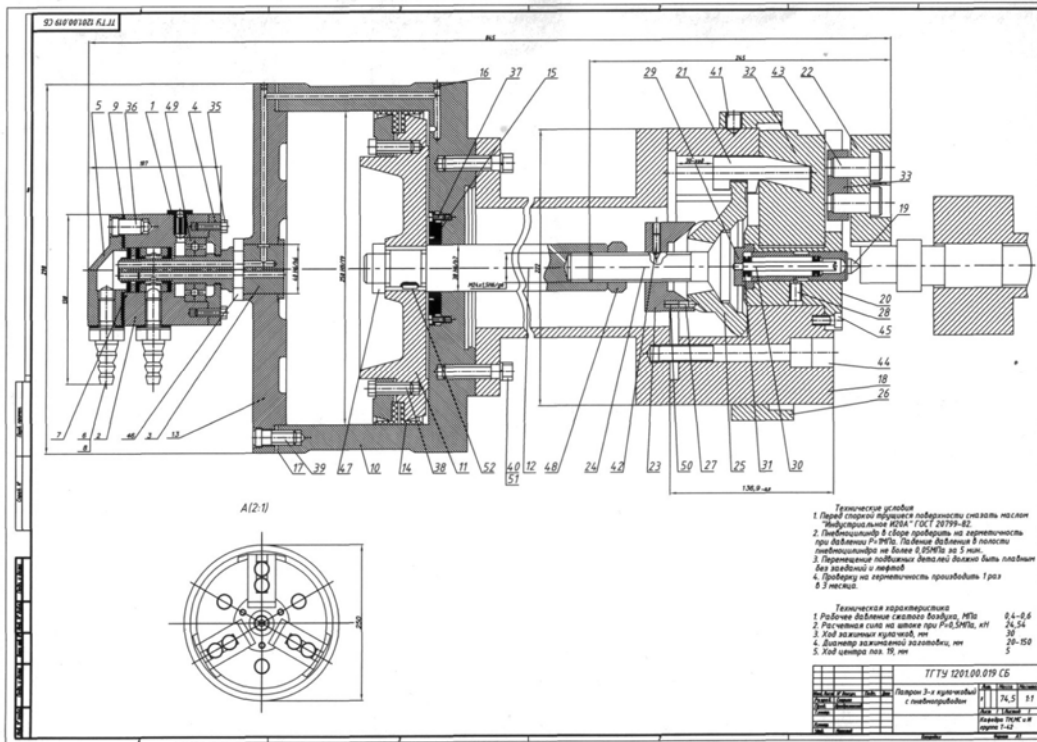


Рис. 42

СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАЛАДОК

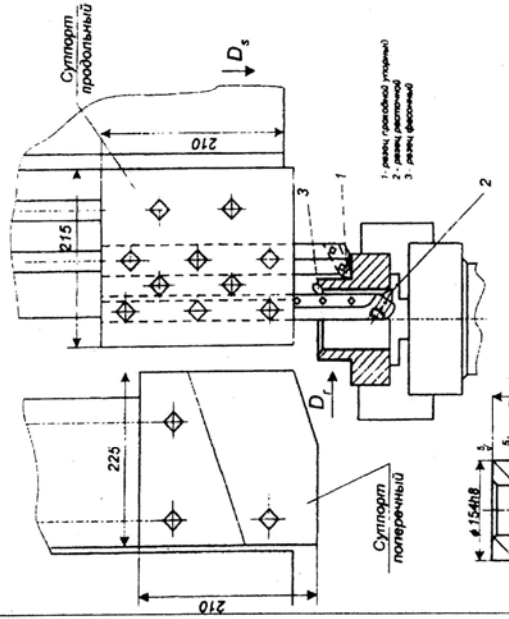
На этапе разработки операций обработки заготовок решаются следующие задачи:

- 1) определяют рациональную структуру операции, что позволяет составить или уточнить содержание, последовательность выполнения и возможность совмещения во времени переходов операции;
- 2) выбирают средства технического оснащения (СТО);
- 3) выбирают средства механизации и автоматизации выполнения операции (например, определяют модель оборудования), включая и транспортные устройства для перемещения заготовок;
- 4) назначают и рассчитывают режимы резания;
- 5) определяют нормы времени;
- 6) устанавливают настроечные размеры и составляют схемы наладки.

Построение операции – многовариантная задача. Возможные варианты оценивают по производительности и себестоимости. Разрабатывая операцию, стремятся к уменьшению времени выполнения технологической операции (нормы времени). При поточном методе работы время изготовления единицы продукции увязывают с заданной производительностью поточной линии – тактом выпуска.

Ниже приведены типовые технологические наладки механической обработки заготовок различных деталей на разных операциях и условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства – точении, фрезеровании, протягивании, зубонарезании, шлифовании и др.

Операция 015. Токарная автоматная
Приспособление: патрон 3-кулачковый пневматический

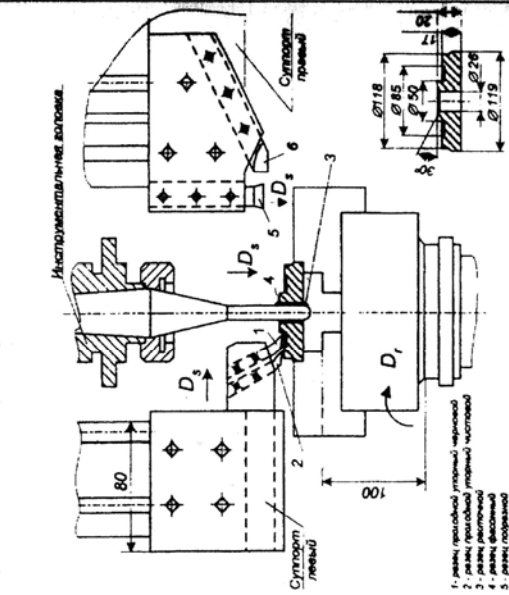


1 - лезвие, правый (левый) частотный
2 - лезвие, левый (правый) частотный
3 - лезвие, фасонный

Оборудование:

Токарный вертикальный патронный полуавтомат модели 1А734
(код 3811155-403)
Наибольший диаметр обработки, мм 320
Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ до 1600
Мощность электродвигателя главного движения, кВт 33,5
Габаритные размеры, мм 2300x3200x3020

Операция 020. Токарная автоматная
Приспособление: патрон 3-кулачковый пневматический



1 - лезвие, правый (левый) частотный
2 - лезвие, левый (правый) частотный
3 - лезвие, фасонный
4 - лезвие, левый частотный
5 - лезвие, правый частотный
6 - лезвие, фасонный

Оборудование:

Токарный вертикальный патронный полуавтомат
с ЧПУ модели 1А750/3 (код 3811155-82)
Наибольший диаметр обработки, мм 500
Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ до 1000
Мощность электродвигателя главного движения, кВт 45
Габаритные размеры, мм 3855x2600x3520

Лист	Схемы наладок автоматного станка
------	-------------------------------------

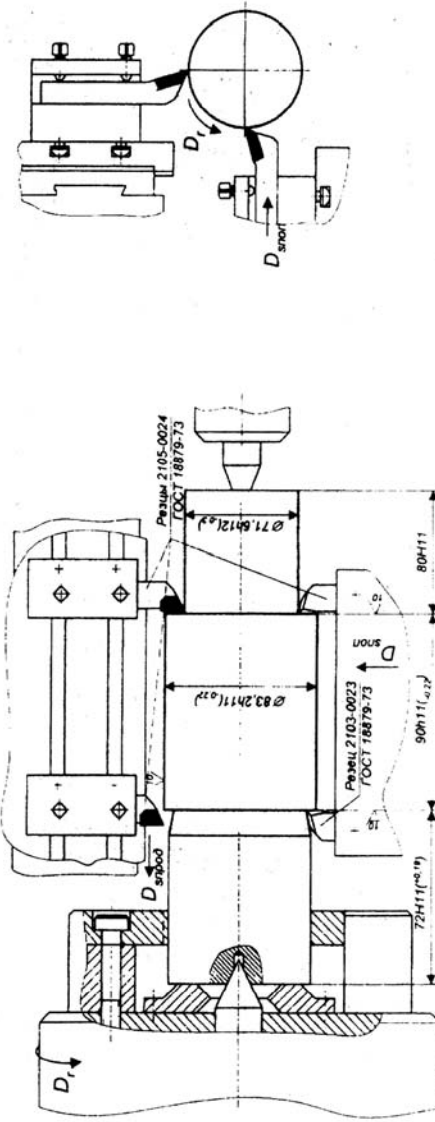
Операция 010: Токарная автоматная

Приспособление: поводковый патрон, плавающий центр, вращающийся центр

Оборудование: токарный многорезцовый копировальный полуавтомат модели 1E713 (код.381152218)

Наибольший диаметр изделия над станиной, мм 200
 Длина обрабатываемого изделия, мм 710, 1000, 1400, 1400

Пределы частот вращения шпинделя, об/мин 100 - 2000
 Мощность электродвигателя главного движения, кВт 17/25
 Габаритные размеры, мм 4195x1815x2200



Операция 015. Токарная автоматная

Приспособление: плавающий центр, вращающийся центр, поводковая скоба

Оборудование: токарный многорезцовый полуавтомат мод. 1Н713

Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм

установленной или стандартной	400
установленной или стандартной	250
Полка	500

Наибольшие перемещение суппорта, мм

продольное	350
поперечное	200

Наибольшие перемещение поперечного суппорта, мм

продольное	200
продольное установочное	395

Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ 63-1250

Рабочая подача суппорта, мм/мин:

копировально	25-400
поперечно	25-400

Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин

копировального	3,5
поперечного	3,5

Мощность электродвигателя главного привода, кВт 5

Габаритные размеры, мм 2450x1250x1980

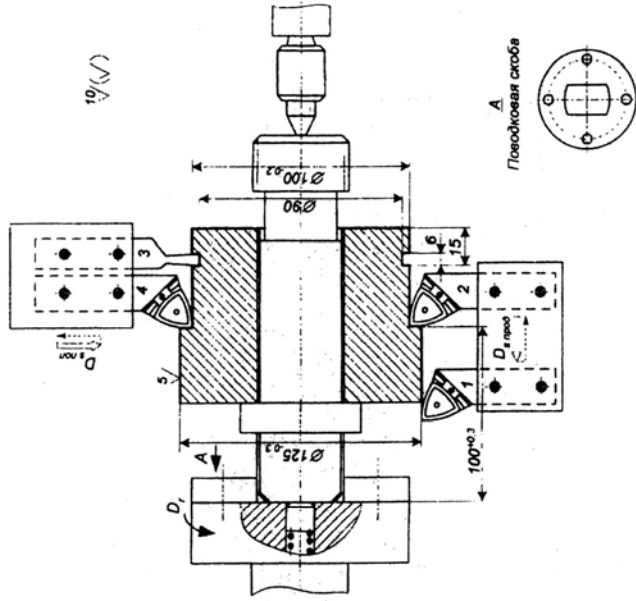


Таблица режимов резания и норм времени

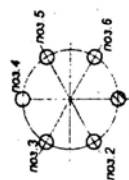
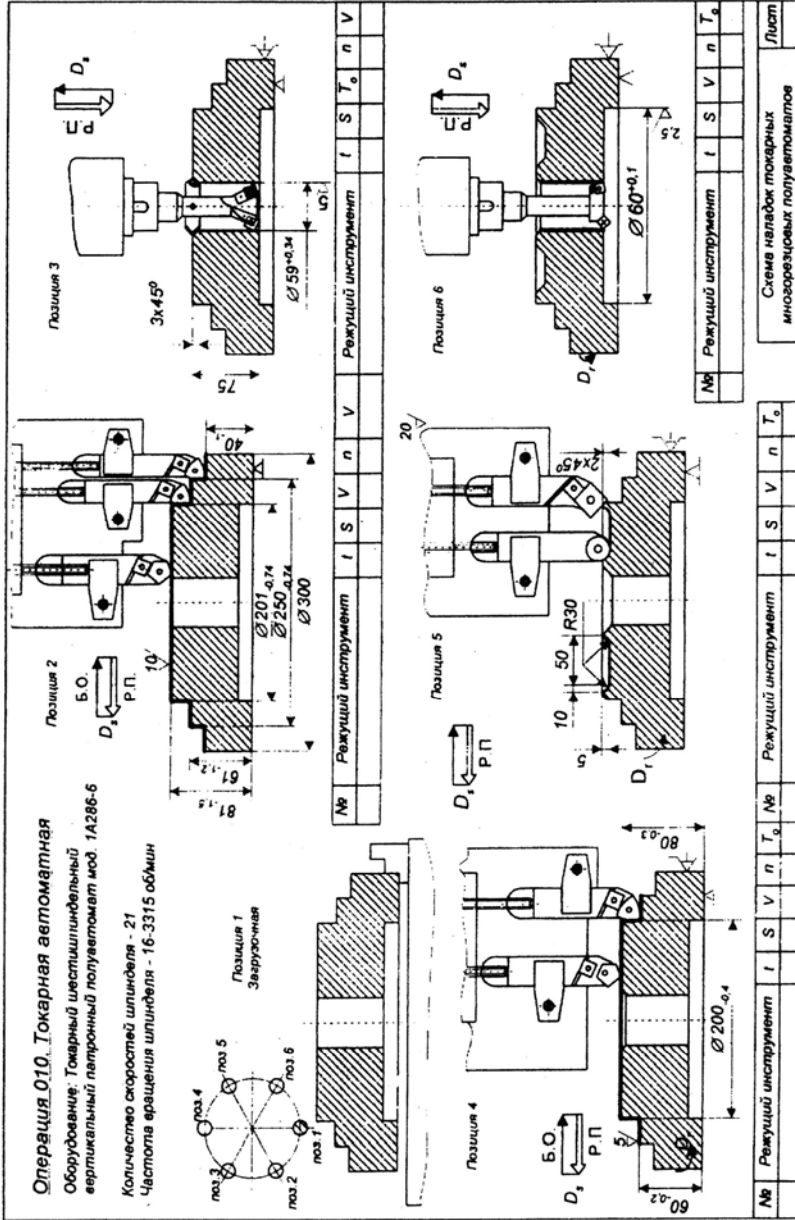
Суппорт	L, мм	S, мм	V, м/мин	n, об/мин	F, мм/об	T, мин	T _{норм} , мин
Резьбонарезной суппорт							
Резьба 1-го профиля Ток 10							
Резьба 2-го профиля Ток 10							
Резьбонарезной суппорт							
Резьба 3-го профиля Ток 10							
Резьба 4-го профиля Ток 10							

Операция 010. Токарная автоматная

Оборудование: Токарный шестигранный вертикальный патронный полуавтомат мод. 1А296-6

Количество скоростей шпинделя - 21

Частота вращения шпинделя - 16-3315 об/мин



№	Результирующий инструмент	t	S	V	n	T _s	n	T _s
1								
2								
3								
4								
5								
6								

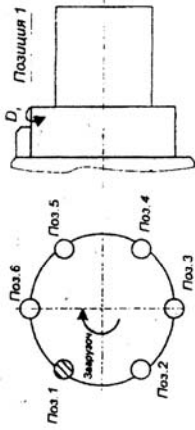
№	Результирующий инструмент	t	S	V	n	T _s
1						
2						
3						
4						
5						
6						

№ Результирующий инструмент t S V n T_s n T_s

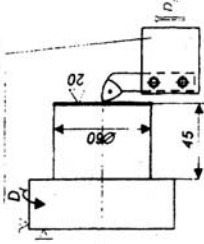
Схема наладки токарных инсореционных полуавтоматов

Лист

Операция 010: Токарная автоматная
 Обработка трехлапчатого патрона

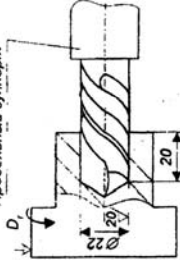


Позиция 2
 Поперечный суппорт

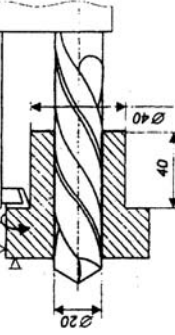


Режущий инструмент	l	S	V	n	T _н
Резец проходной T15K6	мм	мм	градусы	об/мин	мин

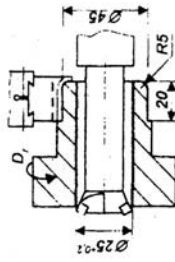
Позиция 3
 Продольный суппорт



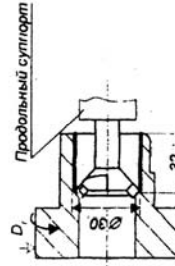
Режущий инструмент	l	S	V	n	T _н
Сверло 622 P6M5	мм	мм	градусы	об/мин	мин



Режущий инструмент	l	S	V	n	T _н
Резец проходной угловой Сверло 624 P6M5	мм	мм	градусы	об/мин	мин



Режущий инструмент	l	S	V	n	T _н
Резец приямной P15K6	мм	мм	градусы	об/мин	мин



Режущий инструмент	l	S	V	n	T _н
Распашной блок Чистовой 6780	мм	мм	градусы	об/мин	мин

Оборудование: Токарный шестипищидельный горизонтальный патронный полуавтомат повышенной точности модели 1Б240П-6К
 Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм 110
 Пределы частот вращения шпинделя мин.⁻¹ 80-1120
 Наибольший ход продольного суппорта, мм общий - 125, рабочий - 105
 Время холостого хода распределительного вала, с 2
 Мощность электродвигателя главного вращающ. вкл. 18,5

Операция 010. Токарная карусельная
 Оборудование: токарно-карусельный мод. 1Е512Ф2И
 Приспособление: 4-кулачковый патрон

Оборудование: токарно-карусельный одностовечный станок с цифровой
 индикацией модели 1Е512Ф2И (код 38115117439)
 Диаметр планшайбы, мм 1120
 Наибольший диаметр обработки, мм 1250
 Наибольший диаметр обработки, мм 1000
 Наибольший диаметр обработки, мм 8000
 Наибольший диаметр обработки, мм 0.5 - 400
 Пределы частот вращения планшайбы, об/мин 0.4 - 315
 Пределы частот вращения планшайбы, об/мин 0.3 - 250
 Пределы частот вращения планшайбы, об/мин 4200x3200x5400

