

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**Е.П. Михаевич**

# **ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

*Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2010

УДК 621.002(075.8)  
ББК 34.5Я73  
М 69

М 69

**Михаевич Е.П.**

Технология машиностроения: учебно-методическое пособие / Е.П. Михаевич; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 99 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены тематика и организация курсового проектирования по дисциплине «Технология машиностроения», основные вопросы и краткое их содержание; приведены основные расчетные зависимости, используемые при проектировании технологических процессов изготовления деталей (механической обработке заготовок), и требования к оформлению пояснительной записки, графических материалов проекта, а также список рекомендуемой литературы, в т.ч. отдельные справочные материалы.

Пособие подготовлено на кафедре технологии автоматизированного машиностроительного производства и предназначено для студентов ИДО, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения».

**УДК 621.002(075.8)**  
**ББК 34.5Я73**

*Рецензенты*

1. Доктор технических наук,  
профессор кафедры ТАМП МСФ ТПУ  
*С.В. Кирсанов*  
Кандидат технических наук,  
Доцент кафедры АРМ МСФ ТПУ  
*А.Н. Гаврилин*

© ГОУ ВПО «Томский политехнический университет», 2010  
© Михаевич Е.П., 2010

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Проводимые в России в течение последних двадцати лет реформы и перестройка высшей школы направлены на качественное изменение жизни и подготовки специалистов, в т.ч. специалистов-инженеров по специальности «Технология машиностроения».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Целью* курсового проектирования по дисциплине «Технология машиностроения» является изучение и закрепление студентами, обучающимися по заочной форме, теоретических знаний дисциплин «Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения»; освоение (методики разработки прогрессивных технологических процессов изготовления деталей; подготовка их к выполнению выпускной квалификационной работы (ВКР) – дипломному проектированию и дальнейшей практической деятельности на производстве.

*Задачами* курсового проектирования являются:

- комплексное закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами при изучении дисциплин «Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения», а также элементов знаний из ранее изученных общеинженерных дисциплин (инженерной графики; основ взаимозаменяемости; резания материалов; станков и инструментов);
- приобретение практических навыков и умений анализа существующих технологических процессов и их самостоятельного проектирования (разработки);
- дальнейшее совершенствование в умении поиска и использования информационных источников по проблеме.

*Рекомендуется* студентам-заочникам ознакомиться с настоящими методическими указаниями и руководствоваться ими. Это, по нашему мнению, позволит сэкономить время, т.к. позволяет представить курсо-

вой проект в целом и рационально организовать работу над его выполнением, качественно выполнить и защитить проект в срок.

## **2. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТ**

Курсовые проекты могут быть двух видов:

1) типовые учебные, выполняемые с целью повторения, закрепления и углубления основных разделов и положений дисциплин «Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения» и др.;

2) реальные – научно-исследовательского, инженерно-практического или учебно-методического назначения, выполняемые по заданию предприятия или кафедры. Реальные проекты выполняются хорошо успевающими студентами, работающими на должностях, отвечающих квалификационным требованиям специальности 151001. В объеме реальных проектов может предусматриваться разработка (проектирование) установок, стендов, макетов, натуральных механизмов и устройств и их полное или частичное изготовление; проведение теоретических и (или) экспериментальных исследований с их расчетно-графическим оформлением (таблицы, графики, плакаты и т. п.).

Практика работы со студентами-заочниками показывает, что большинство из них выполняют типовые проекты. Настоящими методическими указаниями определены структура типовых проектов, основные требования к их выполнению и методические пояснения.

*Тема* курсового проекта - «Проектирование единичного технологического процесса изготовления детали» (указывается наименование детали).

*Задание* на проект студент-заочник получает в период зимней лабораторно-экзаменационной сессии (9 семестр, январь месяц) лично от преподавателя-руководителя. Возможно представление студентом чертежей двух–трех деталей, подобранных по месту работы, для согласования и утверждения в качестве задания. Рекомендуются детали: корпуса; многоступенчатые валы оси; щиты; втулки, требующие для изготовления пять–восемь разноименных операций. Годовой объем выпуска деталей должен соответствовать серийному типу производства.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки (ПЗ) объемом 25–35 листов формата А4 (210×297 мм) одностороннего текста и графических материалов (ГМ) в количестве двух–трех листов формата А1(594×841 мм).

*Пояснительная записка* должна быть сброшюрована в последовательности и содержать следующие разделы:

- Титульный лист (обложка)
- Задание
- Введение
- 1. Назначение и конструкция детали
- 2. Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа
- 3. Определение типа, форм и методов организации производства
- 4. Анализ базового техпроцесса
- 5. Выбор заготовки
- 6. Принятый маршрутный и операционный техпроцесс
- 7. Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки
- 8. Расчет точности операции
- 9. Размерный анализ техпроцесса
- 10. Расчет режимов резания
- 11. Выбор оборудования и технологической оснастки
- 12. Расчет норм времени операций техпроцесса
- 13. Экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса и технико-экономические показатели
- Заключение
- Литература
- Приложения

*Графические материалы* (ГМ) должны включать: чертеж детали; чертеж заготовки; технологическую документацию (ТД); маршрутную карту (МК); операционную карту (ОК) на все операции; карты эскизов (КЭ) на разноименные операции; карты наладок (КН) на отдельные операции; схему размерного анализа техпроцесса. Допускается вместо МК, ОК, КЭ выполнение карты технологического процесса (КТП).

Объем и содержание курсового проекта могут изменяться по согласованию с руководителем проекта. Все материалы проекта должны быть выполнены в соответствии с действующими стандартами и допущениями, вызванными особенностями учебного процесса и требованиями кафедры.

Руководителю-преподавателю курсовой проект должен быть представлен в бумажном виде.

## 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАЩИТА ПРОЕКТА

Длительность работы над проектом - 3 месяца (март-май месяцы).

Перед началом работы над проектом рекомендуется подобрать необходимую литературу, другие информационные источники.

Для успешного выполнения проекта необходима систематическая работа и самодисциплина.

В случае возникновения любого рода затруднений при выполнении проекта студенты-заочники должны в течение семестра обращаться к руководителю за *консультацией* (устно, по телефону, факсу, обычной или электронной почте).

Задача руководителя заключается в оказании студентам учебно-методической, научно-информационной помощи и обеспечении требуемого объема и качества проекта.

За принятые в проекте решения, за обоснованность и точность расчетов, качество проекта в целом отвечает студент.

Руководитель осуществляет *контроль* за выполнением проекта и регулярно информирует кафедру о ходе проектирования.

Законченные проекты студенты предъявляют руководителю лично или в Институт дистанционного образования (ИДО) методисту. Графические материалы складываются до формата А4.

**Защита** проекта осуществляется в период сессии по расписанию в присутствии комиссии, состоящей из двух–трех преподавателей, один из которых является руководителем проекта. Пояснительная записка и графические материалы должны быть подписаны преподавателем и должно быть дано положительное заключение (рецензия).

При защите проекта студенту предоставляется время на сообщение, а затем он отвечает на вопросы членов комиссии по существу проекта.

*Оценка* (дифференцированный зачет) за проект учитывает качество его выполнения; соответствие стандартам ЕСКД, ЕСТД, ЕСДП, ЕСТП, качество сообщения по проекту; уровень теоретических знаний по рассматриваемым в проекте вопросам и, конечно, самостоятельность его

выполнения. Если в результате защиты выяснилось, что проект выполнен не самостоятельно, то он снимается с защиты и студенту выдается новое задание. Если курсовой проект получает неудовлетворительную оценку, студент продолжает дополнительно работать над проектом или выполнять новое задание - по решению комиссии.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА**

### **5.1. Пояснительная записка**

*Пояснительная записка* (ПЗ) пишется от руки черными, синими или фиолетовыми чернилами или оформляется на компьютере с помощью тестового редактора Word и распечатывается с одной стороны листа белой бумаги формата А4. Допускается возможность представления отдельных иллюстраций (схем, таблиц, графиков) на листах формата А3. Листы (страницы) ПЗ можно выполнять без рамки с основной надписью. В этом случае *поле* листа должно иметь следующие размеры: левое не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 15 мм, нижнее - не менее 20 мм. В случае двухстороннего написания текста, правое поле на другой стороне листа увеличивают до 30...35 мм. Если листы имеют рамки, то расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строки – не менее 3 мм, а расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

*Нумерация страниц* сквозная с проставлением страниц арабскими цифрами в правом нижнем углу нечетных и в левом нижнем углу четных страниц.

*Текст* записки разделяют на *разделы и подразделы*. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки следует писать с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.



Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 8 мм.

*Формулы* пишутся в записке на отдельной строке симметрично основному тексту и нумеруются арабскими цифрами в скобках. Допускается сквозная нумерация и (или) в пределах раздела. Расчеты, выполненные по приведенной формуле, записываются на следующей строке. Промежуточные результаты не записываются.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

*Пример.* Минутная подача  $S_M$ , мм/мин, рассчитывается по формуле

$$S_M = S_0 \cdot n,$$

где  $S_0$  – подача на оборот детали, мм/об;

$n$  – частота вращения детали, мин<sup>-1</sup>.

*Иллюстрации* должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

*Иллюстрации*, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Номер рисунка и наименование записывают следующим образом: «Рис. 2.1. Эскиз заготовки», затем помещают после пояснительных данных.

*Цифровой материал*, как правило, оформляют в виде таблицы (см. табл. 1).