Револьверная
 5 - гнездовая головка

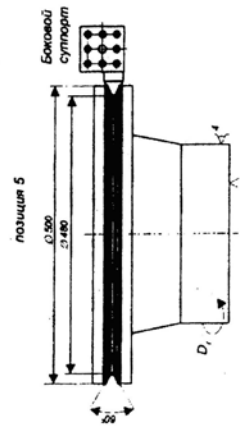
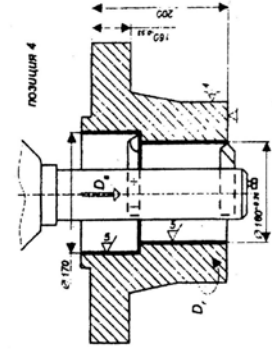
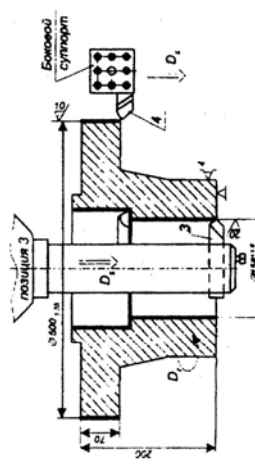
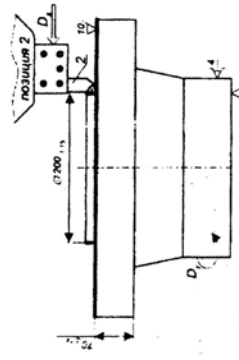
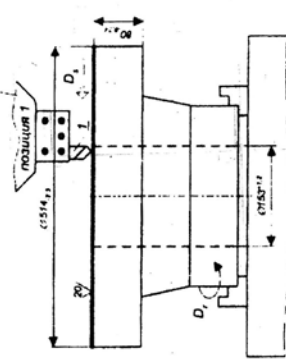


Таблица режимов резания и норм времени

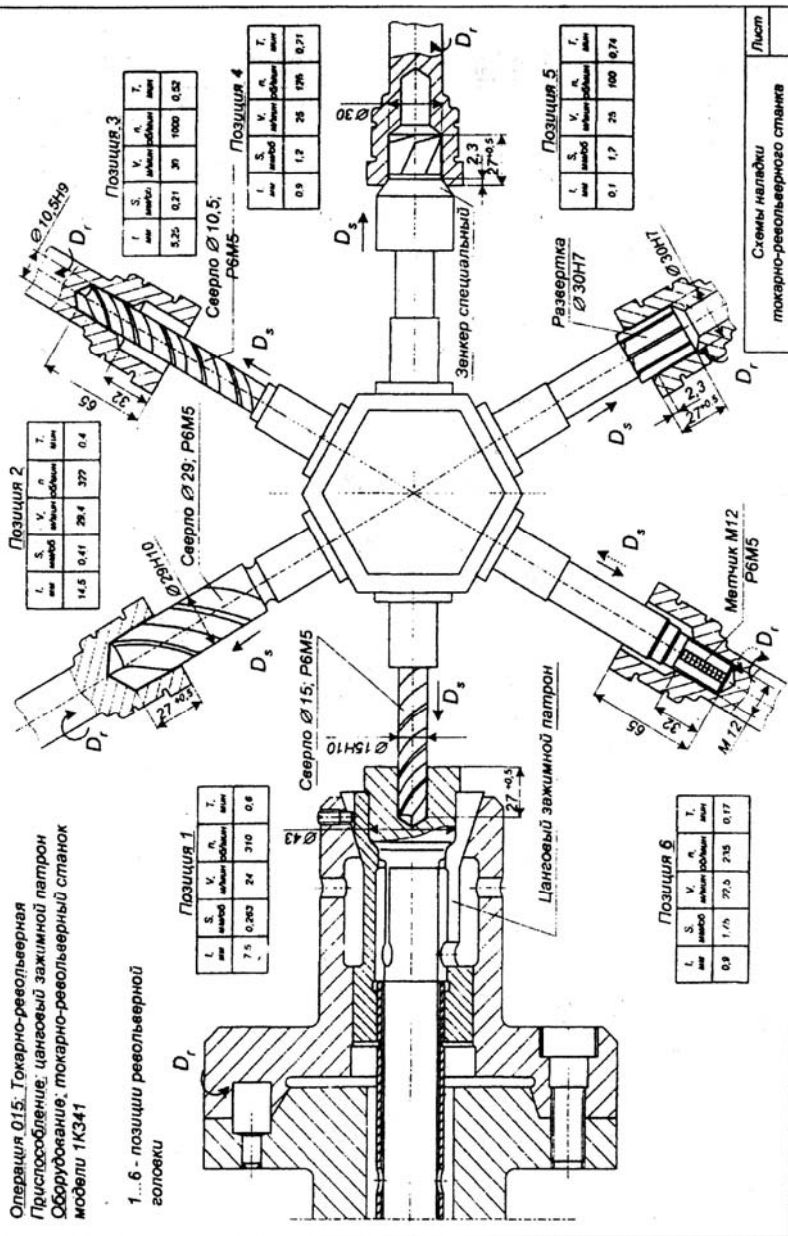
Рабочий инструмент	l, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _{об} , мин	T _{норм} , мин	T _{факт} , мин
Резец 1 Плоский # - ФР 12К10							
Резец 2 Плоский Лезвие # - ФР 12К10							
Резец 3 Плоский # - ФР 12К10							
Резец 4 Плоский # - ФР 12К10							
Резец 5 Плоский # - ФР 12К10							
Резец 6 Плоский # - ФР 12К10							
Резец 7 Килевчатый # - ФР 12К10							

Схема наладки
 токарно-карусельного станка

Лист

Операция 015. Токарно-револьверная
 Приспособление: цанговый зажимной патрон
 Оборудование: токарно-револьверный станок
 модели 1К341

1...6 - позиции револьверной
 головки

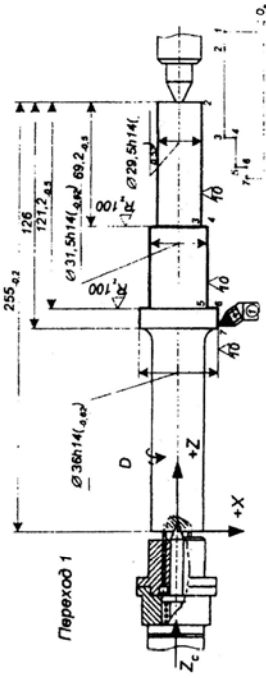


Схемы наладки
 токарно-револьверного станка

Лист

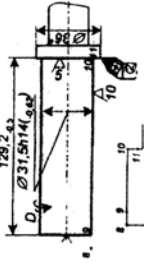
Операция 010: Токарная с ЧПУ

Оборудование: Токарный станок с ЧПУ мод. 16КСФ32 код. 3811623277
 Приспособление: Поводковый торцевой патрон, вращ. центр

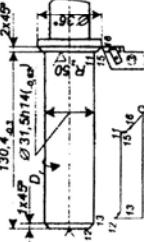


Переход 1

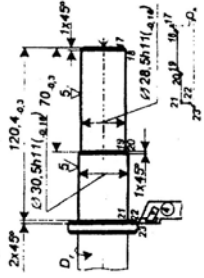
Переход 2



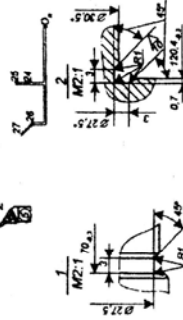
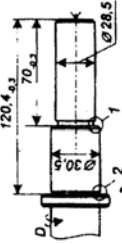
Переход 3



Переход 4



Переход 5



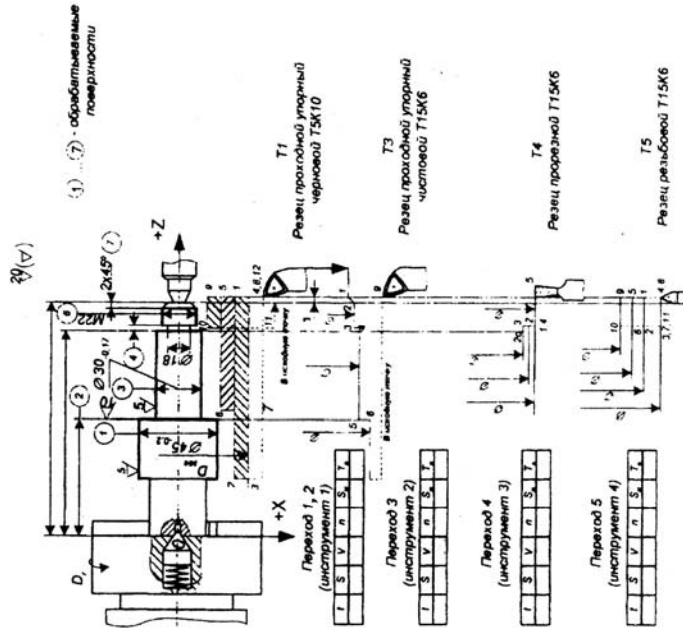
1 - режим прерывной подачи T150K
 2 - режим прерывной подачи T150K

Таблица режимов резания

№	№	Обозначение	Условия															
			1	2	3	4	5	6	7									
1	1	Режим прерывной подачи T150K																
2	2	Режим прерывной подачи T150K																
3	3	Режим прерывной подачи T150K																

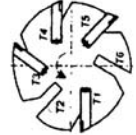
Операция 015. Токарная с ЧПУ

Приспособление: поводковый торцевой патрон; вращ. центр



- Оборудование: Токарный станок с ЧПУ мод. 16К2СФ32**
 Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: 400
 Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 220
 Шаг нарезаемой резьбы, мм: 1000
 Диаметр резьбы: $\varnothing 30$
 Частота вращения шпинделя, мин⁻¹: 12,5 - 2000
 Число скоростей шпинделя: 22
 Наибольшее перемещение суппорта, мм: 900
 Наибольшее перемещение суппорта, мм: 250
 Подъем суппорта, мм/об: 3 - 1200
 Поперечная мощность эл. двигателя главного вала, кВт: 1,5 - 600
 Габаритные размеры (без ЧПУ), мм: 3360x1710x1750

Схема установки инструментов в инструментальной головке



T1 - T6 - позиции инструментальной головки

Операция 020 : Вертикально-сверлильная

Принадлежность: Скальчатый кондуктор
 Вспомогательный инструмент: Трехпозиционная инструментальная головка,
 патрон сверлильный с внутренним подшипом СОЖ

- Оборудование: Вертикально-сверлильный станок модели 2A125 (код 3812132803)
 Наибольший диаметр сверления, мм 25
 Вылет шпинделя, мм 250
 Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм 1800
 Размеры рабочей поверхности стола, мм 400x450
 Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ 5-2000
 Мощность электродвигателя главного движения, кВт 2,2
 Габаритные размеры, мм 2390x805x1130

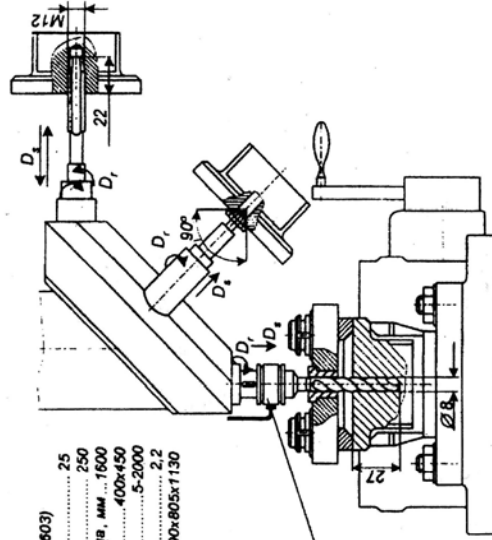


Таблица режимов резания и норм времени

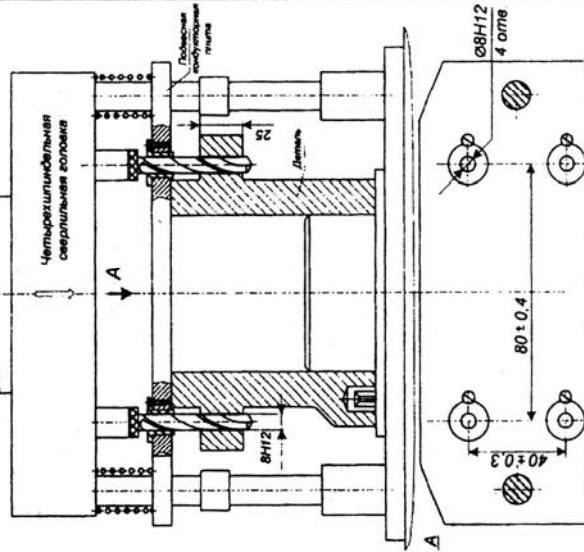
Режущий инструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _{ср} , мин		T _{всп} , мин	
					СОЖ	без СОЖ	1 мин	1,3 мин
1. Сверло с 18°	5	0,15	18	575	0,65	1,3	1,5	
2. Зенковка 90°, 95°	1	0,1	19,5	575	0,65	1,3		
3. Мелтик M12	1	1,75	6	190				

Операция 035: Вертикально-сверлильная

Оборудование: вертикально-сверлильный станок модели 2A125 (код 3812132603)

Приспособление: кондуктор с подвижной кондукторной плитой;

4 - цилиндрическая сверлильная головка



Режущий инструмент	t	S	V	n	T _{ср}	T _{макс}	T _{мин}
Сверло спиральное 2φ=12, Р6М5, G 8	мм	мм/об	мм/мин	об/мин	мин	мин	мин

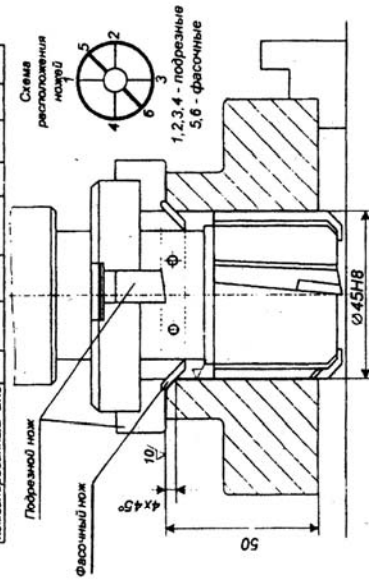
Операция 015: Вертикально-сверлильная

Оборудование: вертикально-сверлильный станок модели 2A125 (код 3812132603)

Приспособление: 3 - кулачковый настольный патрон с пневмоприводом

Таблица режима резания и нормы времени

Режущий инструмент	t	S	V	n	T _{ср}	T _{макс}	T _{мин}
Зенкер комбинированный ВХЗ	мм	мм/об	мм/мин	об/мин	мин	мин	мин



Оборудование: вертикально-сверлильный станок модели 2Н135 (код 38121327010)
 Наибольший диаметр сверления в стали 45, по ГОСТ1050.74, мм 40
 Наибольшее усилие подачи, Н 15000
 Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ 31,5 - 1400 (23 скорости)
 Пределы факты подачи шпинделя, мм/об 0,1-1,6
 Рабочая поверхность стола, мм 450x500
 Мощность электродвигателя влезного движения, кВт 4,1
 Габаритные размеры, мм 1030x875x2535

Схемы наладок сверлильных станков

Лист

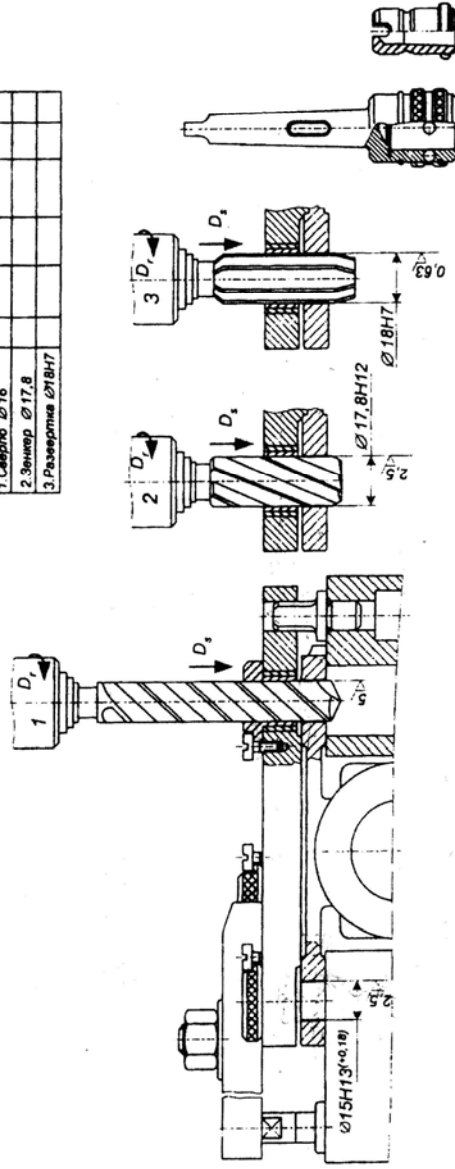
Операция 020 : Радиально-сверлильная

Принадлежность: кондуктор

Вспомогательный инструмент: быстросъемный патрон

Таблица режимов резания и лорн еромени

Режущий инструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _{ср} , мин	T _{макс} , мин
1 Сверло Ø16						
2 Зенкер Ø17,8						
3 Развертка Ø18H7						



Оборудование: радиально-сверлильный станок модели 2A554 (код 3812173810)

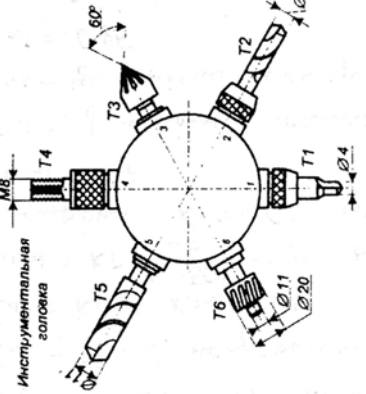
Наибольший диаметр сверления в стали, мм 50

Наибольшее расстояние от оси шпинделя до образующей колонны, мм 1600

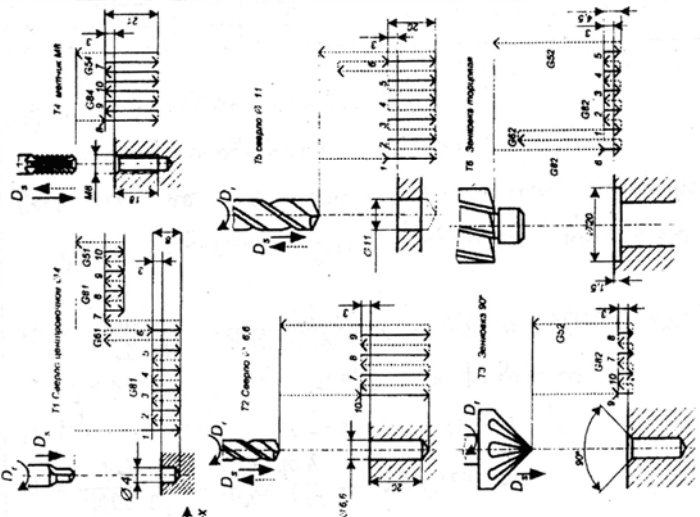
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности фундамента плиты, мм 1600

Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ 18-2000 (24 скорости)

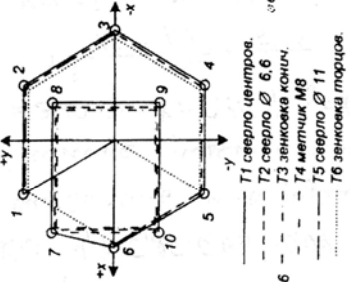
Операция 025. Сверлильная с ЧПУ
 Оборудование: Сверлильный станок с ЧПУ мод. 2Р178
 Приспособление: УПС



Циклограмма по оси Z



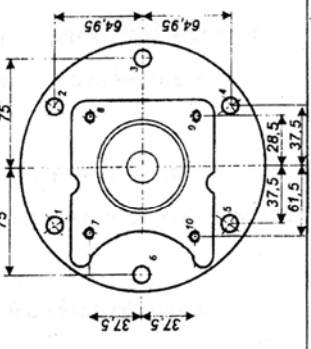
Циклограмма в плоскости XY



Координаты центров отверстий

Точка	X, мм	Y, мм
1	37,5	-64,95
2	-37,5	-64,95
3	-7,5	0
4	-37,5	64,95
5	37,5	64,95
6	7,5	0
7	61,5	-37,5
8	-28,5	-37,5
9	-28,5	37,5
10	61,5	37,5

Чертеж детали (вид в плане)



Операция 030. Плоскошлифовальная
Оборудование: Плоскошлифовальный станок с
вертикальным шпинделем повышенной точности
мод. 3Е756

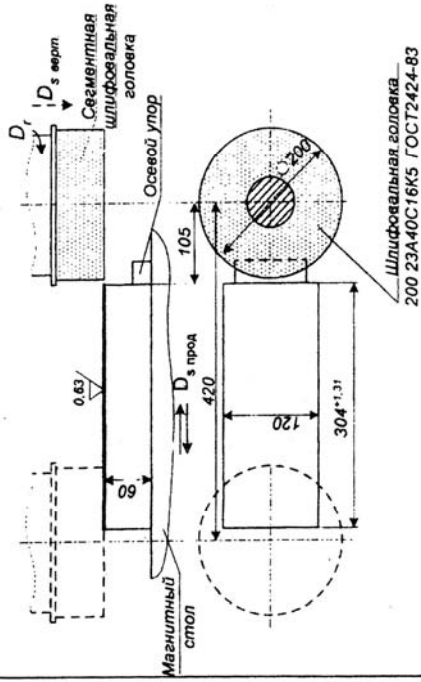


Таблица режимов резания

t мм	S мм/об. х.	n об/мин	V м/с	T мин
0,045	0,045	1600	0,44	

Операция 030. Хонинговальная
Оборудование: Хонинговальный полуавтомат
мод. 3К82У

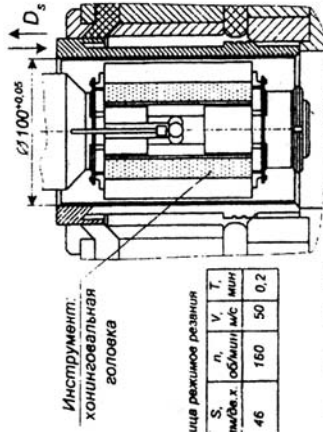


Таблица режимов резания

t мм	S мм/об. х.	n об/мин	V м/с	T мин
0,0075	46	160	50	0,2

Операция 030. Плоскошлифовальная
Оборудование: Плоскошлифовальный станок с крестовым
столом и горизонтальным шпинделем высокой точности
мод. 3Д710В-1

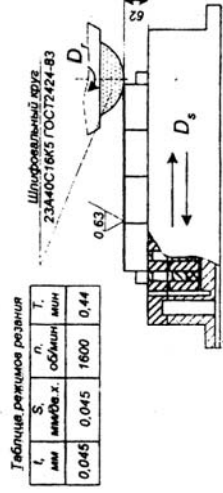


Таблица режимов резания

t мм	S мм/об. х.	n об/мин	V м/с	T мин
0,045	0,045	1600	0,44	

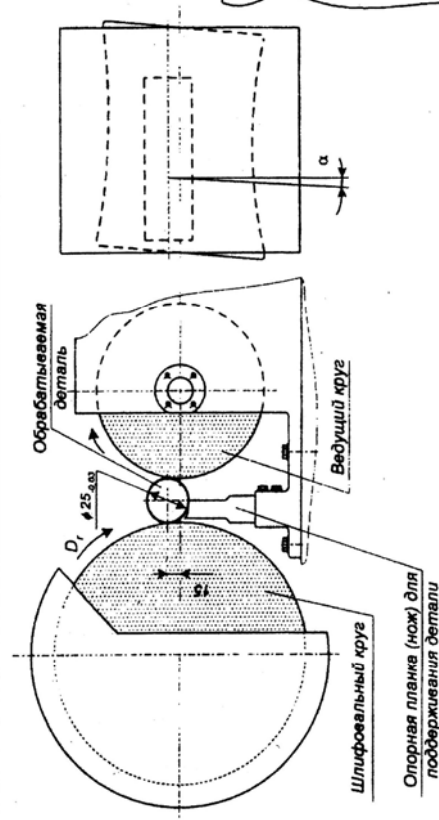
Схемы наладок шлифовального и
хонинговального станков

Лист

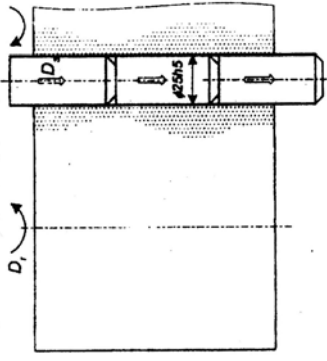
Операция 020. Бесцентрошлифовальная

Оборудование:

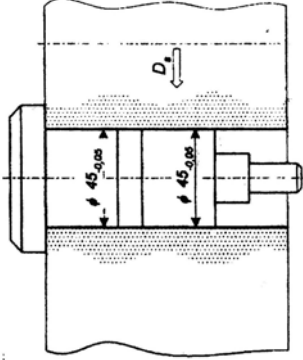
Бесцентро-шлифовальный полуавтомат высокой точности модели ЗЕВ4В (код 3813141411)	
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	80
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	2293 и 1337
Наибольшая длина шлифовки: сквозного и врезного, мм	245
Частота вращения ведущего круга, мин ⁻¹	18-150
при правке	300
Наибольшее установочное перемещение шлифовальной бабки, мм	140
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	30
Габаритные размеры, мм	3570x2355x2120



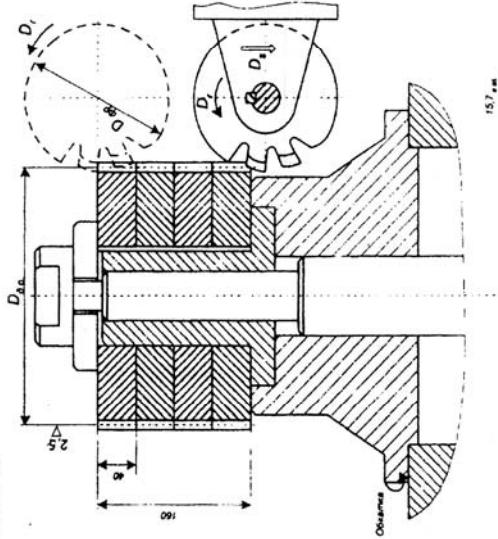
Вариант 1. Шлифование с продольной подачей (сквозное шлифование) $\alpha = 1...7^\circ$



Вариант 2. Шлифование с поперечной подачей (метод врезания) $\alpha = 0^\circ$



Операция 025. Зубофрезерная
 Обработка. Зубофрезерный станок мод. 5Д312П
 Дискообразные. Оправка шпоночная (наладка
 на 4 детали)

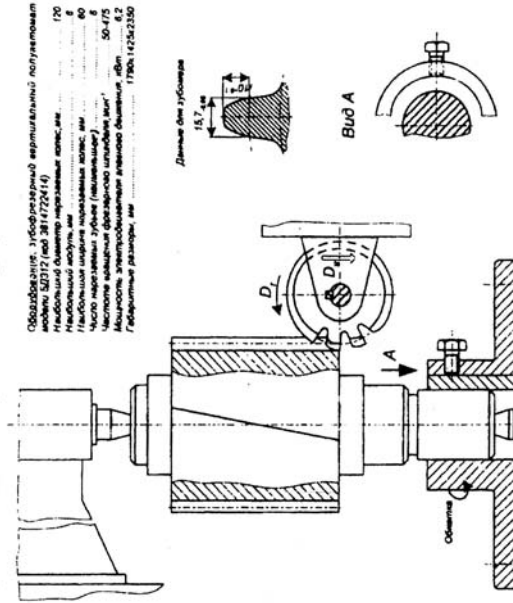


Модуль	т	з
Число зубьев	г	40
Степень точности		ВК
Угол наклона оси червячной фрезы	β	2°30'

Таблицы режимы резания и нормы времени

Режимный инструмент	l, мм	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	M, мм	ФБ	T _{рез} , мин	T _{под} , мин	T _{общ} , мин
Фреза червячная Ø 90, ЛРМ5-ПЗ									

Операция 025. Зубофрезерная
 Обработка. Зубофрезерный станок мод. 5Д312
 Дискообразные. Центры, поводковое устройство



Модуль	т	з
Число зубьев	г	40
Степень точности		ВК
Угол наклона оси червячной фрезы	β	2°30'

Таблицы режимы резания и нормы времени

Режимный инструмент	l, мм	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	M, мм	ФБ	T _{рез} , мин	T _{под} , мин	T _{общ} , мин
Фреза червячная Ø 90, ЛРМ5-ПЗ									

Схема наладки зубофрезерных станков

Лист

Операция 030: Зубофрезерная
 Оборудование: Зубофрезерный полуавтомат мод. ЕЗ-40
 Приспособление: Цанговый патрон

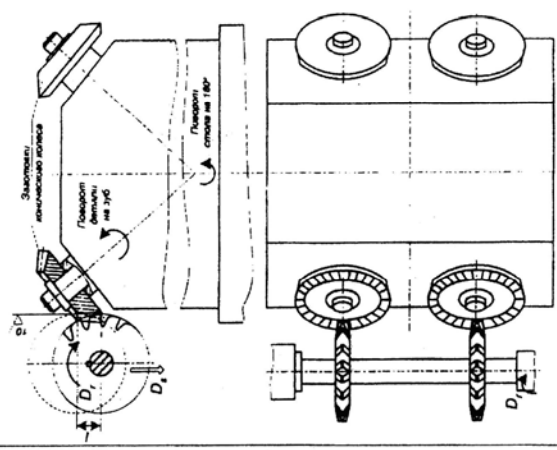


Таблица режимов резания и норм времени

Режущий инструмент	L, мм	S, мм	V, м/мин	n, об/мин	T _{ср} , мин	T _{под} , мин	T _{св} , мин	T _{сум} , мин
Трещоточная фреза	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ
Л. С. В. П.	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ

Операция 031: Зубооблечная
 Приспособление: гидропастыльный патрон
 Оборудование: вертикальный полуавтомат модели 5Б12
 Диаметр обрабатываемого колеса, мм:

- 12 - 208
- 220
- с наружным зацеплением
- с внутренним зацеплением
- с наружным зацеплением
- с внутренним зацеплением
- Модуль, мм
- Число зубьев
- Число фрезных ходов в минуту
- Крутящий момент на фрезной ход, мм
- Радиальная подача, мм
- Мощность электродвигателя, кВт
- Габаритные размеры, мм

Таблица режимов резания

L, мм	V, м/мин	n, об/мин	S, мм/зуб	f, мм/зуб
12	20	900	0.2	0.72

Операция 035: Швейцовальная
 Приспособление: Центра дискового шевера
 Оборудование: Зубошвейцовальный полуавтомат мод. 5Б702В

- Наибольший диаметр обрабатываемого шевера, мм
- Наибольший модуль, мм
- Наибольшая ширина венца обрабатываемого колеса, мм
- Частота вращения шевера, мин⁻¹
- Мощность электродвигателя главного движения, кВт
- Габаритные размеры, мм

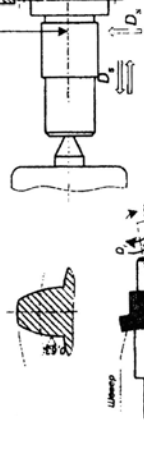


Таблица режимов резания

L, мм	V, м/мин	n, об/мин	S, мм/зуб	f, мм/зуб
12	20	900	0.2	0.72

Операция 035. Зубофрезерная
Приспособление: Хомутик, центра

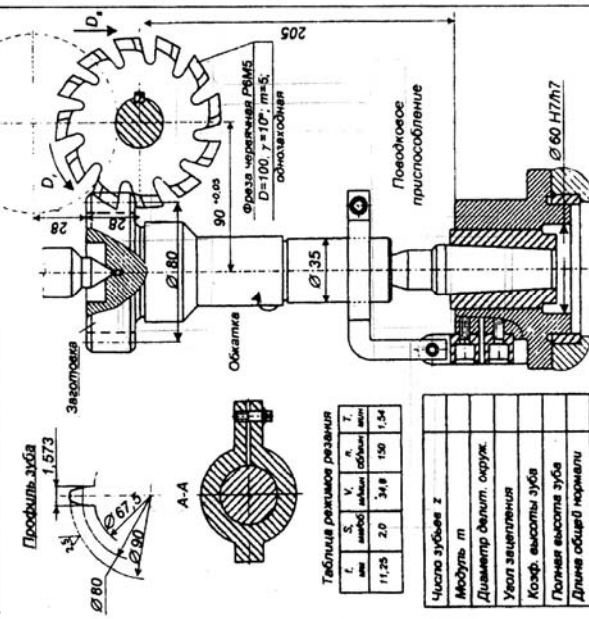


Таблица режимов резания

l, мм	S, мм/об	V, м/мин	A, мм	T, мин
11,25	2,0	348	150	1,54

Таблица режимов резания

Число зубьев z	Модуль m	Диаметр делит. окруж.	Угол зацепления	Коэф. высоты зуба	Полная высота зуба	Длина общей нормали
320	6	220	3.2	4.2	50-500	2.300x1300x1950

Оборудование: зуборезный полуавтомат мод 53A30, код 3815722406
 Наибольший диаметр обрабатываемых колес, мм 320
 Наибольший модуль, мм 6
 Наибольшая ширина нарезаемых колес, мм 220
 Число нарезаемых зубьев наименьшее 6
 Частота вращения фрезерного шпинделя, мин⁻¹ 3.2, 4.2
 Мощность двигателя главного движения, кВт 50-500
 Габаритные размеры, мм 2.300x1300x1950

Операция 035. Шлицефрезерная
Приспособление: Поводковая планшайба, хомутик, центра

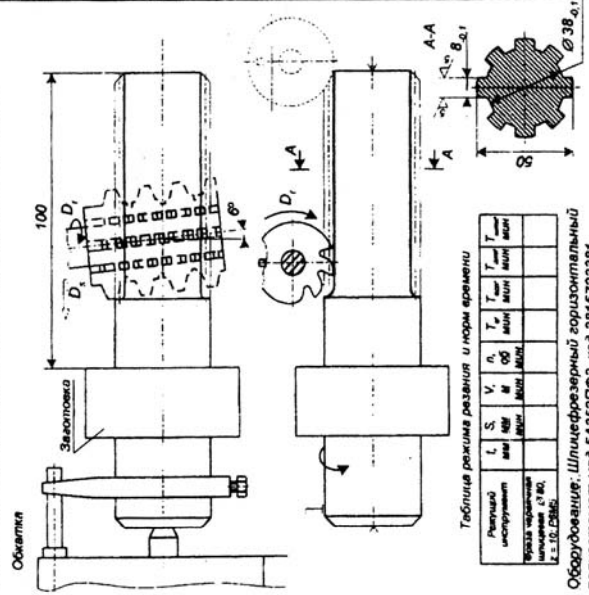


Таблица режимов резания и норм времени

Резецкий инструмент	L, мм	S, мм/об	V, м/мин	A, мм	T, мин
Фреза червячная, л. ш.	100	2.0	348	150	1.54

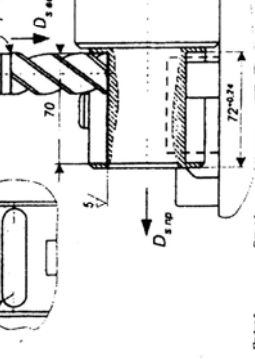
Оборудование: Шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат мод 5A352ГР2, код 3815723381
 Наибольший диаметр обрабатываемых заготовок, мм 200
 Наибольший модуль, мм 8
 Наибольшая длина устанавливаемой заготовки, мм 1000
 Частота вращения фрезерного шпинделя, мин⁻¹ 60 - 400
 Мощность электродвигателя главного движения, кВт 5(6.3): 10
 Габаритные размеры, мм 3500x2140x2100
 Схема наладок зубофрезерных и шлицефрезерных станков

Операция 030. Вертикально-фрезерная

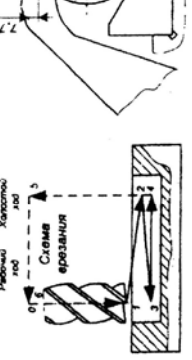
Приспособление: специальное пневматическое

Таблица режима резания и норм времени

L, мм	S, мм/мин	V, м/мин	A, мм	T, мин	T _{норм} , мин
7,75	96	12,5	200	1,70	0,50
					2,85



Линейный размер: 0-1-2-3-4-5-6
 Диаметр: 20^{+0,02} ±0,14
 Радиус: R10



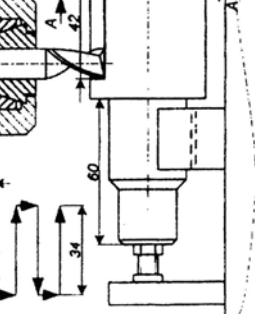
Оборудование: Вертикально-фрезерный станок с жестким столом, профинансирован и ценовой индексацией модели 654.609.1.1 (код 3816121509)
 Размеры рабочей поверхности стола, мм: 630x2000
 Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности, мм: 125 - 900
 Наибольшие перемещения стола, мм: продольное 1600; поперечное 630; вертикальное 775
 Чистота вращения шпинделя, мин⁻¹: 5-2000
 Максимальная потребляемая электрическая мощность, кВт: 30
 Габаритные размеры, мм: 3810x1785x1100