*Таблицы* слева и справа, снизу и сверху ограничивают линиями. Линии формата не могут служить линиями таблицы.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны документа на отдельной странице.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом

в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается.

Слово «Таблица» указывают один раз – справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут «Продолжение табл.» с указанием ее номера или «Окончание табл.».

Если все показатели в графах таблицы выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

Таблица 1

**Химический состав качественных  
углеродистых конструкционных сталей**

В процентах

Марка стали	C	Si	Mn	P	S
20					
25					
30					
35					

Пример оформления таблицы

*Ссылки* в тексте ПЗ даются на использованную литературу, другие информационные источники, в т.ч. интернет-сайты, на все без исключения формулы, физические константы. Цитируемый дословно текст дается в квадратных скобках, в которых проставляют номер, под которым информация значится в списке литературы, номер тома (для многотомных изданий) и страницы, например: [18, т. 1, с. 75].

Для примера рассмотрим фрагмент написания текста ПЗ с формулами и ссылками на источник их заимствования.

...«Количество деталей в партии определяем по формуле [3, с. 22]

$$n = N \cdot a / F ,$$

где  $N$  – годовой объем выпуска деталей, шт.;

$a$  – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей;

$F$  – число рабочих дней в году.

В нашем случае

$$n = 10000 \cdot 2/250 = 80 \text{ шт.}$$

Численные значения величин подставляются в формулу обязательно в том же порядке, в каком стоят буквенные обозначения. Все промежуточные вычисления опускаются, приводится сразу окончательный результат.

Список информационных источников, используемых при выполнении проекта, оформляется как «Литература» и помещается в конце записки. Список рекомендуется составлять в алфавитном порядке по фамилиям и инициалам авторов (см. список литературы данного учебно-методического пособия). Если число авторов книги превышает три, указывается только первый и затем пишется «и др.».

В список литературы заносятся только источники, на которые имеются ссылки в тексте ПЗ.

Наименование разделов и слова: СОДЕРЖАНИЕ, ЛИТЕРАТУРА, ВЫВОДЫ записываются в виде заголовков симметрично тексту прописными, печатными буквами. Наименования подразделов записываются в виде заголовков с красной строки строчными буквами (кроме первой прописной).

Основными требованиями к пояснительной записке являются: аккуратность ее оформления, четкость, логичность в построении и последовательности изложения материала, аргументированность, краткость и точность формулировок, обоснованность выводов и рекомендаций, компактность изложения материала с соблюдением разумных пропорций структурных частей ПЗ. Недопустимым является переписка в ПЗ общеизвестного текста из учебной и научно-технической литературы.

Записка должна быть написана простым, технически и литературно грамотным языком. В записке должны использоваться стандартная, техническая и технологическая терминология, общепринятые обозначения величин и сокращения слов.

Изложение материала следует вести от первого лица множественного числа например: *(принимаем, определяем, а не принимаю, определяю)*.

Однотипность расчетов в тексте ПЗ не допускается. Их необходимо сводить в таблицы.

Приложения выполняются, оформляются и размещаются в ПЗ после раздела ЛИТЕРАТУРА.

В настоящих методических указаниях приведены примеры оформления конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) и минимально необходимые справочные данные.

## 5.2. Графические материалы

Графические материалы проекта должны выполняться и оформляться в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации: Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системой допусков и посадок (ЕСДП), руководящими документами и требованиями кафедры.

Примеры ГМ приведены в приложениях. Выполнение ГМ может осуществляться традиционным способом в карандаше (высота цифр и букв не менее 3,5 мм), в туши (высота цифр и букв не менее 2,5 мм) и созданием на компьютере с использованием специальных программ (Автокад, КОМПАС и др.).

В целом курсовой проект может выполняться от руки, в виде компьютерного набора и проектирования (стандартные программы) и смешанным способом: «рукопись – машинопись – компьютер – принтер (плоттер)».

*Чертеж детали* должен соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД.

Перед перечерчиванием исходный чертеж (синька) должен быть тщательно отредактирован. При обозначении шероховатости целесообразно использовать рекомендации, представленные в приложении.

Технические требования в отредактированном виде записываются в следующей последовательности:

- требования к материалу детали, заготовке и термической обработке;
- требования к качеству поверхности детали, покрытию, отделке, краске и др.;
- размеры с указанием поля допуска, качества, допуска (отклонений) в следующем виде:  $H7(\_)$ ,  $f8(\_)$ ;
- отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали, не имеющие условных обозначений;
- условия и методы испытаний;
- указания о маркировании и клеймении;
- правила транспортирования и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования к данному изделию, но не приведенные на чертеже (стандарты, технические условия, инструкции и т. п.).

Заголовок «Технические требования» на чертеже не пишут. Неуказанные предельные отклонения размеров записывают в следующем виде:  $H14$ ,  $h14$ ,  $\pm IT14/2$  или  $H14$ ,  $h14$ ,  $\pm t_2/2$ .

*Заготовки* из проката в графической части проекта не вычерчиваются. Их эскиз помещается в пояснительной записке в разделе «Выбор заготовки». При этом внутри заготовки тонкими линиями вычерчивается контур детали. Предельные отклонения на диаметр устанавливаются по ГОСТ 2590–88, а на длину – в зависимости от принятого способа разрезки прутка по таблице из справочника.

*Штампованные заготовки* выполняются по ГОСТ 7505–89 и вычерчиваются отдельно от чертежа детали. Внутри заготовки тонкими сплошными линиями вычерчивается контур детали. Примеры выполнения поковок приведены в приложении 5 к ГОСТ 7505–89.

На чертеже поковки в технических требованиях указываются:

- исходная твердость;
- группа материала, класс точности, степень сложности, исходный индекс по ГОСТ 7505–89;
- радиусы закруглений наружных и внутренних углов;
- штамповочные уклоны;
- допускаемая величина остаточного облоя;
- допускаемое смещение по поверхности разъема штампа;
- допускаемая величина высоты заусенца;
- допускаемое отклонение от концентричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки (для поволок с отверстием);
- другие технические требования.

*Чертежи отливок* выполняются в соответствии с ГОСТ 26645–85.

Чертеж отливки может быть совмещен с чертежом детали. При этом основным изображением является чертеж детали. Он вычерчивается основными линиями, а припуски на механическую обработку показываются сплошными тонкими линиями.

Штриховка припусков, попадающих в разрезы или сечения, показывается накрест лежащими линиями, расположенными под углом  $90^\circ$ . Направление одной из штриховок должно быть продолжением штриховки детали. Припуски, не попадающие в разрезы или сечения, не штрихуются.

Отверстия, не получаемые в заготовке и изображенные на проекциях окружностями, перечеркиваются накрест лежащими линиями под углом  $90^\circ$ .

На совмещенном чертеже детали и отливки технические требования пишутся отдельно (первыми указываются технические требования для заготовки).

В состав технических требований для заготовки входят:

- исходная твердость;
- радиусы закруглений, если не обозначены на чертеже;
- литейные уклоны;
- точность отливки по ГОСТ 26645–85;
- масса отливки по ГОСТ 26645–85.

В курсовом проекте выполняются *операционные эскизы* на различного рода технологические операции, например: токарную, сверлильную, протяжную, зубодолбежную, зубофрезерную, зубошевлинговальную, внутришлифовальную, плоскошлифовальную и т. д.

В проекте не допускается вычерчивание однотипных операций, например черновой и чистовой токарных операций на одни и те же поверхности.

Перечень операций, представленных в графической части, определяет руководитель проекта.

Деталь на эскизах изображается в рабочем положении закрепленной в приспособлении.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть достаточным для четкого представления о форме, размерных связях обрабатываемых поверхностей с другими поверхностями детали, а также о принципе действия и конструктивной схеме приспособления.

Режущий инструмент на эскизах изображается в конечном положении после обработки или на свободном поле КЭ.

Деталь и режущие инструменты на эскизах вычерчиваются в произвольном масштабе, но одном для всех эскизов.

На операционных эскизах обрабатываемые поверхности обводятся сплошными линиями толщиной  $3S$ .

На эскизах должны быть указаны:

- шероховатость обрабатываемых поверхностей;
- размеры обрабатываемых поверхностей с предельными отклонениями в виде поля допуска, качества и в скобках отклонения;
- допуски формы и взаимного расположения поверхностей, если они обеспечиваются на данной операции;
- направление движения инструментов и детали стрелками с буквенными обозначениями ( $D_v$  – главное движение резания;  $D_s$  – движе-

ние подачи;  $D_r$  – вспомогательное движение или  $V$ ,  $S_{пр}$ ,  $S_{поп}$ ,  $n$ ,  $w$ ,  $t$ ,  $n_{дв.х}$ ).

### **5.3. Содержание разделов пояснительной записки**

#### **Введение**

Во введении рассматриваются особенности современного этапа развития машиностроения как базовой отрасли хозяйственного комплекса, в т.ч. перспективы развития той отрасли, к которой относится предприятие, где студент работает или проходил технологическую практику, по материалам которой выполняется курсовой проект. При написании введения используются статьи газет, журналов, интернет-сайтов, информация ежегодных посланий президента.

#### **5.3.1. Назначение и конструкция детали**

Раздел начинается с определения класса деталей, к которому относится заданная в проекте деталь (класс валов, полых цилиндров, зубчатых колес, корпусов, рычагов, вилок и т. п.).