Операция 035. Шпоночно-фрезерная

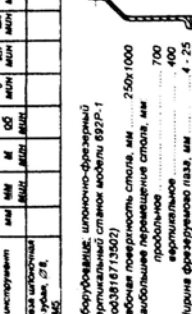
Приспособление: специальное с пневматическим Циклодом

Таблица режима резания и норм времени

L, мм	S, мм/мин	V, м/мин	A, мм	T, мин	T _{норм} , мин
60	96	12,5	200	1,70	0,50
					2,85

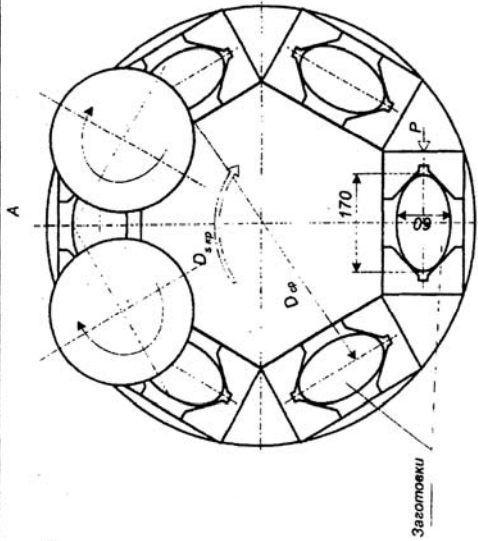
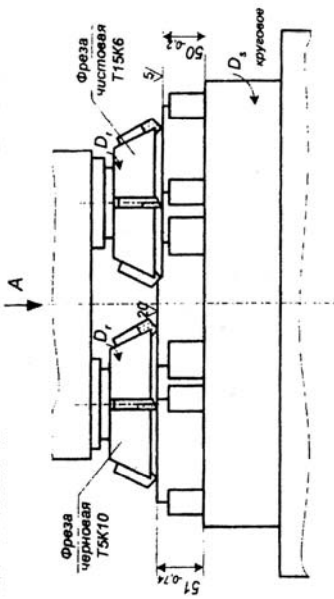


Оборудование: шпоночно-фрезерный вертикальный станок модели 692Р.1 (код 3816713502)
 Рабочая поверхность стола, мм: 700x400
 Наибольшие перемещения стола, мм: продольное 400; поперечное 400
 Ширина фрезеруемого глаза, мм: 4-25
 Чистота вращения шпинделя, мин⁻¹: 600-1000
 Максимальная потребляемая электрическая мощность, кВт: 3,3
 Габаритные размеры, мм: 1505x1800



Оборудование: шпоночно-фрезерный вертикальный станок модели 692Р.1 (код 3816713502)
 Рабочая поверхность стола, мм: 700x400
 Наибольшие перемещения стола, мм: продольное 400; поперечное 400
 Ширина фрезеруемого глаза, мм: 4-25
 Чистота вращения шпинделя, мин⁻¹: 600-1000
 Максимальная потребляемая электрическая мощность, кВт: 3,3
 Габаритные размеры, мм: 1505x1800

Операция 005: Карусельно-фрезерная
 Оборудование: Карусельно-фрезерный станок мод. УФ5144
 Принадлежность: Пневматическое пиночного типа



Оборудование:

Карусельно-фрезерный полуавтомат модели УФ5144 (код 3818680017).

Диаметр рабочей поверхности стола, мм 2000

Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм:

наименьшее 400;

наибольшее 700

Пределы частоты вращения шпинделя, мин* 31,5 - 100

Мощность электродвигателя главного движения, кВт 50 - 160

..... 12

Таблица режимов резания и норм времени

Резущий инструмент	t, мм	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	T _{ср} , мин	T _{норм} , мин	T _{норм} , мин
Фреза 1. Торцовая Ø150, Т5К10							
Фреза 2. Торцовая Ø150, Т15К6							

Схема наладки карусельно-фрезерного станка

Лист

**Операция 020: Продольно-фрезерная
Обработка: Продольно-фрезерный станок мод. БИ505Ф30**

Приспособление: специальное многосместное пневматическое

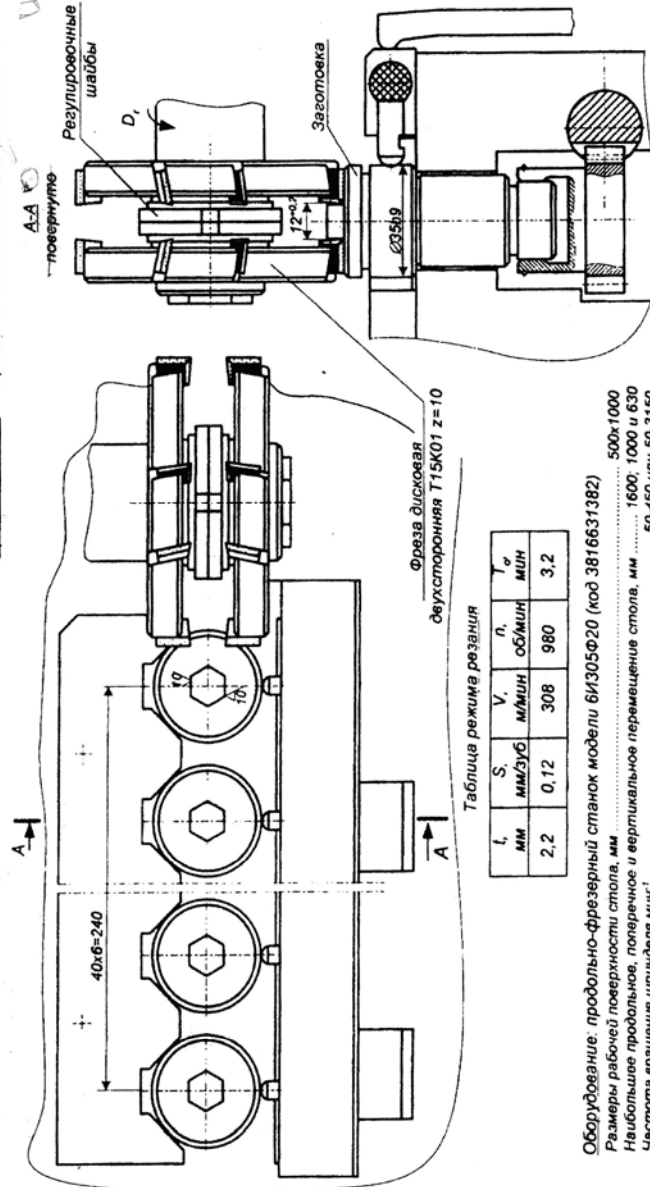


Таблица режима резания

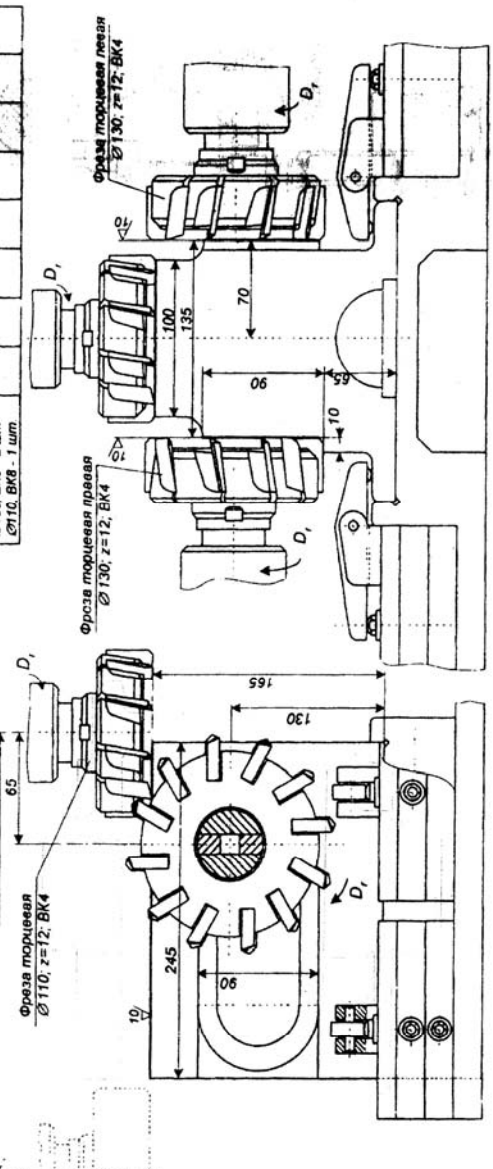
l, мм	S, мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	f, мм/мин
2,2	0,12	308	980	3,2

Оборудование: продольно-фрезерный станок модели БИ305Ф20 (код 3816631382)
 Размеры рабочей поверхности стола, мм 500x1000
 Наибольшее продольное, поперечное и вертикальное перемещение стола, мм 1600, 1000 и 630
 Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ 50-450 или 50-3150
 Пределы ходов: стола, ползуна и салазок, мм/мин 5-7000
 Быстрый ход, мм/мин 10000
 стола 10000
 ползуна и салазок 7000

**Операция О25: Продольно-фрезерная
Оборудование: Продольно-фрезерный станок мод. БГ605
Приспособление: универсально-переналаживаемое с пневмоприводом**

Таблица режима резания и норм времени

Режущий инструмент	L, мм	S, мм	V, м/мин	T _р , мин		T _{норм} , мин	
				Мин	Макс	Мин	Макс
Фреза торцевая Ø130, BK8 - 2 шт Ø110, BK8 - 1 шт							



Оборудование: Продольно-фрезерный двухстоечный станок модели БГ605 (код 3816651404)

- Размеры рабочей поверхности стола, мм 600x1000
- Расстояние от торца вертикального шпинделя до поверхности стола, мм 25-500
- Наибольшее перемещение стола, мм 2000
- Частота вращения шпинделя, мин⁻¹ 20-2000
- Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг 2000
- Мощность электродвигателя главного движения, кВт 15,0
- Габаритные размеры, мм 5400x3520x2330

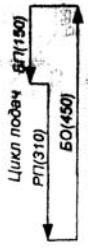


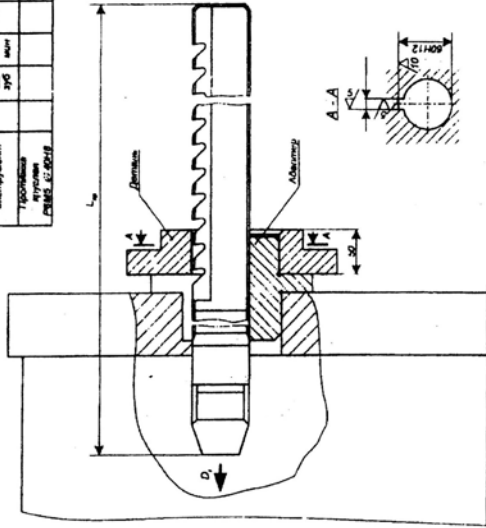
Схема наладки
продольно-фрезерного станка

Лист

Операция 030. Горизонтально-протяжная
Приспособление: Адаптер
Оборудование: Горизонтальный протяжной станок мод. 7А534

Таблица режимов резания и норм времени

Режущий инструмент	L, мм	S, мм	V, м/мин	L _н , мин	
				норм	факт
Тростниковый сверлильный					
ДВСЗ Д-8018					



Оборудование: Протяжной горизонтальный полуавтомат для внутреннего протягивания модели 7А534 (код 381751512)

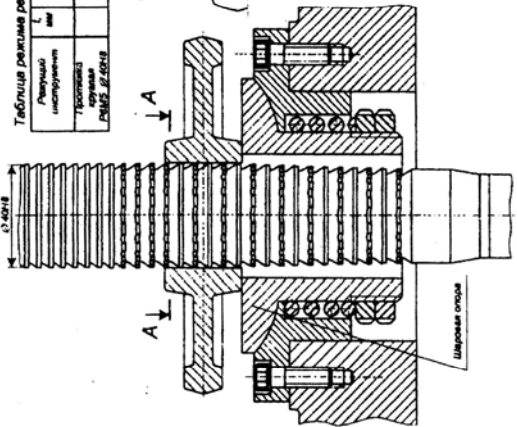
- Наибольшее тяговое усилие, кН 250
- Скорость рабочего хода, м/мин 1,5 - 13
- Максимальный наружный диаметр обрабатываемой детали, мм 600
- Длина протяжки, мм 400 - 1715
- Мощность электродвигателя главного движения, кВт 37
- Габаритные размеры, мм 7275x2200x2260

Операция 015: Вертикально-протяжная
Приспособление: Шаровая опора
Оборудование: Протяжной вертикальный полуавтомат модели 7784 (код 3817541513)

- Наибольшее тяговое усилие, кН 250
- Наибольшая длина хода рабочих связей, мм 1600
- Рабочая ширина стола, мм 560
- Ход стола 160
- Наибольшая скорость рабочего хода, м/мин 13
- Скорость обратного хода, м/мин 14
- Мощность электродвигателя главного движения, кВт 37
- Габаритные размеры, мм 3765x2990x4415

Таблица режимов резания и норм времени

Режущий инструмент	L, мм	S, мм	V, м/мин	L _н , мин	
				норм	факт
Тростниковый сверлильный					
ДВСЗ Д-8018					



Лист

Схемы наладок протяжных станков

КОДИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК, ОПЕРАЦИЙ, ПРОФЕССИЙ, РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

1. Указатель кодирования видов заготовок (выборочно).

Код	Наименование
09 3401	– катанка качественная;
09 3402	– катанка легированная;
09 5002	– прокат из стали с пределом текучести 450-750 МПа;
09 501X	– сталь сортовая конструкционная (без подшипников);
09 503X	– сталь сортовая конструкционная углеродистая;
09 504X	– сталь сортовая конструкционная легированная;
09 56XX	– сталь сортовая конструкционная подшипниковая;
09 58XX	– сталь сортовая конструкционная никельсодержащая;
09 8XXX	– прокат листовой качественный;
13 1XXX	– трубы стальные горячедеформированные гладкие;
13 4XXX	– трубы тянутые бесшовные углеродистые и легированные;
13 5XXX	– трубы тонкостенные бесшовные (без нержавеющей);
41 111X	– литье (отливки) из ковкого чугуна;
41 112X	– литье (отливки) из серого чугуна;
41 113X	– литье (отливки) из высокопрочного чугуна;
41 121X	– литье (отливки) из углеродистой стали;
41 122X	– литье (отливки) из низколегированной конструкционной стали;
41 123X	– литье (отливки) из легированной конструкционной стали;
41 131X	– литье (отливки) из алюминиевых сплавов;
41 132X	– литье (отливки) из магниевых сплавов;
41 133X	– литье (отливки) из сплавов на медной основе;
41 134X	– литье (отливки) из цинковых сплавов;
41 135X	– литье (отливки) из титановых сплавов;
41 1701	– литье (отливки) в формы с применением пластичных и сыпучих самотвердеющих смесей на синтетических смолах;
41 1702	– литье (отливки) кокильное и центробежное непрерывным способом;
41 2002	– штамповки горячие, изготавливаемые методом выдавливания;
41 2003	– штамповки горячие, изготавливаемые на кривошипных горячештамповочных прессах;
41 2009	– штамповки горячие – кольцевые заготовки, изготавливаемые раскаткой;
41 211X	– штамповки горячие из черных металлов;
41 212X	– поковки из проката черных металлов;
41 213X	– поковки из слитков черных металлов;
41 215X	– штамповки холодные объемные из черных металлов;
41 221X	– штамповки горячие из цветных металлов;
41 222X	– поковки из слитков цветных сплавов.

2. Указатель терминов и кодов операций с соответствующими кодами оборудования

Наименование операции	Код операции	Код оборудования	Примечание
Агрегатная	4101	38 1881	Станки горизонтальные односторонние
		38 1882	Станки горизонтальные двухсторонние
		38 1883	Станки горизонтальные трехсторонние
		38 1884	Станки горизонтальные четырехсторонние
		38 1885	Станки вертикальные одностоечные
		38 1887	Станки вертикальные многостоечные
		38 1886	Станки вертикальные двухстоечные
		38 1888	Станки с вертикальной и горизонтальной головками
Алмазно-рас- точная	4224	38 126X	
Балансировочная	4104	38 1878	
Барабанно-фре- зерная	4265	38 167X	
Безцентрово- шлифовальная	4134	38 1314	
Болтонарезная	4107	38 1731	
Вальцетокарная	4118	38 1815	

Вальцешлифовальная	4142	38 1839	
Вертикально-протяжная	4182	38 1753	Станки для внутреннего протягивания
		38 1754	Станки для наружного протягивания
Вертикально-расточная	4222	38 1262	Станки для сверления диаметром до 12 мм
		38 1213	Станки для сверления диаметром до 18 мм и выше
Вертикально-фрезерная	4261	38 1611	Станки консольные
		38 1612	Станки с крестовым столом
		38 1861	Станки специальные и специализированные
Виброабразивная	4196	38 1775	
Внутришлифовальная	4132	38 1312	
Гайконарезная	4105	38 1732	
Горизонтально-протяжная	4181	38 1751	
Горизонтально-расточная	4221	38 1261	
Горизонтально-сверлильная	4122	38 1829	
Горизонтально-фрезерная	4268	38 1621	Станки горизонтально-фрезерные, консольные (кроме универсальных)
		38 1631	Станки горизонтально-фрезерные, консольные, универсальные с поворотным столом
		38 1632	Станки горизонтально-фрезерные широкоуниверсальные с поворотной головкой, ширина стола до 320 мм
		38 1634	Станки горизонтально-фрезерные широкоуниверсальные (инструментальные)
Гравировально-фрезерная	4268	38 1641	
Гравировально-электрохимическая	7255	38 1741	
Доводочно-притирочная	xxxx	38 1837	
Долбежная	4175	38 1718	
Зубодолбежная	4152	38 1574	Станки зубодолбежные для цилиндрических колес
Зубозакругляющая	4156	38 1575	
Зубообрабатывающая специальная	4162	38 185X	
Зубопритирочная	4158	38 1578	
Зубопротяжная	4155	38 1573	
Зубострогальная	4154	38 1520	Станки зубострогальные для конических колес
		38 1573	Станки зубострогальные для цилиндрических колес
		38 1521	Полуавтоматы зубострогальные для прямозубых конических колес

Зубофрезерная	4153	38 1572	Полуавтоматы зубофрезерные для цилиндрических колес		
		38 1522	Полуавтоматы зуборезные для прямозубых конических колес		
		38 1523	Полуавтоматы зуборезные для конических колес с круглыми зубьями		
	Зубохонинговальная	xxxx	38 1574		
	Зубошевинговальная	4157	38 1574		
	Зубошлифовальная	4151	38 1561	Полуавтоматы зубошлифовальные для цилиндрических колес, работающие абразивным червяком	
			38 1562	Полуавтоматы зубошлифовальные для цилиндрических колес, работающие коническими кругами	
38 1563			Полуавтоматы зубошлифовальные для цилиндрических колес, работающие тарельчатыми кругами		
38 1564			Станки полуавтоматы для шлифования зубьев долбяков, шевров и измерительных колес		
Карусельно-фрезерная Карусельно-шлифовальная Контрольная	4264	38 1565	Полуавтоматы зубошлифовальные для цилиндрических колес, работающие профильным кругом		
		38 1667	Полуавтоматы зубошлифовальные для прямозубых конических колес		
		38 1568	Полуавтоматы зубошлифовальные для конических колес с круглыми зубьями		
	Контрольная	xxxx	38 1674	Полуавтоматы карусельно-фрезерные	
			38 1839		
	Контрольная	0220		Контроль линейных размеров	
		0225		Контроль размеров криволинейных поверхностей	
		0230		Контроль отклонения расположения поверхностей	
		0240		Контроль отклонения формы поверхностей	
		Контрольная	0245		Контроль цилиндричности
			0250		Контроль угловых размеров
			0255		Контроль шероховатости
	Координатно-	4223	0260	Контроль резьбовых соединений	
0265			Контроль шлицевых соединений		
0270			Контроль зубчатых передач		
0290			Контроль червячных передач		
38 1263					

расточная Координатно- шлифовальная	4136	38 1318	
Копировально-фрезерная	4267	38 1642	Станки вертикальные для контурного и объемного копирования
Круглошлифовальная	4131	38 1644	Станки горизонтальные
Маркировочная (клеймение)	0180	38 1311	
Нанесение покрытия	5182		Азотирование
	5162		Хромирование
	5163		Покрытие цинком
Обдирочно-шлифовальная	4137	38 1332	Станки с горизонтальным шпинделем
Отделочная	4190	38 1639	
Электрохимическая	7261	38 1741	
Плоскошлифовальная	4133	38 1313	
Полировальная	4191	38 1337	
Поперечно-строгальная	4172	38 1715	
Правильная	0111	38 2777	
Продольно-строгальная	4171	38 1713	
Продольно-фрезерная	4263	38 1661	Станки одностоечные с горизонтальным шпинделем
		38 1663	Станки одностоечные с горизонтальными и вертикальными шпинделями
		38 1667	Станки двухстоечные с поперечиной
			Шпиндели горизонтальные и вертикальные
Протяжная	4180	38 1756	Полуавтоматы и автоматы непрерывного действия с перемещающимся инструментом
		38 1757	Полуавтоматы и автоматы непрерывного действия с перемещающимися изделиями
		38 1758	Полуавтоматы шпоночно-протяжные
Радиально-сверлильная	4123	38 1217	
Расточная	4220	38 126X	
Резьбонакатная	4108	38 2424	Автоматы резьбонакатные
		38 1879	Станки резьбонакатные
Резьбонарезная	7272	38 1743	
Электроэрозионная	4271	38 1623	Станки электроэрозионные
Резьбофрезерная	7272	38 1743	
Резьбошлифовальная	4135	38 1316	
Сверлильная	4120	38 121X	
Сверлильно-центровальная	xxxx	38 1825	
Слесарная	0190		
Строгальная	4170	38 1701	
Суперфинишная	4193	38 1836	
Термическая	5010		Отжиг
	5130		Закалка
	5140		Отпуск

	5150		Старение
	5181		Науглероживание
Токарная	4110	38 1101	
Токарная автоматная	4112	38 1111	Автоматы и полуавтоматы прутковые одношпиндельные
		38 1113	Автоматы и полуавтоматы многошпиндельные
		38 1114	Полуавтоматы горизонтальные многошпиндельные патронные
		38 1115	Полуавтоматы многорезцовые и копировальные
Токарная специальная	4118	38 181X	
Токарная бесцентровая	xxxx	38 1819	
Токарно-винторезная	4114	38 1148	Для изделий до 1800 мм
		38 1151	Для изделий свыше 3000 мм
Токарно-карусельная	4113	38 1151	
		38 1159	
Токарно-копировальная	4117	38 1115	
Токарно-револьверная	4111	38 1131	Токарно-револьверный с вертикальной осью револьверной головки
		38 1133	Токарно-револьверный с горизонтальной осью револьверной головки
		38 1138	Полуавтоматы токарно-револьверные
Транспортная		0401	
Фрезерная	4260	38 16XX	
Фрезерная специальная	4272	38 186X	
Фрезерно-отрезная	xxxx	38 1765	
Фрезерно-центровальная	4269	38 1825	
Хонинговальная	4192	38 1836	
Центрошлифовальная	xxxx	38 1839	
Шлифовальная	4130	38 131X	
Шлицефрезерная	xxxx	38 1672	
Шлицешлифовальная	xxxx	38 1315	
Шпоночно-фрезерная	xxxx	38 1671	

Примечание. В случае применения специальных, не указанных в извлечениях из классификатора, операций в маршрутной карте на соответствующем месте указывается «xxxx», в графе «Оборудование» (код, наименование и инвентарный номер) указывается «xx xxxx».

3. Указатель кодов профессий согласно классификатору (выборочно)

Наименование профессии	Код
Резчик	16869
Токарь	18217
Токарь-карусельщик	18219
Токарь-полуавтоматчик	18225

Токарь-револьверщик	18236
Сверловщик	17335
Строгальщик	17960
Протяжчик	16458
Фрезеровщик	18632
Зуборезчик	12287
Зубошлифовальщик	12290
Шлифовщик	18873
Контролер качества продукции в технологическом процессе (промежуточный и окончательный контроль)	12877
Термообработчик	18186

4. Указатель кодов единицы величины детали, заготовки

кг	шт.	1 пог. м	м ²	м ³	л	м	см ³
166	796	055	011	113	120	006	111

5. Указатель кодов режущего инструмента

Сверла из быстрорежущей стали спиральные общего назначения с цилиндрическим хвостовиком

- 39 1213 – средней серии правые;
39 1217 – с удлиненной рабочей частью.

Сверла из быстрорежущей стали спиральные общего назначения с коническим хвостовиком

- 39 1221 – нормальной длины;
39 1222 – длинные и удлиненные.

Сверла из быстрорежущей стали спиральные для определенных материалов

- 39 1231 – легких сплавов (с цилиндрическим хвостовиком);
39 1232 – легких сплавов (с коническим хвостовиком);
39 1235 – чугуна.

Сверла из быстрорежущей стали

- 39 1241 – комбинированные;
39 1242 – центровочные;
39 1243 – конические;
39 1244 – ступенчатые.

Сверла из быстрорежущей стали для глубоких отверстий

- 39 1251 – спиральные с отверстиями для охлаждения и патронами;
39 1253 – кольцевые;
39 1254 – перовые.

Сверла твердосплавные (кроме спиральных)

- 39 1263 – спиральные цельные с цилиндрическим хвостовиком средней серии;
39 1264 – спиральные цельные с цилиндрическим хвостовиком малоразмерные;
39 1265 – спиральные с коническим хвостовиком малоразмерные;
39 1266 – спиральные с припаянными пластинками и цилиндрическим хвостовиком.

Сверла спиральные с припаянными пластинками

- 39 1267 – с коническим хвостовиком;
39 1268 – центровочные и другие комбинированные;
39 1271 – специальные из быстрорежущей стали;
39 1272 – специальные твердосплавные.

Метчики

- 39 1303 – из сложнолегированных быстрорежущих сталей;
39 1311 – для метрической резьбы;
39 1312 – для цилиндрической трубной резьбы;
39 1335 – для конической трубной резьбы;
39 1336 – для трапецеидальной резьбы;
39 1360 – метчики специальные.

Плашки

- 39 1510 – плашки резьбонарезные круглые;

- 39 1511 – для метрической резьбы до М16 включительно;
- 39 1512 – для метрической резьбы свыше М16;
- 39 1513 – для трубной цилиндрической резьбы;
- 39 1516 – плашки специальные.

Зенкеры

- 39 1603 – из сложнолегированных быстрорежущих сталей;
- 39 1611 – с цилиндрическим хвостовиком;
- 39 1612 – с коническим хвостовиком цельные;
- 39 1613 – с коническим хвостовиком сборные;
- 39 1614 – насадные цельные;
- 39 1615 – насадные сборные;
- 39 1620 – твердосплавные;
- 39 1612 – твердосплавные с цилиндрическим хвостовиком цельные;
- 39 1622 – с припаянными пластинками и коническим хвостовиком;
- 39 1623 – с коническим хвостовиком сборные;
- 39 1624 – насадные с припаянными пластинками;
- 39 1625 – насадные сборные.

Зенковки конические

- 39 1631 – из быстрорежущей стали 60°;
- 39 1632 – из быстрорежущей стали 75°;
- 39 1633 – из быстрорежущей стали 90°;
- 39 1634 – из быстрорежущей стали 120°;
- 39 1636 – твердосплавные.

Зенковки подрезные

- 39 1641 – из быстрорежущей стали односторонние;
- 39 1642 – из быстрорежущей стали двухсторонние;
- 39 1643 – твердосплавные односторонние;
- 39 1644 – твердосплавные двухсторонние;
- 39 1650 – зенковки цилиндрические под крепежные детали;
- 39 1652 – из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком;
- 39 1653 – из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком;
- 39 1654 – из быстрорежущей стали насадные;
- 39 1655 – твердосплавные с коническим хвостовиком;
- 39 1657 – твердосплавные насадные;
- 39 1681 – зенкер специальный из быстрорежущей стали;
- 39 1682 – зенкер специальный из твердого сплава.

Развертки

- 39 1701 – твердосплавные цельные;
- 39 1703 – из сложнолегированных быстрорежущих сталей;
- 39 1721 – машинные из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком;
- 39 1722 – с коническим хвостовиком цельные;
- 39 1723 – с коническим хвостовиком сборные;
- 39 1724 – с цилиндрическим хвостовиком с удлиненной рабочей частью;
- 39 1725 – с коническим хвостовиком с удлиненной рабочей частью;
- 39 1741 – твердосплавные с цилиндрическим хвостовиком цельные;
- 39 1742 – с коническим хвостовиком цельные;
- 39 1745 – насадные с напаянными пластинками;
- 39 1746 – насадные сборные с напаянными пластинками;
- 39 1751 – развертки конические с конусностями 1 : 50, 1 : 30, 1 : 20;
- 39 1754 – под конусы Морзе;
- 39 1755 – под конусы 1 : 15;
- 39 1756 – с другими конусностями.

Фрезы

- 39 1804 – твердосплавные сборные с механическим креплением многогранных и круглых пластин;
- 39 1812 – из быстрорежущей стали зуборезные пальцевые;
- 39 1813 – червячные мелко модульные для цилиндрических колес с эвольвентным профилем;
- 39 1814 – червячные модульные для зубчатых колес с эвольвентным профилем;
- 39 1815 – червячные специальные;
- 39 1816 – червячные для шлицевых валов червяков;
- 39 1817 – червячные для нарезания звездочек;
- 39 1818 – резьбовые;
- 39 1819 – резьбовые специальные;
- 39 1820 – фрезы из быстрорежущих сталей;
- 39 1821 – концевые с цилиндрическим хвостовиком;
- 39 1822 – концевые с коническим хвостовиком;
- 39 1823 – концевые с резьбовым хвостовиком;
- 39 1826 – шпоночные с цилиндрическим хвостовиком;

- 39 1827 – шпоночные с коническим хвостовиком;
- 39 1828 – для Т-образных и сегментных пазов;
- 39 1831 – цилиндрические;
- 39 1832 – цилиндрические;
- 39 1833 – дисковые трехсторонние;
- 39 1834 – дисковые пазовые;
- 39 1835 – дисковые двухсторонние;
- 39 1837 – прорезные;
- 39 1842 – фрезы из быстрорежущих сталей угловые;
- 39 1843 – фрезы из быстрорежущих сталей фасонные; разных профилей;
- 39 1851 – фрезы твердосплавные зуборезные цельные;
- 39 1852 – концевые цельные;
- 39 1853 – концевые, цилиндрические с припаянными пластинками и коронками;
- 39 1854 – торцевые с припаянными пластинами;
- 39 1855 – торцевые сборные с механическим креплением многогранников и круглых пластин;
- 39 1857 – цельные шпоночные, дисковые прорезные и другие;
- 39 1858 – дисковые трехсторонние, двухсторонние, пазовые с припаянными пластинами;
- 39 1881 – фрезы специальные из быстрорежущих сталей;
- 39 1882 – фрезы специальные твердосплавные.

Резцы токарные

- 39 2104 – твердосплавные сборные с механическим креплением многогранных пластин;
- 39 2111 – из быстрорежущей стали проходные отогнутые;
- 39 2112 – из быстрорежущей стали проходные прямые;
- 39 2113 – из быстрорежущей стали проходные упорные, подрезные, чистовые широкие;
- 39 2114 – из быстрорежущей стали отрезные;
- 39 2115 – из быстрорежущей стали прорезные, фасонные, канавочные;
- 39 2116 – пазовые, фасонные, тангенциальные и копирные;
- 39 2117 – из быстрорежущей стали копирные;
- 39 2119 – из быстрорежущей стали специальные;
- 39 2121 – из быстрорежущей стали расточные;
- 39 2123 – из быстрорежущих сталей строгальные;
- 39 2124 – из быстрорежущих сталей долбежные;
- 39 2125 – из быстрорежущих сталей зубострогальные;
- 39 2128 – из быстрорежущих сталей специальные, в том числе автоматные;
- 39 2131 – твердосплавные (напайные) проходные, подрезные и резьбовые;
- 39 2133 – расточные;
- 39 2134 – отрезные;
- 39 2135 – прорезные фасонные пазовые, фасонные и другие;
- 39 2151 – твердосплавные сборные с механическим креплением многогранных пластин проходные;
- 39 2152 – расточные;
- 39 2153 – резьбовые;
- 39 2171 – твердосплавный чашечный;
- 39 2181 – минералокерамические токарные проходные;
- 39 2182 – расточные.

Протяжки

- 39 2311 – из быстрорежущих сталей круглые цельные с одним хвостовиком;
- 39 2313 – из быстрорежущих сталей круглые сборные с одним хвостовиком;
- 39 2315 – твердосплавные с одним хвостовиком;
- 39 2321 – из быстрорежущих сталей 3-гранные;
- 39 2322 – из быстрорежущих сталей 4-гранные;
- 39 2323 – из быстрорежущих сталей 5-гранные;
- 39 2324 – из быстрорежущих сталей 6-гранные;
- 39 2325 – из быстрорежущих сталей 8-гранные;
- 39 2326 – из быстрорежущих сталей фасонные;
- 39 2331 – шлицевые прямобочные из быстрорежущих сталей с центрированием по наружному диаметру, цельные с одним хвостовиком;
- 39 2335 – шлицевые прямобочные из быстрорежущих сталей с центрированием по внутреннему диаметру, цельные с одним хвостовиком;
- 39 2339 – протяжки шлицевые прямобочные твердосплавные;
- 39 2341 – шлицевые из быстрорежущей стали с эвольвентным профилем центрированием по профилю зубьев, цельные;
- 39 2342 – по профилю зубьев сборные;
- 39 2343 – по наружному диаметру цельные;
- 39 2344 – по наружному диаметру сборные;
- 39 2345 – шлицевые с треугольным профилем;
- 39 2351 – шпоночные из быстрорежущей стали для прямобочных пазов;
- 39 2352 – для пазов с фасками;
- 39 2353 – твердосплавные;
- 39 2361 – протяжки плоские по стали;
- 39 2362 – протяжки плоские по стали и другие твердосплавные;
- 39 2371 – прошивки круглые из быстрорежущей стали;
- 39 2372 – прошивки круглые твердосплавные;
- 39 2373 – шлицевые из быстрорежущей стали;

39 2374 – шлицевые твердосплавные.

Долбяки зуборезные, шеверы

39 2411 – долбяки прямозубые хвостовые;
39 2412 – прямозубые дисковые;
39 2413 – прямозубые чашечные;
39 2421 – шлицевые;
39 2423 – специальные долбяки;
39 2431 – шевер дисковый правый;
39 2432 – шевер дисковый левый;
39 2441 – червячный;
39 2442 – питчевый;
39 2451 – долбяки твердосплавные;
39 2452 – шеверы твердосплавные.

Головки зуборезные

39 2461 – головки зуборезные для конических колес с прямыми зубьями;
39 2462 – головки зуборезные для конических колес с круглыми зубьями;
39 2463 – головки зуборезные для специальных зубчатых колес;
39 2464 – головки зубопротяжные для конических колес;
39 2465 – головки зубодолбежные.

Инструмент для зубонакатывания, резбонакатывания

39 2491 – инструмент для горячей накатки цилиндрических зубчатых колес;
39 2492 – инструмент для холодной накатки и калибровки цилиндрических зубчатых колес;
39 2493 – оснастка инструментальная для прокатки шлицевых валов (головки, ролики);
39 2510 – головки и плашки резбонакатные, головки резбонарезные;
39 2511 – плашки резбонакатные регулируемые типов ВНГН, ВНГТ, РНГТ и др.;
39 2514 – головки резбонарезные;
39 2525 – принадлежности к резбонакатным и резбонарезным головкам;
39 2517 – головки винторезные;
39 2518 – гребенки круглые и плашки плоские к головкам К, КА, КИ, КБ;
39 2519 – гребенки резбонарезные плоские к головкам типа РГТ (тангенциальные);
39 2520 – ролики резбонакатные для метрических резьб;
39 2528 – ролики резбонакатные для неметрических резьб;
39 2542 – полотна ножовочные машинные;
39 2543 – головки хонинговальные;
39 2571 – резцы, оснащенные режущими элементами из сверхтвердых композиционных материалов;
39 2580 – инструмент прочий режущий, специальный;
39 2581 – головки многорезцовые;
39 2582 – инструмент для комплектации станков завода им. Орджоникидзе;
39 2584 – резцедержатели;
39 2620 – инструмент, работающий ударом;
39 2621 – молотки;
39 2625 – клейма цифровые и буквенные;
39 2901 – напильники разные.

Абразивные инструменты

39 7000 – инструмент алмазный из сверхтвердых материалов;
39 7110 – инструмент шлифовальный и полировальный на органической связке;
39 7700 – инструмент из синтетических сверхтвердых материалов на основе нитрида бора (эльбор);
39 7291 – пасты;
39 7710 – инструмент шлифовальный и полировальный на органической связке;
39 7712 – круги плоские прямого профиля;
39 7713 – чашечные;
39 7714 – тарельчатые;
39 7715 – профильные;
39 7717 – головки, бруски, притиры;
39 7730 – инструмент шлифовальный и полировальный на керамической основе.