Далее дается описание работы и назначение узла в машине и детали в узле.

При этом указываются основные и вспомогательные конструкторские базы, исполнительные поверхности. Здесь же анализируются допуски на размеры, форму и взаимное расположение поверхностей детали; указывается, почему к этим поверхностям предъявляются такие требования. При необходимости такой анализ сопровождается эскизами.

В этом же разделе описывается вид термической обработки детали и цель ее проведения.

Заканчивается раздел таблицами химического состава и механических свойств материала детали.

#### **5.3.2. Анализ технологичности конструкции детали**

Анализ технологичности является одним из важных этапов в разработке технологического процесса, обуславливает его основные технико-экономические показатели: металлоемкость, трудоемкость, себестоимость.

Анализ технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественный анализ и количественный анализ.

Так, детали типа валов признаются технологичными, если они отвечают следующим требованиям:

- возможности максимального приближения формы и размеров заготовки к размерам и форме детали;
- возможности вести обработку проходными резцами;
- уменьшению диаметров поверхностей от середины к торцам вала или от одного торца к другому;
- возможность замены закрытых шпоночных пазов открытыми;
- жесткость вала обеспечивает достижение необходимой точности при обработке ( $l : d < 10 \dots 12$ ).

Зубчатые колеса признаются технологичными, если они имеют:

- центральное отверстие простой формы;
- простую конфигурацию наружного контура (наиболее технологичными являются зубчатые колеса простой формы без выступающих ступиц);
- ступицы с одной стороны, что позволяет обрабатывать на зубофрезерных станках по две детали;
- симметрично расположенную перемычку между венцом и ступицей, что уменьшает коробление детали при термообработке;
- возможность штамповки фигурной перемычки между венцом и ступицей; достаточное расстояние между венцами для обработки на зубофрезерных станках (для двухвенцовых зубчатых колес).

Для всех классов деталей признаются нетехнологичными следующие элементы:

- глубокие отверстия ( $l : d > 5$ );
- отверстия, расположенные под углом к оси, плоскости и т. п.;
- глухие отверстия с резьбой;
- закрытые с одной или двух сторон пазы.

Не являются нетехнологичными требования к точности размеров и формы поверхностей деталей и шероховатости, т.к. они вытекают из служебного назначения детали и не определяют ее конструкцию.

Количественная оценка технологичности выполняется согласно ГОСТ 14.201–83.

Заканчивается этот раздел проекта выводами о технологичности конструкции детали.

### **5.3.3. Определение типа производства**

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца.



Студенты выполняют курсовой проект по материалам конструкторско-технологической практики, имея базовый вариант технологического процесса. Поэтому для предварительного расчета коэффициента закрепления операций могут быть использованы нормы времени  $t_{шт}$  или  $t_{шт-к}$ , взятые из базового техпроцесса.

Для расчета коэффициента закрепления операций составляется таблица (см. табл. 2). В первую графу записываются все операции базового техпроцесса, во вторую – нормы времени  $t_{шт}$  или  $t_{шт-к}$ .

Определяется и записывается в третью графу таблицы расчетное количество станков  $m_p$  для каждой операции:

$$m_p = \frac{N \cdot t_{шт} (t_{шт.к})}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}$$

где  $N$  – годовой объем выпуска деталей, шт.;

$t_{шт} (t_{шт-к})$  – штучное или штучно-калькуляционное время, мин;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени, ч;

$\eta_{з.н}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для расчетов в курсовом проекте принимается  $\eta_{з.н} = 0,75 \dots 0,85$ ).

Принятое число рабочих мест  $P$  (четвертая графа) устанавливается округлением значений  $m_p$  (третья графа) до ближайшего большего целого числа.

Далее для каждой операции вычисляют значение фактического коэффициента загрузки

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}$$

Таблица 2

Расчет коэффициента закрепления операций

Операция	$T_{шт.к}$ , мин	$m_p$	$P$	$\eta_{з.ф.}$	О
05. Токарная	4,2	0,084	1	0,084	9,20
10. Протяжная	1,2	0,024	1	0,024	33,3
15. Зубофрезерная	8,6	0,178	1	0,178	4,49
20. Зубошевинговальная	3,4	0,070	1	0,070	11,43
25. Внутришлифовальная	4,1	0,085	1	0,085	9,41
30. Плоскошлифовальная	3,6	0,074	1	0,074	10,81

Количество операций (последняя графа), выполняемых на рабочем месте, определяется по формуле

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}$$

Коэффициент закрепления операций рассчитывается по формуле

$$k_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P};$$

$$\sum P = 6, \quad \sum O = 78,64.$$

По ГОСТ 3.1121–84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций  $k_{з.о}$ :

- массовое производство –  $k_{з.о} = 1$ ;
- крупносерийное –  $k_{з.о} = 2 \dots 10$ ;
- среднесерийное –  $k_{з.о} = 10 \dots 20$ ;
- мелкосерийное –  $k_{з.о} = 20 \dots 40$ ;
- единичное –  $k_{з.о} > 10$ .

В качестве примера рассмотрим техпроцесс изготовления шестерни (см. табл. 2). Подробно рассчитываем только токарную операцию.

Исходные данные:  $N = 400$  деталей;  $F_d = 4016$  ч;  $h_{з.н} = 0,8$ ;  $t_{шт-к} = 4,2$  мин. Расчетное количество станков определяем по формуле

$$m_p = \frac{4000 \cdot 4,2}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,087.$$

Принятое число рабочих мест  $P = 1$ .

Коэффициент загрузки станка определяем по формуле

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,087}{1} = 0,087.$$

Количество операций, выполняемых на рабочем месте, определяем по формуле

$$O = \frac{0,8}{0,084} = 9,52.$$

Коэффициент закрепления операций, согласно формуле,

$$K_{3.0} = \frac{78,64}{6} = 13,1.$$

Следовательно, производство шестерни будет среднесерийным. Для серийного производства рассчитывается размер партии деталей по формуле

$$\Pi = \frac{N \cdot a}{\Phi},$$

где  $a$  – количество дней запаса деталей на складе;

$\Phi$  – количество рабочих дней в году.

Рекомендуется принимать  $a = 23$  дня для крупных деталей,  $a = 35$  дней - для средних деталей,  $a = 510$  дней - для мелких деталей.

Для массового и крупносерийного производства рассчитывается такт выпуска по формуле

$$t_B = \frac{60 \cdot F_D}{N},$$

где  $F_D$  – годовой фонд времени работы оборудования, ч.

В исключительных случаях, при отсутствии базового техпроцесса, тип производства *предварительно* можно определить по годовому выпуску и массе деталей, пользуясь табл. 3 и табл. 4.

Таблица 3

Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей

*В штуках*

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей		
	крупных, 50 кг и более	средних, 8...50 кг	мелких, до 8 кг
Единичное	до 5	до 10	до 100
Среднее	5...1000	10...5000	100...50000
Массовое	св. 1000	св. 5000	св. 50000

При этом после расчета норм времени по всем операциям выполняется раздел «Уточнение типа производства» на основе расчета коэффициента закрепления операций по приведенной выше методике.

Таблица 4

Выбор серийности производства

*В штуках*

Серийность	Количество деталей в партии (серии)
------------	-------------------------------------

производства	крупных, 50 кг и более	средних, 8...50 кг	мелких, до 5 кг
Мелкосерийное	5...10	5...25	10...50
Среднесерийное	11...50	26...200	51...500
Крупносерийное	св. 50	св. 200	св. 500

*Примечание.* В случае отсутствия базового варианта технологического процесса и данных по нему тип производства необходимо определять, используя зависимость  $K_{з.о}(K_{сер}) = t_B / T_{шK_{cp}}$  и укрупненное нор-

мирование (приложение), где  $T_{шK_{cp}} = \sum_{i=1}^n T_{шK_i} / n$ , а  $n$  – число операций механической обработки.

### 5.3.4. Анализ базового техпроцесса

Студенты, не имеющие заводского базового техпроцесса, в качестве базового принимают техпроцесс, приводимый в литературе [7, 9].

Разработка нового техпроцесса изготовления детали начинается с анализа существующего.

При анализе существующего техпроцесса рекомендуется:

- определить соответствие метода получения заготовки установленному типу производства;
- рассмотреть выбор черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях технологического процесса, выявить соблюдение принципов постоянства и совмещения баз;
- установить, обеспечивает ли последовательность и количество операций (переходов) техпроцесса заданную точность поверхностей детали, имеющих минимальные значения допусков на размер, форму и их взаимное расположение;
- установить соответствие параметров принятого оборудования размерам обрабатываемой детали, точности обработки, производительности;
- рассмотреть степень концентрации операций (переходов) технологического процесса;
- определить степень применимости высокопроизводительного режущего инструмента и новых марок материалов его режущей части;
- определить степень оснащённости техпроцесса механизированными приспособлениями.

Для выполнения этого раздела в пояснительной записке приводится маршрутный базовый техпроцесс с кратким содержанием операций.

По результатам анализа излагаются предложения по совершенствованию техпроцесса и разрабатывается новый техпроцесс.

### 5.3.5. Выбор заготовки

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма детали, масса, материал, объем выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчетов.

При выполнении экономических расчетов в данном разделе стоимость материалов, оборудования и тарифные ставки рабочих принимаются такими, какими они установлены на предприятиях, где студенты проходили конструкторско-технологическую практику.