6. Коды контрольно-измерительного инструмента, устройств, приспособлений

39 3110 – калибры гладкие, пробки;
39 3111 – полные;
39 3112 – неполные;
39 3113 – оснащенные твердым сплавом;
39 3121 – скобы гладкие, нерегулируемые;
39 3122 – нерегулируемые, оснащенные твердым сплавом;
39 3123 – регулируемые;
39 3124 – регулируемые, оснащенные твердым сплавом;
39 3131 – калибры для конусов Морзе;
39 3133 – ролики для измерения среднего диаметра.

Для метрической резьбы

- 39 3141 – пробки диаметром 1 – 150 мм;
- 39 3142 – пробки резьбовые твердосплавные;
- 39 3143 – пробки резьбовые диаметром свыше 150 мм;
- 39 3144 – кольца резьбовые для диаметра 1 – 150 мм;
- 39 3145 – кольца резьбовые диаметром свыше 150 мм;
- 39 3151 – калибры для дюймовой цилиндрической резьбы;
- 39 3152 – калибры для дюймовой конической резьбы с углом профиля 60°;
- 39 3153 – трубная коническая резьба;
- 39 3154 – трубная цилиндрическая резьба;
- 39 3161 – трапецидальные однозаходные пробки;
- 39 3162 – трапецидальные однозаходные кольца.

Калибры для шпоночных и шлицевых прямобочных и эвольвентных соединений

- 39 3181 – для шпоночных прямобочных соединений;
- 39 3182 – для шлицевых прямобочных соединений;
- 39 3183 – для шлицевых эвольвентных соединений;
- 39 3191 – пробки и их кольца для упорной резьбы;
- 39 3192 – скобы нерегулируемые со скошенными губками для наружных проточек, канавок.

Штангенциркули

- 39 3311 – с пределами измерений 125, 150, 160, 1000 и 1600 мм;
- 39 3312 – с пределами измерений 200, 2000 мм.

Штангенглубиномеры

- 39 3331 – с пределами измерений 160 мм;
- 39 3332 – с пределами измерений 200 мм;
- 39 3334 – с пределами измерений 400 мм.

Микрометры гладкие

- 39 3413 – оснащенные твердым сплавом от 0 до 100 мм.

Микрометры резьбовые

- 39 3421 – с пределами измерений 100, 120, 145, 160, 170, 175, 195 мм;
- 39 3500 – инструмент для контроля прямолинейности, плоскостности и перпендикулярности;
- 39 3610 – шаблоны различные;
- 39 3611 – наборы радиусных шаблонов;
- 39 3622 – щупы-пластилины отдельные;
- 39 4100 – приборы с пружинным механизмом;
- 39 4130 – приборы рычажно-пружинные;
- 39 4210 – индикаторы рычажно-зубчатые.

Микрометры рычажные

- 39 4233 – нормальной точности (кл. Н);
- 39 4253 – нутромеры индикаторные нормальной точности (кл. Н);
- 39 4270 – глубиномеры индикаторные;
- 39 4322 – приборы пневматические низкого давления;
- 39 4341 – приборы для контроля шероховатости;
- 39 4342 – для определения отклонений тел вращения от геометрической формы (кругломеры);
- 39 4344 – для контроля непрямолинейности образующих;
- 39 4418 – угломеры;
- 39 4411 – для внутренних углов;
- 39 4412 – для наружных углов.

Приборы для измерения и контроля зубчатых колес (накладные)

- 39 4511 – погрешности шага и шага зацепления;
- 39 4512 – смещения исходного контура и толщины зуба;
- 39 4513 – общей нормали;
- 39 4514 – циклической погрешности.

Приборы для контроля зубчатых колес (станковые)

- 39 4521 – кинематической погрешности;
- 39 4522 – ИМР (измерения межосевого расстояния);
- 39 4523 – зубчатых колес многоцелевые;
- 39 4524 – направления зуба;
- 39 4526 – эвольвентомеры;
- 39 4527 – биениметры;
- 39 4528 – шагомеры;
- 39 4590 – приборы для измерения зубчатых колес разные;
- 39 4591 – колеса измерительные зубчатые цилиндрические;

39 4592 – колеса измерительные зубчатые конические.

Приборы активного контроля к шлифовальным станкам

39 4625 – торцешлифовальным;
39 4621 – круглошлифовальным;
39 4622 – внутришлифовальным;
39 4623 – плоскошлифовальным;
39 4624 – бесцентрово-шлифовальным;
39 4626 – шлицешлифовальным;
39 4628 – бортикошлифовальным.

Приборы активного контроля к станкам

39 4631 – хонинговальным;
39 4632 – расточным;
39 4633 – фрезерным;
39 4634 – токарным;
39 4635 – прочим;
39 4666 – приборы для контроля деталей двигателей.

7. Коды технологической оснастки для машиностроения

39 6110 – патроны токарные 3- и 4-кулачковые, включая пневматические;
39 6111 – самоцентрирующиеся 3-кулачковые нормальной точности типа СТ;
39 6112 – пневматические 3-кулачковые;
39 6114 – 4-кулачковые с независимым перемещением кулачков «ТН» прецизионного исполнения;
39 6113 – 4-кулачковые с независимым перемещением кулачков «ТН» нормальной точности;
39 6131 – тиски машинные станочные;
39 6141 – головки делительные универсальные;
39 6161 – плиты магнитные;
39 6180 – оснастка УСП;
39 6181 – приспособления универсально-сборочные переналаживаемые;
39 6190 – оснастка для машиностроения прочная;
39 6191 – цилиндры пневматические;
39 2670 – инструмент вспомогательный для крепления режущего инструмента;
39 2811 – патроны 3-кулачковые для сверл Ø до 6 мм;
39 2812 – патроны 3-кулачковые сверл Ø до 10 мм;
39 2813 – патроны 3-кулачковые сверл Ø до 13 мм;
39 2814 – патроны 3-кулачковые сверл Ø до 16 мм;
39 2818 – предохранительные для метчиков.

Втулки

39 2831 – переходные всех видов и размеров;
39 2841 – центры упорные вращения № 2, 3;
39 2842 – центры упорные вращения № 4, 5;
39 2843 – центры упорные вращения № 6;
39 2844 – упорные жесткие № 2 – 5;
39 2845 – токарные твердосплавные № 2 – 5;
39 6190 – оснастка для машиностроения прочная;
39 2846 – поводковые;
39 2850 – державки для резцов;
39 2870 – инструмент зажимной прочий;
39 2871 – тиски слесарные верстачные.

8. Коды технологических переходов (выборочно)

Код по КТО	Код	Выполняемое действие	Код по КТО	Код	Выполняемое действие
4110, 4118	ЖН	Вырезать	4150, 4159	БП	Приработать
4170, 4175	2Я	Долбить	4190, 4195	БГ	Притереть
4130, 4242	ЛУ	Заточить	4101, 4102	ГМ	Развернуть
4130, 4137	6Г	Зачистить	4110, 4118	ЖН	Разрезать
4101, 4102	6И	Зенкеровать	4101, 4102	ЖЯ	Сверлить
4101, 4102	И5	Обработать	4101, 4102	ЛУ	Расточить
4101, 4102	ЛУ	Обточить	4150, 4154	ЛД	Стругать
4101, 4102	ЖН	Отрезать	4101, 4102	НД	Фрезеровать
4190, 4196	АК	Полировать	4102, 4110	ПМ	Шлифовать

СХЕМЫ ОБРАБОТКИ И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Условные обозначения

Обозначения приведены в соответствии с ГОСТ 25762–83 «Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий»:

D_r – главное движение резания;

D_s – движение подачи;

$D_{спр}$ – движение подачи в продольном направлении;

$D_{сп}$ – движение подачи в поперечном направлении;

$D_{ск}$ – движение подачи в круговом направлении;

РХ – рабочий ход рабочего органа (РО);

БП – быстрый подвод РО;

БО – быстрый отвод РО;

D, d – диаметр обрабатываемой поверхности или диаметр режущего инструмента, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм;

l_2 – величина перебега инструмента, мм;

L – расчетная длина рабочего хода инструмента, принимаемая для определения основного (технологического) времени, мм;

L_1 – длина хода в направлении главного движения на станках с механизмами возвратно-поступательного движения, мм;

B – расчетная ширина обрабатываемой поверхности, мм;

b – ширина резца или фрезы, мм;

D_k – диаметр шлифовального круга, мм;

$D_{вк}$ – диаметр ведущего круга, мм;

B_k – ширина (высота) шлифовального круга, мм;

$B_{вк}$ – ширина (высота) ведущего круга при бесцентровом шлифовании, мм;

$D_{ср}$ – средний диаметр рабочей зоны круглого стола, мм;

z – число зубьев зубчатого колеса, число шлицев или число зубьев фрезы;

Режимы обработки:

V – скорость резания, м/мин; м/с;

S_o – подача на оборот шпинделя, мм/об;

S_z – подача на зуб фрезы, мм/зуб;

S_m – подача в минуту (минутная подача) $S_m = S_z \cdot z \cdot n$, мм/мин;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

$S_{рад}$ – радиальная подача инструмента на оборот детали;

S_B – продольная, поперечная подача на двойной ход или на один оборот изделия в долях ширины шлифовального круга;

$S_{п}$ – поперечная подача на оборот детали, мм/об;

$S_{пр}$ – продольная подача на оборот детали, мм/об;

S_{2x} – подача на двойной ход стола или круговая подача на двойной ход долбяка, мм/2х;

$S_{верт}$ – вертикальная подача на глубину шлифования за оборот стола, детали, мм/об;

t – глубина резания, мм;

n_d – частота вращения изделия, мин⁻¹;

n_{2x} – частота двойных ходов в минуту;

$n_{2x \text{ пред}}$ – частота двойных ходов при предварительном шлифовании в минуту;

$n_{2x \text{ чист}}$ – частота двойных ходов при чистовом шлифовании в минуту;

$n_{всп}$ – частота вращения шпинделя при вспомогательных ходах, мин⁻¹;

$n_{обк}$ – частота двойных ходов или обкатов в минуту (зу-бошлифование).

Q – число одновременно обрабатываемых заготовок;

P – шаг нарезаемой резьбы, мм;

i – число проходов инструмента;

i_1 – число проходов при предварительном шлифовании;

i_2 – число проходов при получистовом шлифовании;

i_3 – число проходов при чистовом шлифовании;

a – припуск на обработку на сторону, мм;

$t_{дел}$ – время переключения и деления на один проход, мин;

K – коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку при шлифовании ($K = 1, 2 \dots 1,5$);

q – число заходов резьбы; число заходов фрезы;

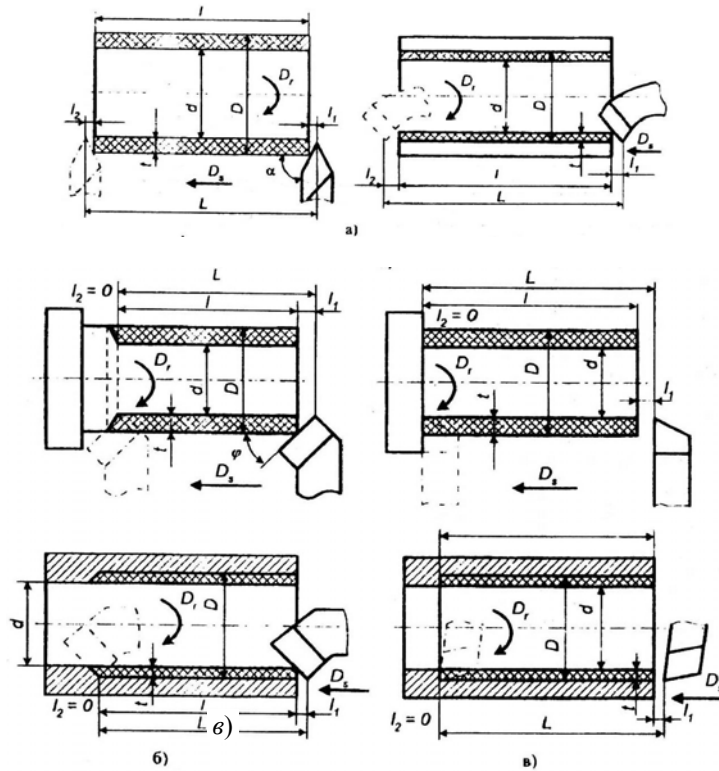
T_o – основное время на операцию, мин;

T_z – время обработки одного зуба, устанавливаемое кинематической настройкой станка, с.

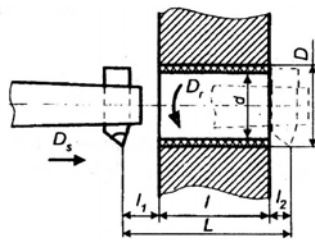
Точение и растачивание

$$T_0 = \frac{Li}{nS_0}; \quad t = \frac{D-d}{2}; \quad L = l + l_1 + l_2.$$

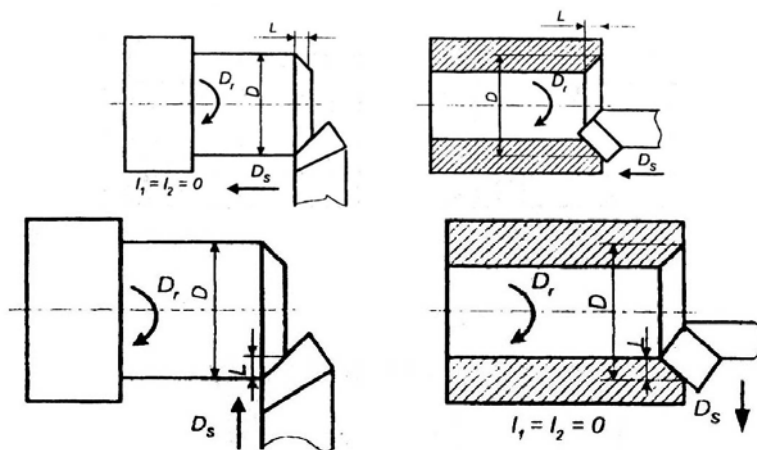
1. Обтачивание и растачивание цилиндрических поверхностей резцами: *a* – напроход; *б, в* – в упор (до уступа).



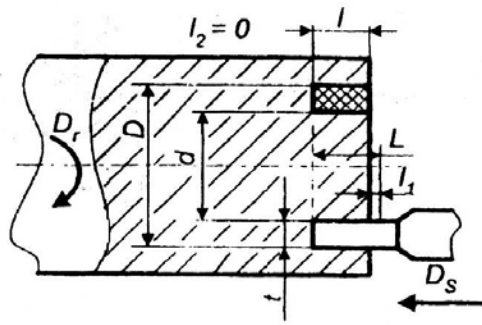
2. Растачивание отверстий однорезцовой борштангой (оправкой).



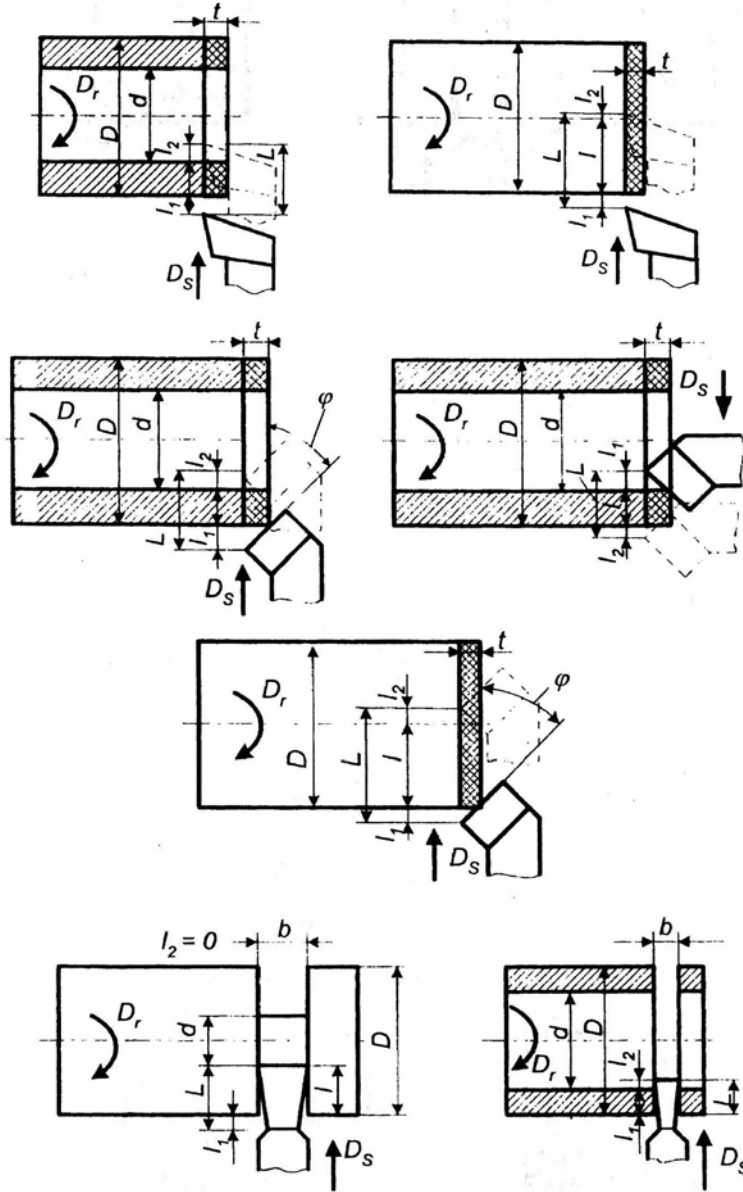
3. Снятие фасок.



4. Точение торцевых канавок осевой подачей инструмента.



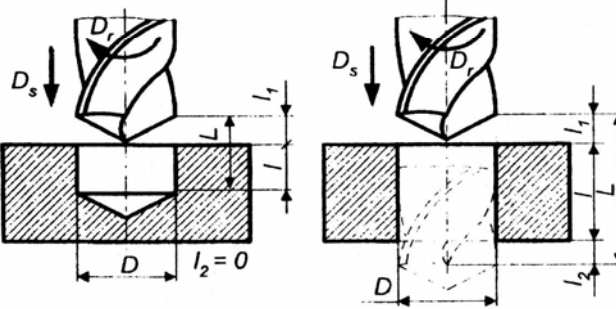
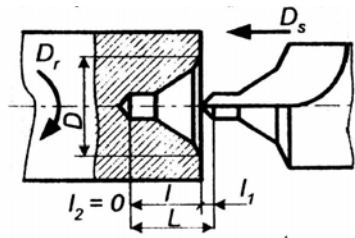
5. Точение торцевых поверхностей и отрезание деталей.