Для выбора метода получения заготовки сравнивается ее стоимость по базовому варианту  $S_1$  и проектируемому  $S_2$ .

Стоимость заготовки по базовому варианту может быть взята из отчета по практике.

При отсутствии сведений о методе получения заготовки по базовому варианту стоимость заготовки рассматривается по двум возможным методам ее получения и делается их сравнение.

Стоимость *заготовок из проката* рассчитывается по формуле

$$S_2 = M + \sum C_{0.3}$$

где  $M$  – затраты на материал заготовки, руб.;

$\sum C_{0.3}$  – технологическая себестоимость правки, калибрования, резки, руб.

Расчеты затрат на материалы и технологической себестоимости выполняются по формулам

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{\text{отх}},$$

где  $Q$  – масса заготовки (рассчитывается через объем и плотность материала заготовки), кг;

$S$  – цена 1 кг материала заготовки, руб.;

$q$  – масса детали, кг;

$S_{\text{отх}}$  – цена 1 кг отходов, руб.

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за некратности длины заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590–88 поставляется в прутках длиной 26 м.

$$\sum C_{0.3} = \frac{C_{п.з.} \cdot t_{шт.}(t_{шт.к})}{60},$$

где  $C_{п.з.}$  – приведенные затраты на рабочем месте, руб./ч;

$t_{шт.}(шт.к)$  – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Примерные значения приведенных затрат  $C_{п.з.}$  даны в учебном пособии [1, 11].

Штучное или штучно-калькуляционное время  $t_{шт.}(шт.к)$  рассчитывается по формуле

$$t_{шт.}(t_{шт.к}) = \frac{L_{рез} + y}{S_M} \cdot \varphi,$$

где  $L_{рез}$  – длина резания при разрезании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката  $L_{рез} = D$ ), мм;

$y$  – величина врезания и перебега (при разрезании дисковой пилой  $y = 68$  мм);

$S_M$  – минутная подача при разрезании ( $S_M = 50 \dots 80$  мм/мин);

$\varphi$  – коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном ( $\varphi = 1,84$  для мелко- и среднесерийного производства;  $\varphi = 1,5$  для крупносерийного и массового производства).

Расчет *стоимости заготовок*, полученных *литьем* или *штамповкой*, выполняется по формуле

$$S_2 = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_e \cdot K_c \cdot K_b \cdot K_n \right) - (Q - q) S_{отх},$$

где  $C_i$  – базовая стоимость 1 т заготовок, руб.;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$K_e$  – коэффициент, зависящий от класса точности;

$K_c$  – коэффициент, зависящий от степени сложности;

$K_b$  – коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$K_n$  – коэффициент, зависящий от марки материала;

$K_n$  – коэффициент, зависящий от объема выпуска заготовок.

Перед расчетом стоимости заготовки по формуле вычерчивается ее эскиз, назначаются припуски, устанавливаются размеры, по которым рассчитывается объем и масса заготовки  $Q$ .

Для штампованных заготовок по ГОСТ 7505–89 устанавливаются:

- группа материала – М;
- класс точности – Т;
- степень сложности – С;
- исходный индекс.

По исходному индексу в том же стандарте определяются припуски на обрабатываемые поверхности и предельные отклонения размеров заготовки: Параметры литых заготовок определяется по ГОСТ 26645–85. Заканчивается этот раздел расчетом экономического эффекта:

$$\mathcal{E}_{\text{заг}} = (S_1 - S_2)N,$$

где  $S_1$  и  $S_2$  – стоимость заготовки по базовому и проектируемому вариантам соответственно;

$N$  – годовой объем выпуска деталей.

### 5.3.6. Принятый маршрутный и операционный техпроцесс

На основе анализа базового техпроцесса составляется новый маршрутно-операционный техпроцесс изготовления детали. При этом дается обоснование выбора черновых и чистовых технологических баз, особое внимание обращается на обеспечение принципов постоянства и совмещения баз. Если эти принципы не выдерживаются, то следует дать обоснование необходимости смены баз.

Здесь же дается обоснование выбора (замены) конкретных моделей станков, станочных приспособлений, режущих и измерительных инструментов.

Принятый маршрутный процесс оформляется в виде таблицы (табл. 5). Допускается оформлять ТП сразу в виде МК, КЭ, ОК или КТП.

Таблица 5

Маршрутный техпроцесс изготовления вала КТМ.00

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Модель станка	Режущий инструмент, размеры, марка инструм. материала	Технологические базы
1	2	3	4	5

005	Фрезерно-центровальная: 1. Фрезерование торцов. 2. Сверление центровых отверстий	MP-77	Фреза торцовая Ø125; T5K10. Сверло центров. Ø4; P6M5	Поверхности заготовки Ø40, Ø60, торец
010	Токарная с ЧПУ: 1. Черновое точение поверхностей Ø37, Ø42, Ø50. 2. Чистовое точение поверхностей Ø35, Ø40. 3. Точение фасок. 4. Точение канавки	16K20Ф3	Резец проходной 16×25, T5K10. Резец канавочный. T5K10	Центровые отверстия
015	Вертикально-фрезерная: 1. Фрезерование шпоночного паза ( $b = 12N9, l = 30$ )	6M12П	Фреза шпоночная Ø 12, P6M5	Цилиндрич. поверхности Ø35, Ø50, торец
020	Термическая			
	...			
045	Контрольная	Стол ОТК		

Для обработки самой точной поверхности детали рассчитывается необходимое (достаточное) количество операций (переходов) по коэффициенту уточнения.

Необходимое общее уточнение рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_0 = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дел}}},$$

где  $T_{\text{заг}}$  – допуск на изготовление заготовки (принимается по чертежу заготовки), мм;

$T_{\text{дет}}$  – допуск на изготовление детали (принимается по чертежу детали), мм.

С другой стороны, уточнение определяется как произведение уточнений, полученных при обработке поверхности на всех операциях (переходах) принятого техпроцесса:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i,$$

где  $\varepsilon_i$  – величина уточнения, полученного на  $i$ -й операции (переходе);

$n$  – количество принятых в техпроцессе операций (переходов) для обработки поверхности.



Промежуточные значения рассчитываются по формулам:

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{T_1}; \quad \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}; \quad \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3}; \quad \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n},$$

где  $T_1, T_2, T_3, T_n$  – допуски размеров, полученные при обработке детали на первой, второй и т. д. операциях.

Точность обработки поверхности по принятому маршруту будет обеспечена, если соблюдается условие:

$$\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{\text{пр}}.$$

Значения допусков  $T_1, T_2, T_n$  принимаются по таблицам справочника [8].

В качестве примера рассмотрим обработку поверхности вала.

Исходные данные: размер детали –  $\varnothing 55 \text{ k}6 \left( \begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$ ; размер заготовки –  $\varnothing 60 \left( \begin{smallmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{smallmatrix} \right)$ .

Допуск заготовки  $T_{\text{заг}} = 2,8$  мм, допуск детали  $T_{\text{дет}} = 0,019$  мм. Необходимое общее уточнение рассчитываем по формуле

$$\varepsilon_0 = \frac{2,8}{0,019} = 147,368.$$

Для обработки поверхности  $\varnothing 55 \text{ k}6$  принимаем следующий маршрут:

- черновое точение;
- чистовое точение;
- шлифование предварительное;
- шлифование тонкое.

Из справочника выписываем допуски на межоперационные размеры:  $T_1 = 0,46$  мм (кавалитет точности IT13);  $T_2 = 0,074$  мм (кавалитет точности IT9);  $T_3 = 0,046$  мм (кавалитет точности IT8). Тонкое шлифование, согласно той же таблице, может обеспечивать точность по пятому квалитету (IT5), хотя по чертежу детали требуется только шестой квалитет. Принимаем  $T_n = 0,013$  мм (IT5).

Рассчитываем промежуточное значение уточнений по формуле

$$\varepsilon_1 = \frac{2,8}{0,46} = 6,09; \quad \varepsilon_2 = \frac{0,46}{0,074} = 6,22; \quad \varepsilon_3 = \frac{0,074}{0,046} = 1,61; \quad \varepsilon_n = \frac{0,046}{0,013} = 3,54.$$

Определяем общее уточнение для принятого маршрута обработки по формуле

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 6,09 \cdot 6,22 \cdot 1,61 \cdot 3,54 = 215,89.$$

Полученное значение  $\varepsilon_{\text{пр}}$  показывает, что при принятом маршруте точность обработки поверхности  $\varnothing 55 k6$  обеспечивается, т.к.  $\varepsilon_0 < \varepsilon_{\text{пр}}$  ( $147,38 < 215,89$ ).

### 5.3.7. Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки

В курсовом проекте подробный расчет припусков выполняется на две-три (наружную и внутреннюю) самые точные поверхности и поверхности, определяющие габаритные размеры заготовки.

Исходными данными, которые записываются перед началом расчета, являются:

- метод получения заготовки;
- размер поверхности по чертежу детали;
- маршрут обработки поверхности.

При расчете для каждой поверхности приводится расчетная таблица и схема графического расположения припусков и допусков (см. прил. 33, 34). Все расчеты заканчиваются проверкой правильности их выполнения.

Все расчетные формулы, справочные сведения и примеры расчетов приведены в учебном пособии [2].

На все остальные обрабатываемые поверхности припуски назначаются: для поковок – по ГОСТ 7505–89, для отливок – по ГОСТ 26645–85.

Значения всех припусков сводятся в таблицу.

Для расчета припусков используются формулы:

- для асимметричных припусков, при последовательной обработке плоских поверхностей,

$$z_{i \text{ min}} = (Rz_{i-1} + h_{i-1}) + |\Delta_{i-1} + \varepsilon_i|;$$

- для симметричных припусков, при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения,

$$2z_{i \text{ min}} = 2 \left[ (Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right].$$

В дальнейших размерных, силовых расчетах используются понятия номинального, среднего, максимального припуска и допуска на пропуск:

$$\begin{aligned}
z_{i \text{ ном}} &\equiv z_{i \text{ мин}}; \\
z_{i \text{ ср}} &= (z_{i \text{ max}} + z_{i \text{ мин}}) / 2; \\
2z_{i \text{ max}} &= 2[z_{i \text{ мин}} + (T_{i-1} - T_i)]; \\
T_{iz} &= z_{i \text{ max}} - z_{i \text{ мин}}.
\end{aligned}$$

Здесь  $Rz_{i-1}$  – высота неровностей на предшествующем переходе;

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или отбеленный слой);

$\Delta_{i-1}$  – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонения формы поверхности (отклонения от плоскостности, прямолинейности на предшествующем переходе);

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

$T_{i-1}$  или  $T_i$  – допуски на предшествующем и выполняемом переходах.

Нормативные материалы для значений  $Rz_{i-1}$ ,  $h_{i-1}$ ,  $\Delta_{i-1}$ ,  $\varepsilon_i$ ,  $T_{i-1}$  и  $T_i$  даны в литературе [8, 2]. Расчет промежуточных и общих припусков на обработку производят для определения расчетных размеров обрабатываемой поверхности по всем технологическим переходам - от готовой детали до исходной заготовкой (прил. 34).

В проекте припуски, определенные расчетно-аналитическим методом, рекомендуется сравнивать с табличными с заполнением таблицы.

Таблица 6

Припуски и предельные отклонения  
на обрабатываемые поверхности вала

*В миллиметрах*

Размер детали	Припуск		Предельные отклонения
	табличный	расчетный	
Ø 55 <i>k6</i>	–	2 · 2,5	+1,8 –1,0
Ø 60 <i>h8</i>	–	2 · 2,2	+1,8 –1,0
45 <sub>–0,62</sub>	2 · 1,8	–	+1,3 –1,0
220 <sub>–1,15</sub>	2 · 2,0	–	+2,4 –1,2

### 5.3.8. Расчет точности операций

Расчет точности выполняется на одну операцию разработанного технологического процесса, на которой обеспечиваются 6...10 качества точности. Обработка поверхностей деталей по 11...17 квалитетам не вызывает затруднений, поэтому нет необходимости проводить расчеты на точность.

Расчет точности следует проводить лишь тогда, когда обработка осуществляется методом автоматического получения размеров.

В курсовом проекте наиболее целесообразно выполнять расчет точности для токарных чистовых операций.

При расчете технологической операции на точность величина суммарной погрешности обработки не должна превышать величины допуска на получаемый размер  $T_{дет}$ .

Величина суммарной погрешности обработки по диаметральным и продольным размерам в общем виде в серийном производстве определяется по формуле

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{и} + \Delta_{н} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \varepsilon_y^2}.$$

где  $\Delta_{и}$  – погрешность, обусловленная износом режущего инструмента, мкм;

$\Delta_{н}$  – погрешность настройки станка, мкм;

$\Delta_{сл}$  – поле рассеяния погрешностей обработки, обусловленных действием случайных факторов, мкм;

$\varepsilon_y$  – погрешность установки заготовки, мкм.

В массовом производстве суммарная погрешность обработки рассчитывается по формуле

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{и} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_{н}^2 + \varepsilon_y^2}.$$

На операции будет обеспечиваться необходимая точность обработки при условии, что

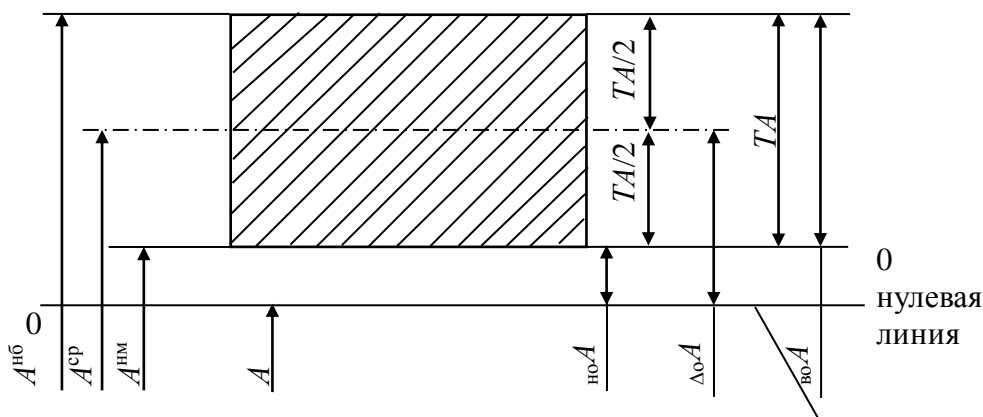
$$\Delta_{\Sigma} < T_{дет}.$$

Расчеты всех составляющих, входящих в формулу, выполняются в соответствии с методикой, изложенной в [11, 14].

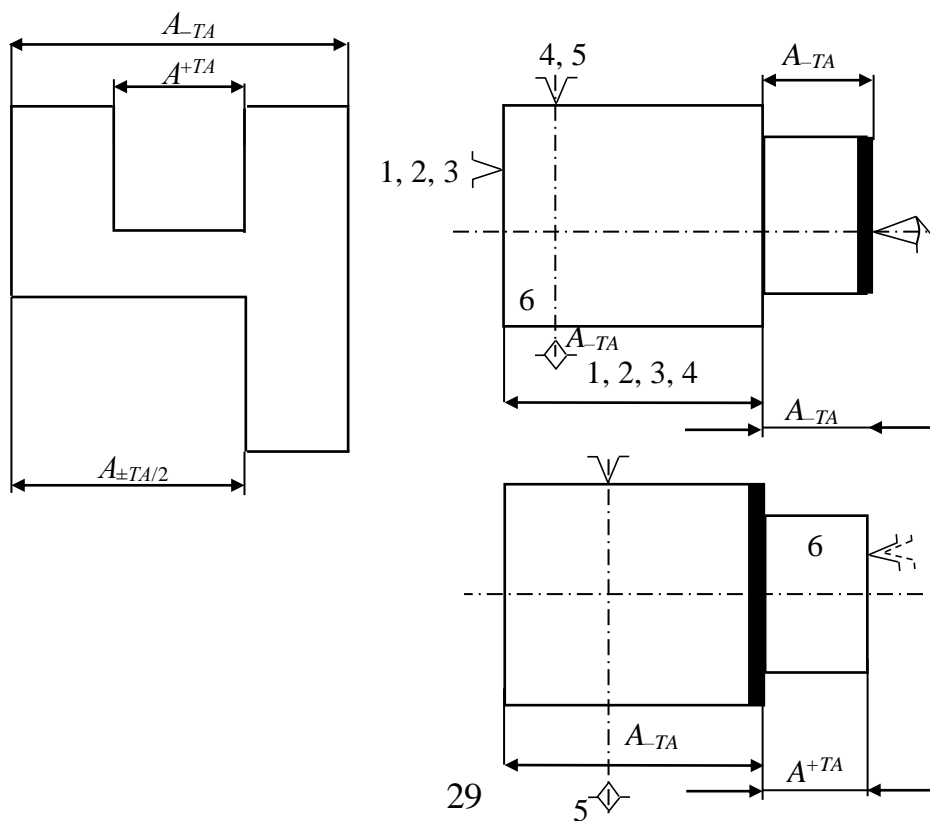
### 5.3.9. Размерный анализ техпроцесса

Целью выполнения этого раздела проекта является закрепление теории базирования, размерных цепей и методика размерного анализа действующих и проектируемых технологических процессов изготовления детали.