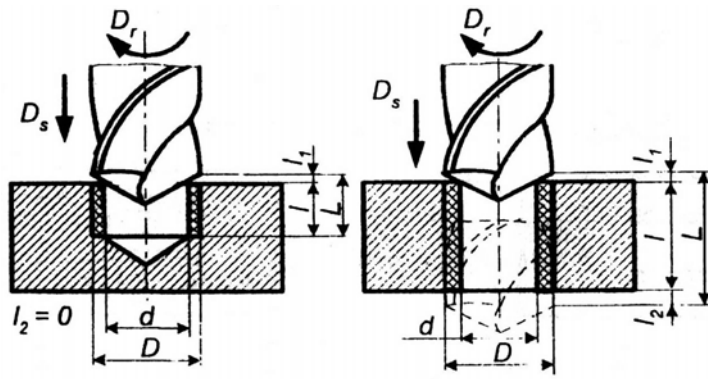
Сверление, зенкерование и развертывание

$$T_0 = \frac{L}{nS_0}; \quad L = l + l_1 + l_2.$$

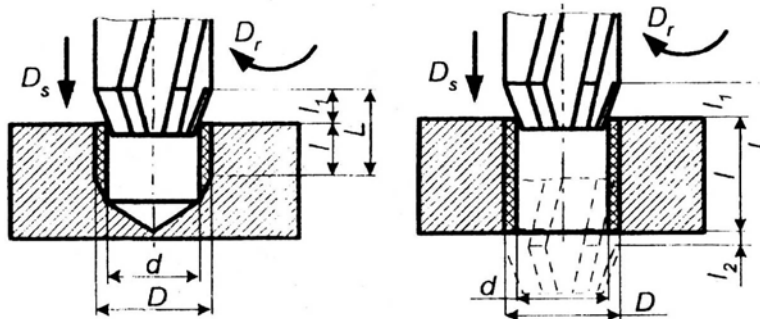
1. Центрование, сверление в упор и напроход.



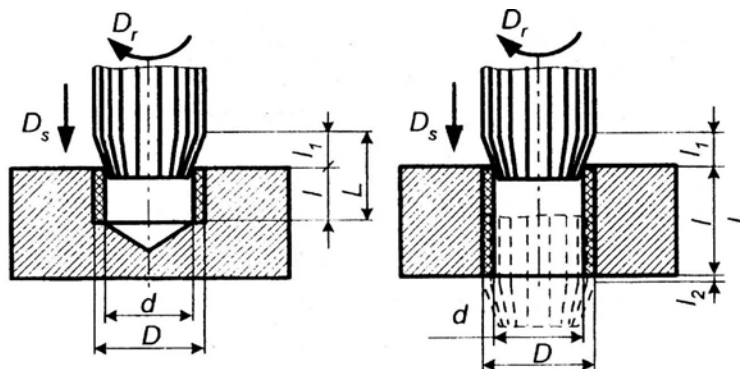
2. Рассверливание в упор и напроход.



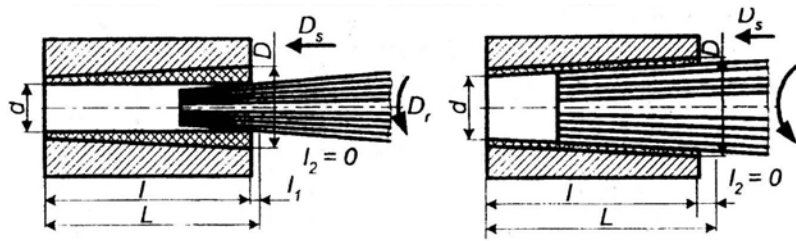
3. Зенкерование в упор и напроход.



4. Развертывание в упор и напроход.



5. Развертывание конических отверстий.

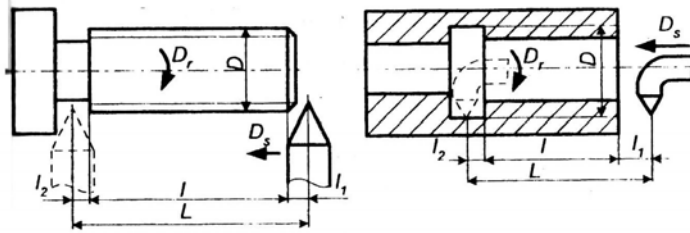


Резьбонарезание и резьбошлифование

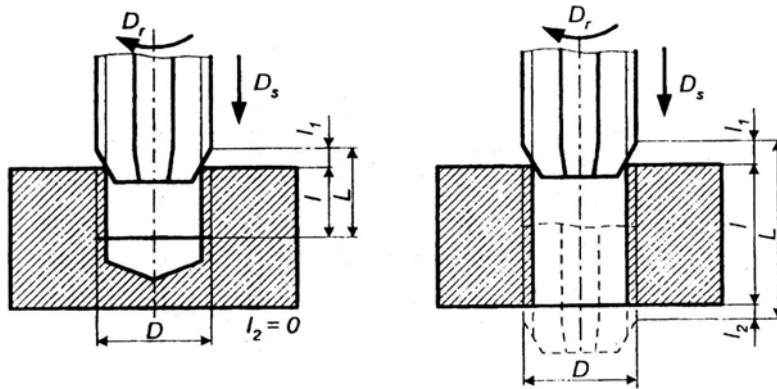
$$T_o = \left(\frac{L}{nP} + \frac{L}{n_{\text{всп}}P} \right) i,$$

где P – шаг резьбы. При нарезании на станках с автоматическим циклом $T_o = \frac{L}{nP} (i + 0,5)$.

1. Нарезание резьбы резцом.



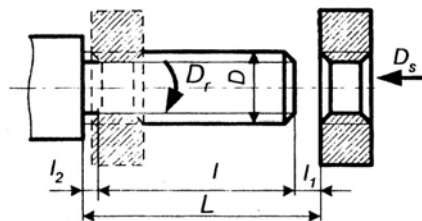
2. Нарезание резьбы машинными метчиками.



$$T_o = \frac{L + L_{\text{всп}}}{nP},$$

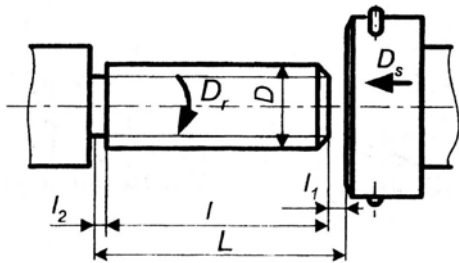
где $L_{\text{всп}}$ – длина вспомогательного хода метчика.

3. Нарезание резьбы: плашками

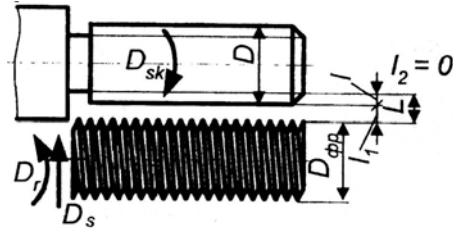


$$T_o = \frac{L + L_{\text{всп}}}{nP};$$

самораскрывающимися головками $T_o = \frac{L}{nP}$.



4. Фрезерование резьбы гребенчатой (групповой) фрезой.



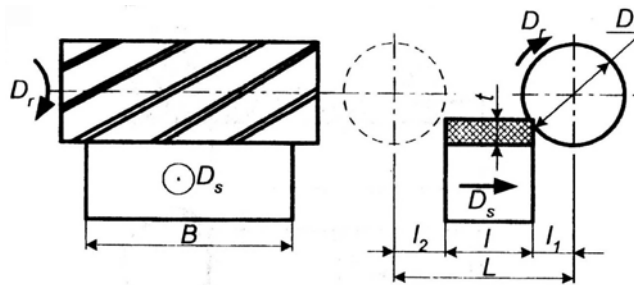
$$T_0 = \frac{L}{S''}; \quad L = l_1 + l; \quad S'' = n_{TM_p} z_{TM_p} S_z,$$

где $n_{фр}$ – частота вращения фрезы, мин^{-1} ; $z_{фр}$ – число зубьев фрезы; S_z – подача на зуб.

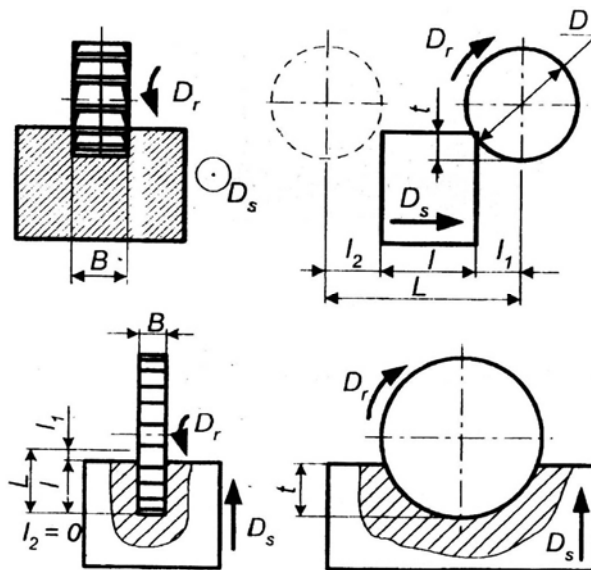
Фрезерование

$$T_0 = \frac{L}{S_M}.$$

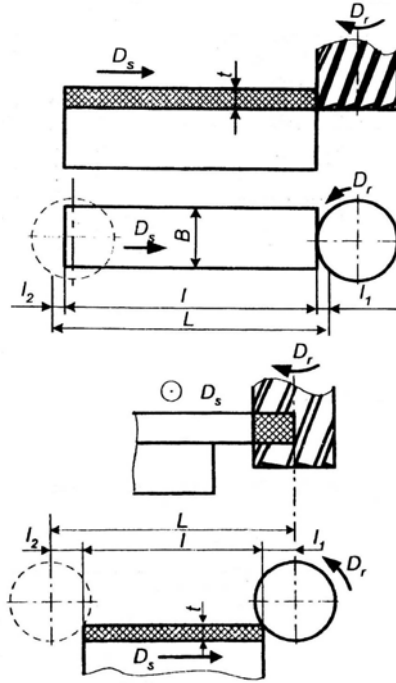
1. Фрезерование цилиндрическими фрезами.



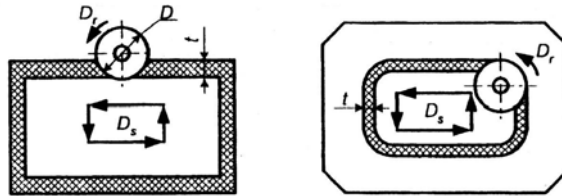
2. Фрезерование дисковыми фрезами.



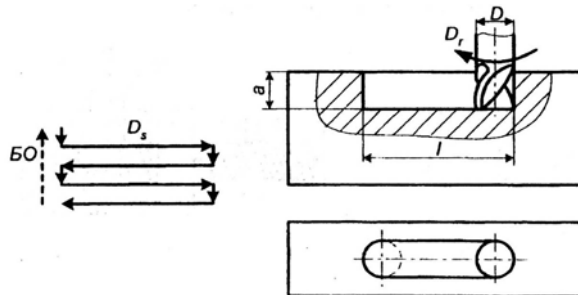
3. Фрезерование торцевыми и концевыми фрезами.



4. Фрезерование концевыми фрезами в обход по контуру.



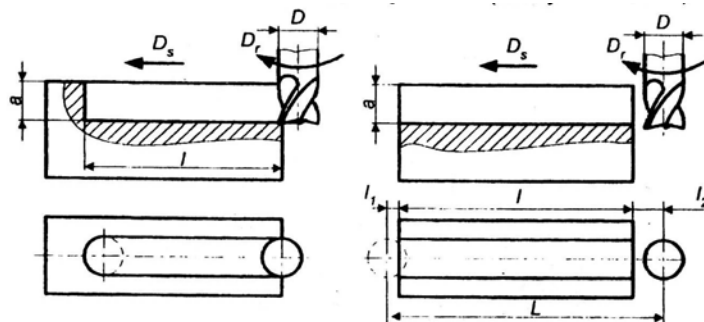
5. Фрезерование шпоночных пазов.



– при маятниковой подаче

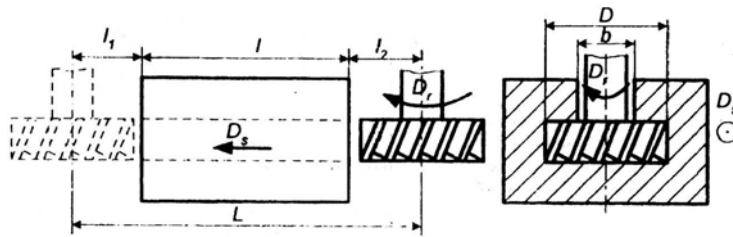
$$T_0 \approx \frac{L}{S_M} i;$$

– при глубинном способе фрезерования (ползучей подаче).

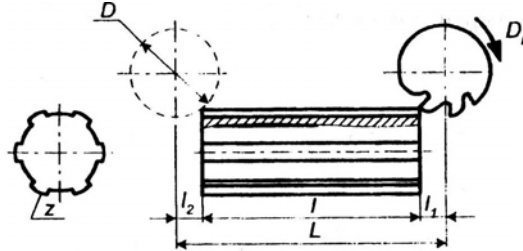


$$T_0 = \frac{L}{S_M}.$$

6. Фрезерование Т-образных пазов.



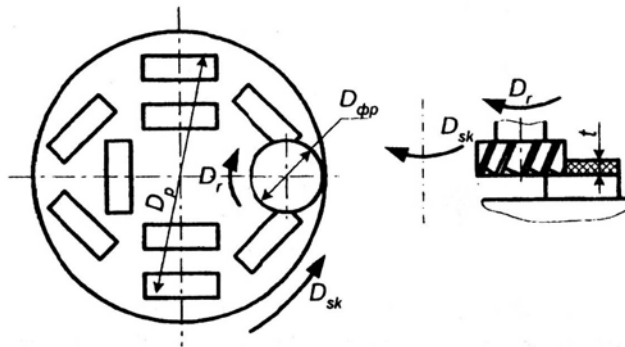
7. Фрезерование шлицев червячной фрезой



$$T_0 = \frac{Lz}{S_M}$$

где z – число шлиц.

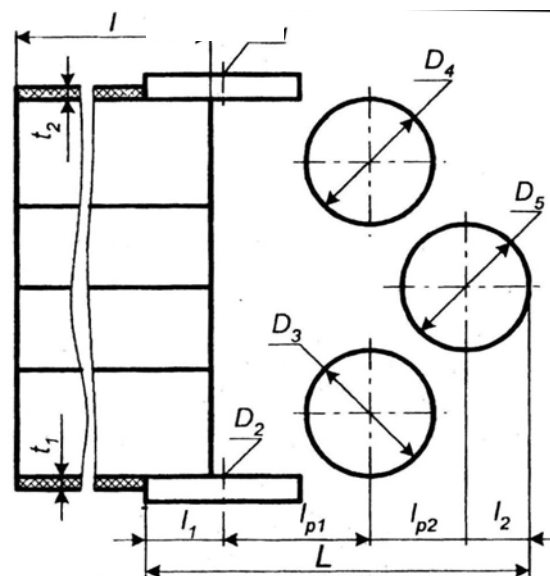
8. Фрезерование плоскостей на станках с круглым столом



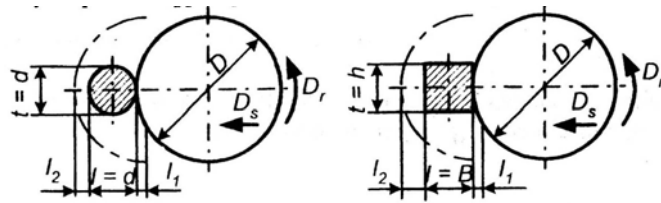
$T_0 = \frac{L}{S''}$; $L = \frac{\pi D_p}{Q}$, где D_p – диаметр наибольшей окружности, описанной по габаритам фрезеруемых заготовок; Q – число заготовок, размещенных на столе.

9. Многошпиндельное продольное фрезерование на станке с вертикальными и горизонтальными шпинделями

$$T_0 = \frac{L}{S''}; L = l + l_1 + l_{p1} + l_{p2} + l_2; l_1 = 0,5D_1; l_2 = 0,5D_5.$$



10. Фрезерование торцов и центрование заготовок на двусторонних фрезерно-центральных полуавтоматах



при фрезеровании

$$T_o = \frac{L}{S_M}$$

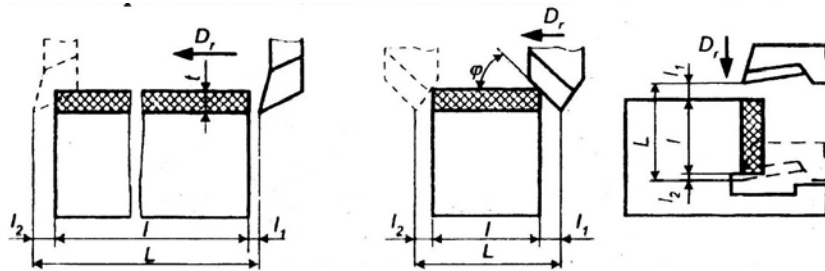
при центровке

$$T_o = \frac{L}{nS_M}$$

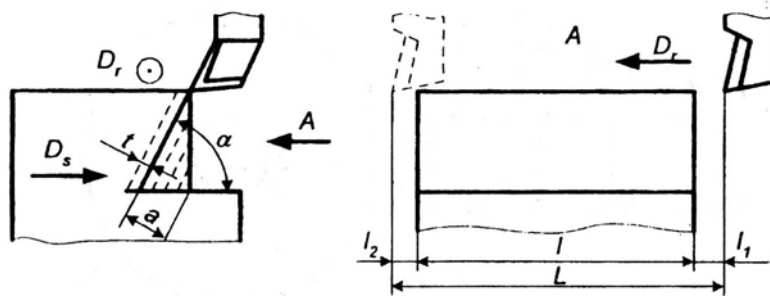
Строгание и долбление

$$T_o = \frac{L}{n_{2x}S_{2x}}i; L = l + l_1 + l_2.$$

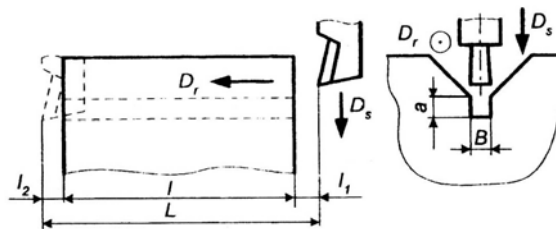
1. Стругание плоскостей на поперечно-строгальных, продольно-строгальных и долбежных станках.