В связи с различиями обозначений одних и тех же параметров в литературе рекомендуется размер и его параметры графически представлять в виде



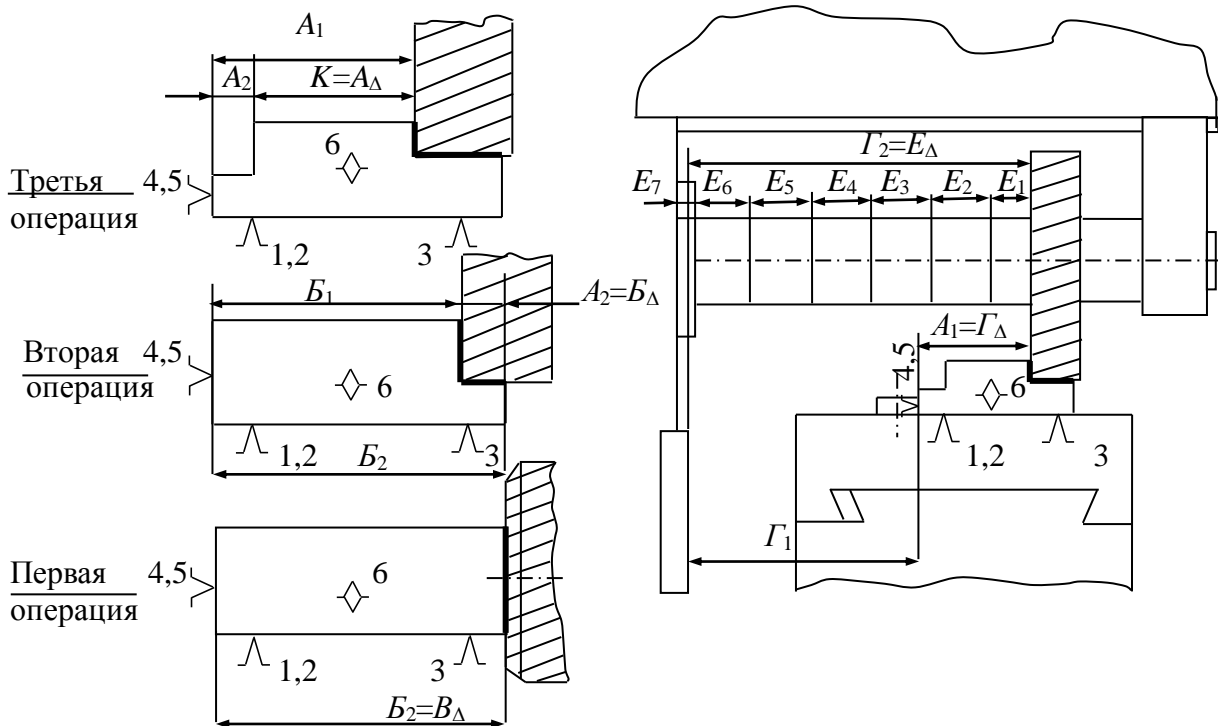
Допуски размеров проставлять с учетом конструкторской (а) или технологической (б) рекомендаций.



а

б

Технологическая размерная цепь отображает связи между операциями (переходами) технологического процесса в получении того или иного размера, образовании размера при выполнении операции (перехода) или роль отдельных этапов операции в обеспечении точности выдерживаемого размера.



Технологические размерные цепи

*Примером* технологических размерных цепей могут быть те связи, которые возникают между операциями технологического процесса обработки плитки и получении размера  $K$  (рис. Размер  $K$  в виде замыкающего звена  $A_{\Delta}$  будет в технологическом процессе получен в результате выполнения третьей операции. Составляющими звеньями размерной цепи  $A$  будут являться:  $A_1$  – размер, непосредственно выдерживаемый при фрезеровании правого уступа (размер, полученный от технологической базы);  $A_2$  – ширина левого уступа, полученного на второй операции. Но  $A_2$  в свою очередь оказывается замыкающим звеном  $B_{\Delta}$  трехзвенной размерной цепи  $B$ , так как он получается через два размера:  $B_1$  – размер, непосредственно выдерживаемый от технологической базы на второй операции, и размер  $B_2$ , с которым заготовка поступит после выполнения первой операции и где он будет получен непосредственно от технологической базы. В данном случае размерные цепи  $A$  и  $B$  вскрыли связи между операциями технологического процесса в образовании размера  $K$ , заложенные в технологический процесс выбором технологических баз.

Размер, выдерживаемый на операции непосредственно от технологической базы, образуется в процессе обработки заготовки как замыкающее звено размерной цепи технологической системы *станок – приспособление – инструмент – заготовка*. Например, размер  $A_1$  (см. рис. 1) при фрезеровании уступа в плитке будет являться замыкающим звеном  $\Gamma_{\Delta}$  (см. рис. 1) размерной цепи технологической системы, составляющими звеньями которой будут размеры  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , определяющие в системе координат станка относительное положение инструмента и поверхности приспособления (планки), с которой соприкасается заготовка плитки своей технологической базой.

При размерном анализе техпроцессов в большинстве случаев используется расчет размеров методом «максимум-минимум» (ММ).

Основные расчетные уравнения этого метода следующие. Уравнение номинальных размеров (звеньев):

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \bar{A}_i - \sum_{i=n}^n \bar{A}_i,$$

где  $A_{\Delta}$  – номинальный размер замыкающего звена размерной цепи  $A$ ;  
 $A_i$  – номинальный размер  $i$ -го составляющего звена размерной цепи  $A$ ;  
 $m$  – число увеличивающих звеньев;

$n$  – число уменьшающих звеньев размерной цепи.

Уравнения предельных размеров (звеньев):

$$A_{\Delta}^{\text{НБ}} = \sum_{i=1}^m A_i^{\text{НБ}} - \sum_{i=1}^n A_i^{\text{НМ}};$$

$$A_{\Delta}^{\text{НМ}} = \sum_{i=1}^n A_i^{\text{НМ}} - \sum_{i=1}^m A_i^{\text{НБ}},$$

где  $A_{\Delta}^{\text{НБ}}$  и  $A_{\Delta}^{\text{НМ}}$  – наибольшее и наименьшее значения размера замыкающего звена размерной цепи  $A$ ;

$A_i^{\text{НБ}}$  и  $A_i^{\text{НМ}}$  – наибольшее и наименьшее значения размеров, составляющих размерную цепь  $A$ .

Уравнение допусков:

$$T_{A_{\Delta}} = \sum_{i=1}^{m+n} T_{A_i},$$

где  $T_{A_{\Delta}}$  – допуск замыкающего звена размерной цепи  $A$ ;

$T_{A_i}$  – допуск  $i$ -го составляющего звена размерной цепи  $A$ .

Уравнения предельных отклонений

$$\Delta_{B_{A_{\Delta}}} = \Delta_{0_{A_{\Delta}}} + \frac{T_{A_{\Delta}}}{2};$$

$$\Delta_{H_{A_{\Delta}}} = \Delta_{0_{A_{\Delta}}} - \frac{T_{A_{\Delta}}}{2},$$

где  $\Delta_{B_{A_{\Delta}}}$  и  $\Delta_{H_{A_{\Delta}}}$  – соответственно верхнее и нижнее отклонения замыкающего звена размерной цепи  $A$ .

Предельные отклонения можно определить также:

$$\Delta_{B_{A_{\Delta}}} = \sum_{i=1}^m \bar{\Delta}_{B_{A_i}} - \sum_{i=1}^n \bar{\Delta}_{H_{A_i}};$$

$$\Delta_{H_{A_{\Delta}}} = \sum_{i=1}^m \bar{\Delta}_{H_{A_i}} - \sum_{i=1}^n \bar{\Delta}_{B_{A_i}},$$

где  $\Delta_{B_{A_i}}$  и  $\Delta_{H_{A_i}}$  соответственно верхнее и нижнее предельные отклонения  $i$ -го составляющего звена размерной цепи  $A$ .

Уравнение координат середин центров полей допусков:

$$\Delta_{0_{A_{\Delta}}} = \sum_{i=1}^m \bar{\Delta}_{A_i} - \sum_{i=n+1}^n \bar{\Delta}_{A_i},$$

где  $\Delta_{A_i}$  – координата середины поля допуска  $i$ -го составляющего звена размерной цепи  $A$ .



Уравнение средних размеров (звеньев):

$$A_{\Delta}^{\text{cp}} = \sum_{i=1}^m A_i^{\text{cp}} - \sum_{i=1}^n A_i^{\text{cp}}.$$

*Примечание.* При «вероятностном методе» расчета (BM) уравнение допусков:

$$T_{A_{\Delta}} = t_{\Delta} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} (\lambda_i^2 \cdot T_{A_i^2})},$$

где  $t_{\Delta}$  – коэффициент риска, характеризующий процент выхода значеный замыкающего звена (его отклонений) за пределы установленного на него допуска;

$\lambda_i^2$  – коэффициент, характеризующий теоретический закон рассеяния значений  $i$ -го составляющего звена.

Выполнение этого раздела проекта необходимо оформить в соответствии с приложением 21. Рекомендуется обозначать и графически изображать:

- конструкторские размеры ( $K_i$ ), штриховой линией (---);
- технологические размеры ( $A_i$ ) в т.ч. размеры заготовки ( $A_i^0$ ) сплошной линией (—);
- припуски ( $Z_i$ ) волнистой линией (~~~~~).

Следует знать, помнить, что  $K$  и  $Z$  в большинстве размерных цепей – замыкающие звенья,  $A^0$  и  $A$  – составляющие звенья;  $i$  – порядковый номер поверхности, операции, перехода и т. п., знак  $\Delta$  – подчеркивает, что это замыкающее звено.

Более подробно о размерных расчетах в литературе [4], а при выполнении раздела необходимо расчеты в основном представить так, как это приведено в приложении 21.

### 5.3.10. Расчет режимов резания

В курсовом проекте подробно рассчитываются режимы резания на четыре разнохарактерные операции: на две операции – по аналитическим формулам теории резания металлов, на две другие – по нормативам.

Расчет режимов резания с использованием аналитических формул выполняется по справочникам [8, 9].

Для расчета режимов резания могут быть использованы нормативы [15].

Расчет режимов резания для всех операций начинается с описания исходных условий обработки, которые включают:

- номер и наименование операции;
- краткое содержание операции;
- наименование и модель станка;
- наименование режущего инструмента, его размеры, марка материала режущей части.

Далее определяется глубина резания с учетом величины припуска и маршрутной технологии обработки поверхности (черновая, чистовая, окончательная и т. д.). При этом на чистовую и отделочную обработку оставляется, как правило, 20...30 % общего припуска.

Подача на оборот  $S_o$  (подача на зуб  $S_z$  при фрезеровании) выбирается в зависимости от глубины резания по справочникам. Справочные значения подачи корректируются и принимаются окончательно по паспортным данным станка выбранной модели. Такие данные имеются в учебном пособии.

Скорость резания  $V_p$  рассчитывается по формулам теории резания или нормативам. По полученному значению скорости определяется расчетная частота вращения шпинделя

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi \cdot D},$$

где  $D$  – диаметр детали или инструмента.

Полученное значение частоты вращения корректируется (принимается меньшее) по паспорту станка и принимается окончательно. По принятой частоте вращения определяется действительная скорость резания

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}.$$

В заключение рассчитывается эффективная мощность резания  $N_c$  и сравнивается с мощностью главного привода станка  $N_{ст}$  с учетом его КПД.

Аналогично рассчитываются режимы резания (в пояснительной записке расчеты не приводятся) на все остальные операции и записываются в операционные карты и сводную таблицу режимов резания (табл. 7).

Таблица 7

Сводная таблица режимов резания

Номер	Наименование операции, перехода	Глубина	Длина	Подача $S_o$ , мм/об	Скорость $V$ , м/мин.	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Минутная	Ос-новное
-------	---------------------------------	---------	-------	----------------------	-----------------------	-------------------------------------	----------	-----------

				расчетная	принятая	расчетная	принятая	расчетная	принятая		
<b>05</b>	Токарная с ЧПУ 1. Точение черн. –Ø40; –Ø50	2,0 <b>1,5</b>	25 40	0,4 <b>0,4</b>	0,36 0,36	118 118	100 98,9	<b>939</b> <b>751</b>	800 <b>630</b>	288 227	0,1 <b>0,19</b>
<b>10</b>	Сверлильная 1. Сверление отв. Ø 10	<b>5</b>	16	0,18	<b>0,16</b>	<b>19</b>	18,2	605	580	92,8	0,24

### 5.3.11. Выбор оборудования и технологической оснастки

*Технологическое оснащение* операции технологического процесса включает оборудование и оснастку.

К оснастке относят: приспособления, инструменты и средства контроля (измерительные инструменты, контрольные приспособления).

Выбор оборудования производится при назначении метода обработки. Затем, при разработке технологического процесса и его технико-экономическом обосновании, производится выбор его конкретной модели на основании минимума приведенных затрат на рабочем месте. Таким образом, вопрос о выборе оборудования решается уже на стадии составления технологического маршрута изготовления детали, и в настоящем разделе необходимо привести таблицу оборудования, используемого в проекте, с краткой характеристикой. При выборе станка необходимо руководствоваться следующими основными соображениями:

- соответствию рабочей зоны станка габаритным размерам детали;
- возможностью обеспечивать нужную точность обработки (станки классов точности: Н-П-В-А-С);
- экономичностью и стоимостью обработки, которая, наряду с точностью станка, будет определяться жесткостью станка, мощностью, соответствием станка типу производства; кинематикой; возможностью обеспечить более выгоднейшие режимы обработки и соответствующую заданной программе и объему выпуска производительность.

В случае использования иностранных марок оборудования необходимо привести отечественные (российские) аналоги.

*Выбор приспособлений.* Выбираются прежде всего станочные приспособления.

Станочные приспособления (СП) применяют для установки на металлорежущие станки. Различают три вида СП: специальные (одноцелевые, непереустанавливаемые), специализированные (узкоцелевые, ограниченно переустанавливаемые), универсальные (многоцелевые, широкопереустанавливаемые); семь стандартных систем СП: универсально-сборные (УСП), сборно-разборные (СРП), универсальные безналадочные (УБП), неразборные специальные (НСП), универсальные наладочные (УНП), специализированные наладочные (СПН), универсально-сборные переустанавливаемые (УСПО).

В условиях серийного машиностроения выгодны системы УСП, СРП, УНП, СПН и другие СП многократного применения. Производительность труда значительно возрастает при применении СП: быстродействующих с механизированным приводом; многоместных; автоматизированных (предназначенных для работы в сочетании с автооператором или технологическим роботом).

Определение зон рентабельности применения различных систем станочных приспособлений при оснащении технологического процесса производится в зависимости от планируемого периода производства изделия и коэффициента загрузки приспособления. Коэффициент загрузки единицы технологической оснастки  $K_3$  вычисляют по формуле

$$K_3 = \frac{T_{шт.ш.-к} N}{F_0},$$

где  $T_{шт.ш.-к}$  – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения технологической операции, мин;

$N$  – количество повторов операций в течение месяца;

$F_0$  – располагаемый месячный фонд работы оснастки (станка).

*Пример.* Определить систему станочного приспособления, исходя из следующих данных:

$$T_{шт} = 4 \text{ мин}; \quad N = 3000 \text{ шт.}; \quad F_0 = 19680 \text{ мин.}$$

Период производства изделия  $T_{п} = 2,5 \text{ г.}$ , или 30 мес.;

$$K_3 = \frac{4 \cdot 3000}{19680} = 0,61.$$

По диаграмме приложения 1 к ГОСТ 14.305–73, исходя из координат  $K_3 = 0,61$  и  $T_{п} = 30 \text{ мес.}$ , находим зону и наименование системы станочного приспособления НСП. Следовательно, для оснащения операций нужно принять неразборное специальное приспособление.

В случае применения стандартной оснастки рекомендуется пользоваться альбомами ее типовых конструкций и соответствующими стандартами. При технико-экономическом обосновании выбора систем технологической оснастки, кроме коэффициента загрузки единицы оснастки необходимо рассчитать затраты на оснащение операций.

*Выбор режущих инструментов.* Выбирая режущие инструменты, ориентируются прежде всего на ГОСТы и заводские нормалы. В необходимых случаях предусматривается специальный инструмент. Марку режущего инструмента, геометрические параметры подбирают в соответствии со свойствами обрабатываемого материала и условиями операции. В данном разделе проекта в табличной форме или в тексте приводится режущий инструмент, используемый в техпроцессе. Вместе с режущим инструментом, режимами обработки выбирают и смазочно-охлаждающую жидкость.

*Выбор измерительных инструментов.* При выборе измерительных инструментов учитывают прежде всего соответствие точности инструмента контролируемому допуску размера и время, требующие на измерение. Погрешность измерения ( $\Delta_{\text{изм}}$ ) должна составлять доли допуска размера ( $T_p$ ). Ориентировочно при выборе измерительного инструмента рекомендуется использовать следующее соотношение:  
$$\Delta_{\text{изм}} = (1/2 \dots 1/10) \cdot T_p.$$

При небольшом масштабе производства главным средством измерения служат универсальные инструменты: штангенциркули, микрометры, универсальные индикаторные приборы (скобы, нутромеры, глубиномеры и т. п.). При повышении масштаба производства все в большей мере начинает оправдываться использование специальных средств: предельных калибров, специальных индикаторных приборов и контрольно-измерительных приспособлений.

Чем больше масштаб производства и сложнее измерение параметра, тем выгоднее переносить центр тяжести контроля этого параметра на работу оборудования. Вместе с этим растет значение методов автоматического получения размеров и статистического контроля, использования контрольно-измерительных приспособлений.

Шероховатость поверхностей контролируют обычно сравнением на глаз обработанной поверхности с эталоном, обработанным согласно стандарту и проверенным прибором. Непосредственно приборами пользуются для контроля особо ответственных окончательных операций (микроскопы, профилометры-профилографы).

**Примечание.** Собранная в настоящем разделе информация в дальнейшем используется при оформлении технологической документации: МК, ОК, КЭ, КТП.

### 5.3.12. Расчет норм времени операций техпроцесса

Расчет норм времени выполняется для всех операций техпроцесса.

В крупносерийном и массовом производстве рассчитывается норма штучного времени:

$$t_{шт} = t_0 + t_в + t_{обс} + t_{отд},$$

где  $t_0$  – основное время;

$t_в$  – вспомогательное время;

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

$t_{отд}$  – время на отдых.

В мелко- и среднесерийном производстве рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.-к} = t_{шт.} + \frac{t_{п.з.}}{n},$$

где  $t_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время;

$n$  – размер партии деталей.

Основное время рассчитывается по формуле

$$t_0 = \frac{L_{рез} + y}{S_0 \cdot n} i,$$

где  $L_{рез}$  – длина резания;

$y$  – величина врезания и перебега;

$i$  – количество рабочих ходов.

Вспомогательное время  $t_в$  состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_в = t_{ус.} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из},$$

где  $t_{ус.}$  – время на установку и снятие детали;

$t_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали;

$t_{уп}$  – время на приемы управления станком;

$t_{из}$  – время на измерение детали.

Оперативное время рассчитывается по формуле

$$t_{оп} = t_o + t_v.$$

Время на обслуживание и отдых ( $t_{обс}$  и  $t_{отд}$ ) в серийном производстве по отдельности не определяются. В нормативах дается сумма этих двух составляющих в процентах от оперативного времени  $t_{оп}$  [8].

В массовом производстве время на отдых  $t_{отд}$  задается в процентах от оперативного времени.

Время на обслуживание  $t_{обс}$  в массовом и крупносерийном производстве складывается из времени на организационное обслуживание  $t_{орг}$  и времени на техническое обслуживание  $t_{тех}$ :

$$t_{обс} = t_{орг} + t_{тех}.$$

Подготовительно-заключительное время состоит:

- из времени на наладку станка и установку приспособления;
- времени перемещений и поворотов рабочих органов станков;
- времени на получение инструментов и приспособлений до начала и сдачи их после окончания обработки и др.