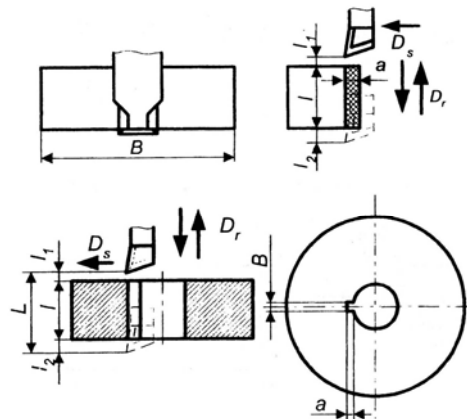
2. Стругание направляющих типа «ласточкин хвост».



3. Стругание пазов и канавок мерным резцом.

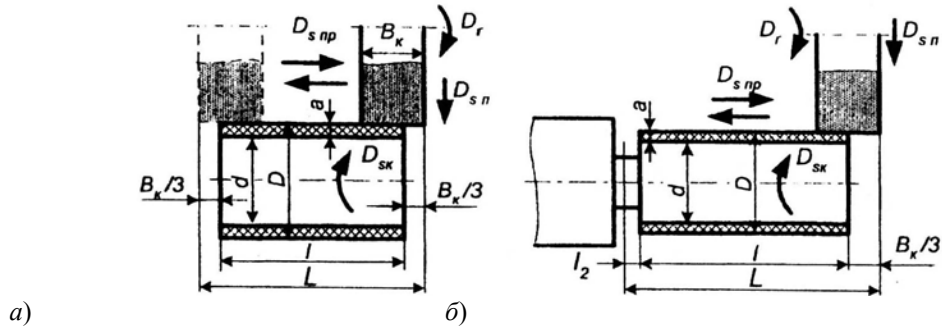


4. Долбление шпоночных пазов.



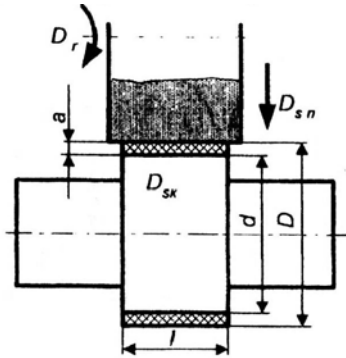
Шлифование

1. Круглое наружное шлифование методом продольной подачи на проход (а) и в упор (б).



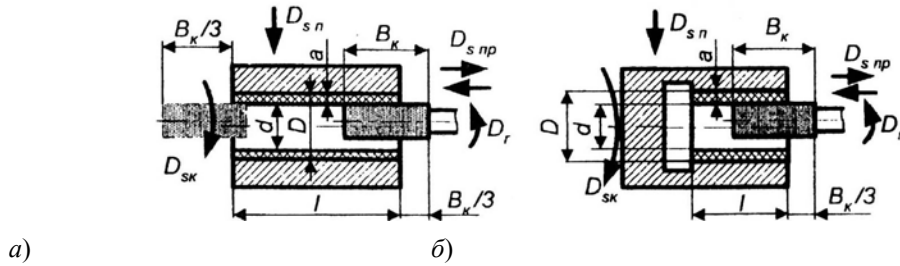
$$T_0 = \frac{L}{S_B B_k n_d} i K; \quad i = \frac{a}{S_{2x}}$$

2. Круглое наружное врезное шлифование



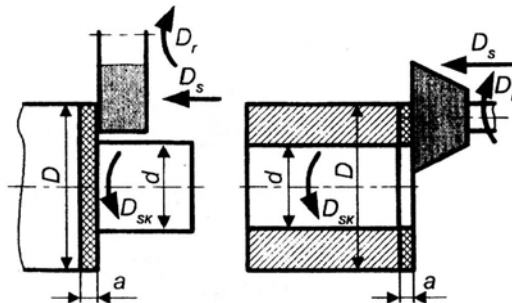
$$T_0 = \frac{L}{n_d S_{\text{рад}}} K; \quad L - a = \frac{D - d}{2}$$

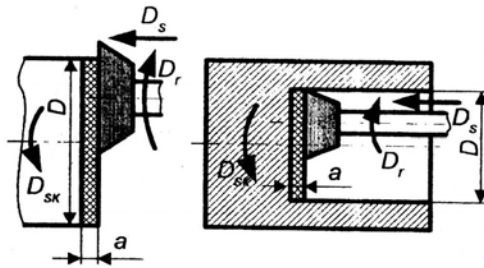
3. Круглое внутреннее шлифование методом продольной подачи: сквозных (а); в упор (б)



$$T_0 = \frac{L}{S_B B_k n_d} i K; \quad i = \frac{a}{S_{2x}}$$

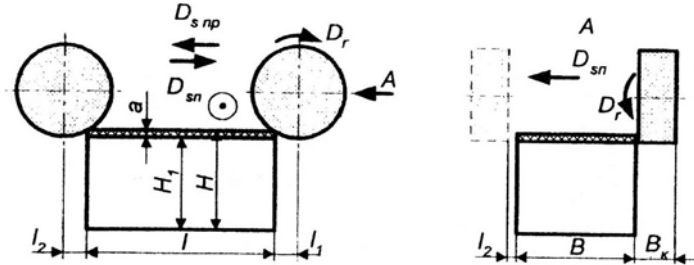
4. Врезное шлифование торцев.





$$T_o = \frac{L}{n_d S_o} K; L = a.$$

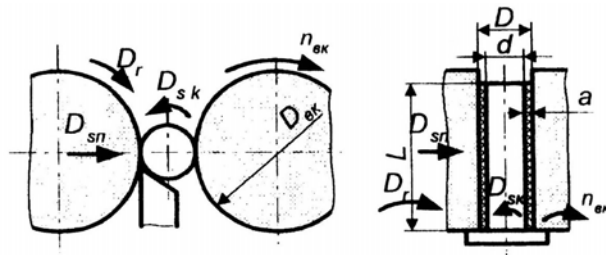
5. Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом



$$T_o = \frac{LK}{S_B B_k n_{2x} Q} i; i = \frac{a}{S_{2x}}; L = B + B_k = 10.$$

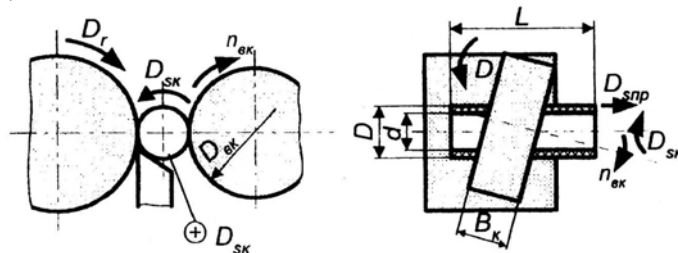
6. Бесцентровое круглое наружное шлифование:

– метод поперечной подачи



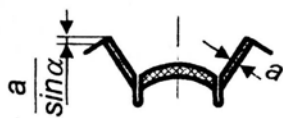
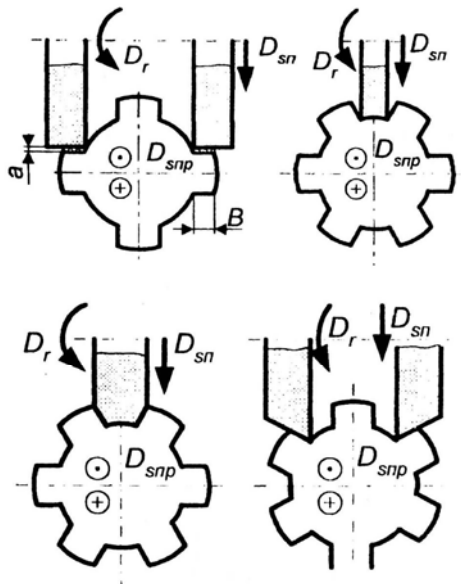
$$T_o = \frac{LK}{n_{BK} S_{рад}}; n_d = \frac{n_{BK} D_{BK}}{D}; L = a = \frac{D-d}{2},$$

где D_{BK} – диаметр ведущего круга;



$$T_o = \frac{Li}{S_M}.$$

7. Шлифование шлицевых валов

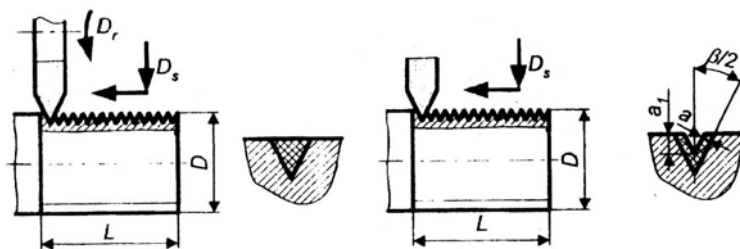


$$T_0 = \frac{2Liz}{1000V}; \quad i = \frac{a}{\sin S_{2x}}$$

при шести шлицах $\alpha = 60^\circ$; $\sin 60^\circ = 0,866$;
 при восьми шлицах $\alpha = 45^\circ$; $\sin 45^\circ = 0,707$.

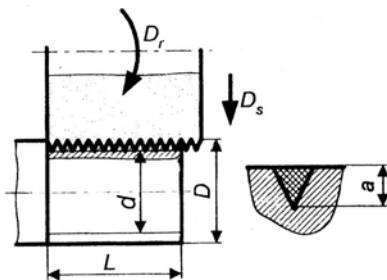
8. Резьбошлифование:

- односторонним кругом



$$T_0 = \frac{1,3Li}{nP}, \quad \text{где } 1,3 \text{ – коэффициент, учитывающий вспомогательный ход;}$$

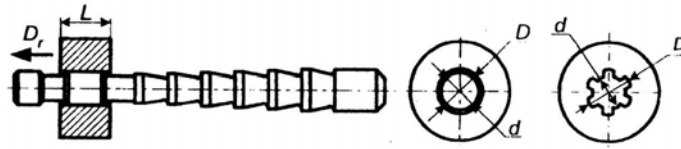
- многосторонним кругом



$$T_0 = \frac{1,5L}{S_{\text{рад}} n_d}, \quad \text{где } 1,5 \text{ – коэффициент, учитывающий выхаживание; } L = a.$$

Протягивание

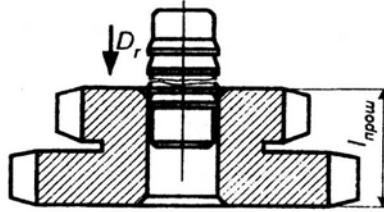
1. Протягивание гладких, шлицевых отверстий и шпоночных пазов.



$$T_o = \left(\frac{L}{1000V_{пр}} + \frac{L}{1000V_{всп}} \right) i,$$

где $V_{пр}$ – скорость протягивания; $V_{всп}$ – скорость вспомогательных ходов протяжки.

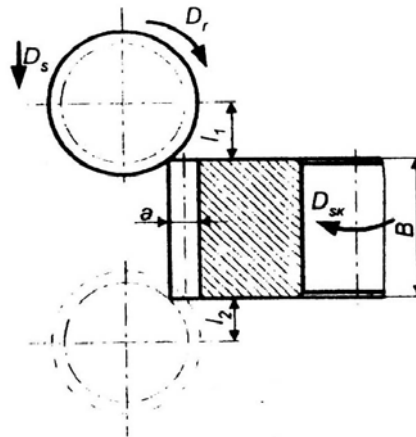
2. Калибрование отверстий прошивкой.



$$T_o = \frac{L}{1000V_{прош}}; L = l_{прош} + l_1; l_1 = 30...50 \text{ мм.}$$

Зубонарезание

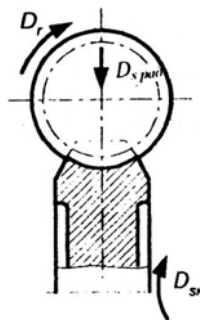
1. Зубофрезерование цилиндрических зубчатых колес червячными фрезами.



$$T_o = \frac{Liz}{nS_oq},$$

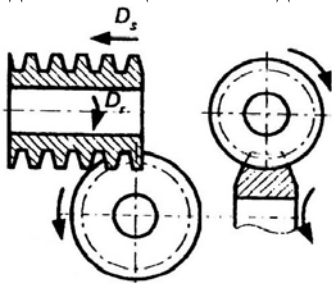
где q – число заходов фрезы: для прямозубых колес $L = B + l_1 + l_2$; для косозубых колес $L = \frac{B}{\cos \beta} + (l_1 + l_2)K$.

2. Зубофрезерование червячных колес методом радиальной подачи



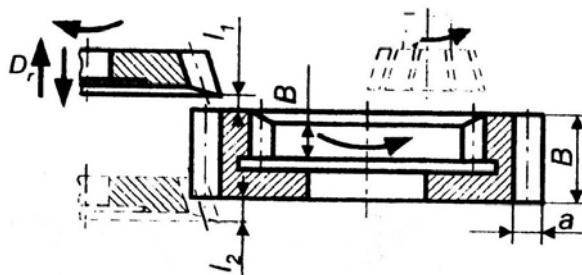
$T_o = \frac{L}{nS_{рад}q}$; $L = 3mz$, где $3m$ – длина прохода на один зуб; q – число заходов фрезы.

3. Зубофрезерование червячных колес методом тангенциальной подачи



$$T_o = \frac{L}{nS_oq}; \quad L = 3mz\sqrt{z}, \quad \text{где } q \text{ – число заходов фрезы; } 3mz\sqrt{z} \text{ – длина прохода на один зуб.}$$

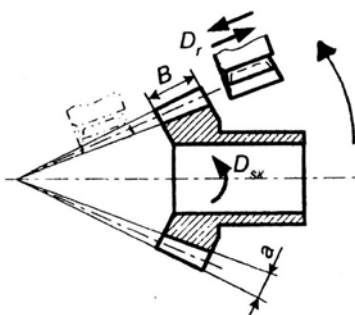
4. Зубодолбление методом обкатки



$$T_o = \frac{Li}{n_{2x}S_{2x}}; \quad L = 1,1\pi mz,$$

где n_{2x} – число двойных ходов долбяка; $L = B + l_1 + l_2$; при модуле до 3; $l_1 = 4$ мм; при модуле $m = 4 \dots 5$; $l_1 = 5$ мм; при $m = 6 \dots 7$; $l_1 = 6$ мм; при $m = 8 \dots 9$; $l_1 = 8$ мм; при $m = 10 \dots 12$; $l_1 = 10$ мм.

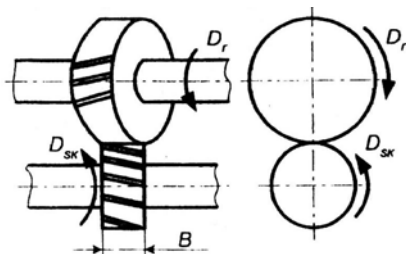
5. Зубострогание конических зубчатых колес зубострогальными резцами



$$T_o = \frac{T_z z}{60},$$

где T_z – время обработки одного зуба.

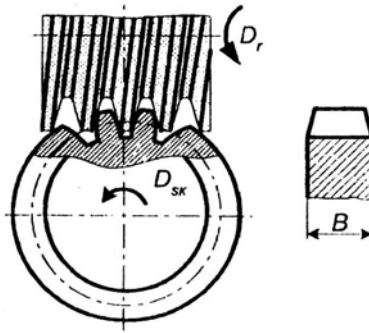
6. Шевингование зубьев цилиндрических колес.



$$T_o = \frac{Li}{S_M},$$

где $S_M = \frac{S_z z_{ш} n}{z_k}$; здесь $z_{ш}$ – число зубьев шевра; z_k – число зубьев колеса; $L = B + l_1$; $l_1 = 3$ мм.

7. Зубошлифование цилиндрических колес методом обкатки червячным шлифовальным кругом.

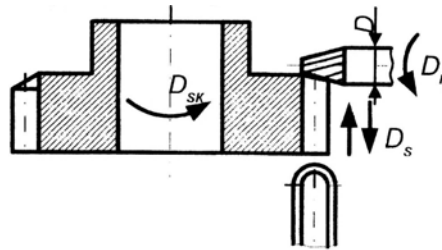


$$T_o = \frac{Li}{S_M}$$

где $S_M = \frac{nS_o}{z_k}$; $i = \frac{aK}{S_{рад}}$;

при $\alpha = 20^\circ K = 1,462$; при $\alpha = 15^\circ K = 1,932$; $L = B + 6$ мм.

8. Зубозакругление цилиндрических колес

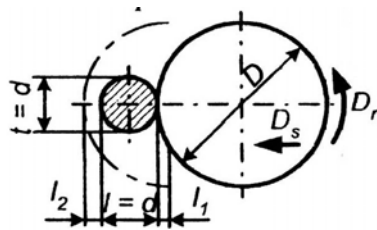


$$T_o = T_z Li; L = z + K,$$

где K – поправочный коэффициент, зависящий от модуля; при $m = 1,25 \dots 2,5 K = 5$; при $m = 2,75 \dots 4 K = 4$; при $m = 5 \dots 6$; $K = 5$.

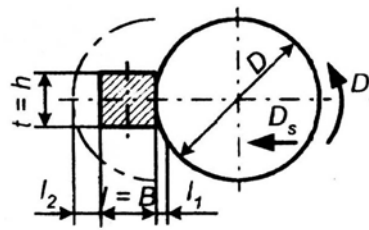
Заготовительные операции

1. Отрезка заготовок сегментными пилами



при фрезеровании

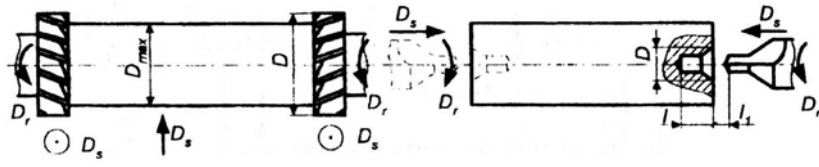
$$T_o = \frac{L}{S_M}$$



при центровании

$$T_o = \frac{L}{nS_M}$$

2. Фрезерование торцев и центрование заготовок на двусторонних фрезерно-центровых полуавтоматах



$$T_0 = \frac{L}{S_M}; L = l + l_1 + l_2.$$

Оглавление

Предисловие	3
1. Общие правила оформления курсовых и дипломных проектов	4
2. Разработка технологического процесса	17
3. Определение режимов резания	67
4. Условные обозначения при разработке планировки	120
Список литературы	134
Приложение 1. Выбор заготовок, его последовательность	135
Приложение 2. Составление маршрута изготовления детали	156
Приложение 3. Пример оформления графической части курсового проекта	255
Приложение 4. Схемы технологических наладок	262
Приложение 5. Кодирование заготовок, операций, профессий, режущего инструмента и приспособления	290
Приложение 6. Схемы обработки и расчетные формулы	308