Расчеты норм времени по всем операциям сводятся в таблицу (см. табл. 8) и записываются операционные карты.

Таблица 8

Сводная таблица норм времени

*В минутах*

Номер операции	Наименование операции	Основное время, $t_o$	Вспомогательное время, $t_v$	Оперативное время, $t_{оп}$	Время обслуживания $t_{обс}$	Время на отдых, $t_{отд}$	Штучное время, $t_{шт}$	Подготовит, -закл. время, $t_{п.з.}$	Величина партии, $n$	Штучно-калькуляционное время, $t_{шт-к}$
----------------	-----------------------	-----------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------------------------------	----------------------	--

### 5.3.13. Экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса и его технико-экономические показатели

В курсовом проекте сравниваются два варианта технологического процесса: базовый и проектируемый. В качестве базового варианта принимается заводской технологический процесс. При отсутствии базового

варианта в проекте рассматриваются (сравниваются) два возможных варианта изготовления детали.

Все расчеты настоящего раздела выполняются с использованием цен и тарифных ставок, действующих в Российской Федерации на момент выполнения расчетов.

При оценке эффективности того или иного варианта техпроцесса наиболее выгодным признается тот, у которого сумма текущих и приведенных капитальных затрат на единицу продукции будет минимальной.

Расчеты приведенных затрат и технологической себестоимости выполняются для всех изменяющихся операций техпроцесса.

Приведенные затраты для двух сравниваемых вариантов техпроцесса рассчитываются по формуле

$$З = C + E_H (K_C + K_{зд}),$$

где  $C$  – технологическая себестоимость, руб.;

$E_H$  – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ( $E_H = 0,5$ );

$K_C, K_{зд}$  – удельные капитальные вложения в станок и здание соответственно.

Расчет основной и дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_з = C_ч \cdot K_д \cdot Z_H \cdot K_{о.м.},$$

где  $C_ч$  – часовая тарифная ставка рабочего (принимается по установленным тарифным ставкам), руб./ч;

$K_д$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату и начисления ( $K_д = 1,7$ );

$Z_H$  – коэффициент, учитывающий оплату наладчика ( $Z_H = 1,0$ );

$K_{о.м.}$  – коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многостаночном обслуживании ( $K_{о.м.} = 1,0$ ).

Расчет часовых затрат по эксплуатации рабочего места выполняется по формуле

$$C_{эксп.} = C_{ч.з.} \cdot K_M,$$

где  $C_{ч.з.}$  – часовые затраты на базовом рабочем месте (принимаются по материалам производственной практики), руб./ч;

$K_M$  – коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные расходы у базового станка (принимается по приложению 2 [1]).



Удельные капитальные вложения в станок рассчитываются по формуле

$$K_c = \frac{Ц_c \cdot K_M \cdot C_{II}}{N},$$

где  $Ц_c$  – отпускная цена станка, руб.;

$K_M$  – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и монтаж ( $K_M = 1,1$ );

$C_{II}$  – принятое число станков на операцию ( $C_{II} = 1,0$ );

$N$  – годовой объем выпуска деталей.

Удельные капитальные вложения в здание рассчитываются по формуле

$$K_{зд} = \frac{C_{пл} \cdot П_c \cdot C_{II}}{N},$$

где  $C_{пл}$  – стоимость 1 м<sup>2</sup> производственной площади (принимается по материалам производственной практики), руб./м<sup>2</sup>;

$П_c$  – площадь, занимаемая станком с учетом проходов, м<sup>2</sup>;

$C_{II}$  – принятое число станков на операцию ( $C_{II} = 1,0$ ).

Занимаемая станком площадь  $П_c$  определяется по формуле

$$П_c = f \cdot K_c,$$

где  $f$  – площадь станка в плане (произведение длины и ширины), м<sup>2</sup>;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь ( $K = 3,5$  при  $f = 24$  м<sup>2</sup>;  $K = 3$  при  $f = 46$  м<sup>2</sup>;  $K = 4$  при  $f < 2$  м<sup>2</sup>).

Технологическая себестоимость рассчитывается для всех операций по формуле

$$C = (C_3 + C_{эксп}) \frac{t_{шт}}{60}.$$

Экономический эффект от внедрения принятого варианта технологического процесса рассчитывается по формуле

$$Э = (З_{баз} - З_{пр})N,$$

где  $З_{баз}$  – приведенные затраты по базовому варианту техпроцесса;

$З_{пр}$  – приведенные затраты по проектируемому варианту

Результаты расчетов приведенных затрат сводятся в таблицу (табл. 9).

Таблица 9

### Расчет приведенных затрат

Операция	Модель станка	Т <sub>шт.</sub> , мин	С <sub>з.</sub> , руб.	С <sub>эксп.</sub> , руб.	К <sub>с.</sub> , руб.	К <sub>зд.</sub> , руб.	С, руб.
Базовый вариант							
010. Токарная	16К20	7,8					
025. Сверлильная	2Н55						
Итого		Σ			Σ	Σ	
Проектируемый вариант							
05. Токарная с ЧПУ'	16К20Т1						
20. Сверлильная с ЧПУ	2Р135Ф2						
Итого		Σ			Σ	Σ	

Для оценки технико-экономической эффективности разработанного технологического процесса подсчитывается значительное количество показателей, но достаточно наглядное представление о техпроцессе дают следующие графики:

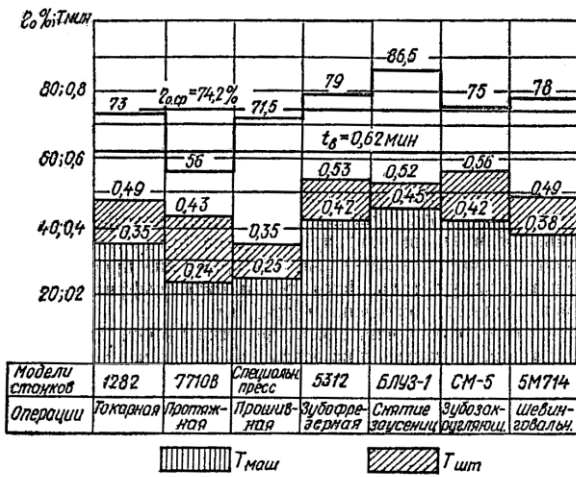


График использования оборудования по основному времени

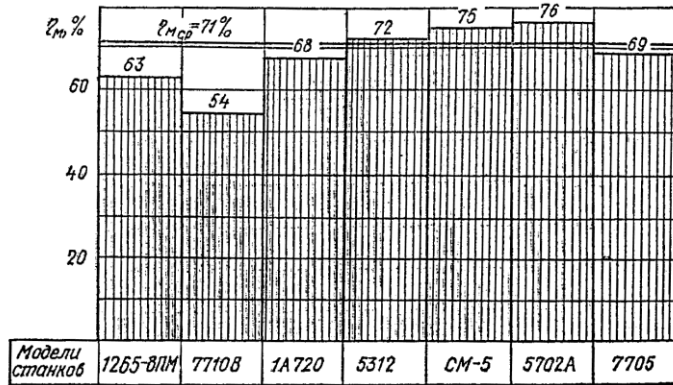


График использования оборудования по мощности

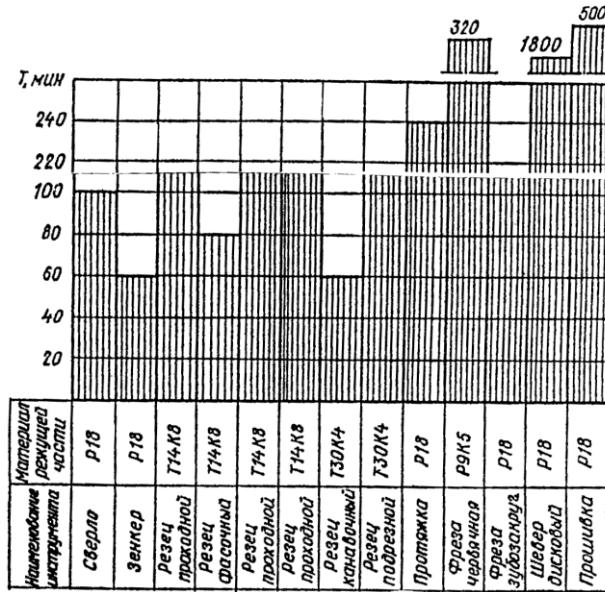


График стойкости инструментов

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключении курсового проекта необходимо кратко отразить качественные и количественные результаты выполненной работы, положительные и отрицательные моменты и привести рекомендации по устранению недостатков.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Факультет МСФ  
Кафедра ТАМП

**Проектирование единичного технологического процесса  
изготовления детали «\_\_\_\_\_»**  
(тема курсового проекта)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**  
по дисциплине «Технология машиностроения»  
**КП ТМ 151001 ПЗ**  
(обозначение документа)

Выполнил студент группы 3-4311/23 \_\_\_\_\_ Иванов С.И.  
(подпись, дата) (Фамилия И.О.)

Руководитель \_\_\_\_\_ Петров Н.П.  
(должность, ученая степень, звание) (подпись, дата) (Фамилия И.О.)

## ФОРМА БЛАНКА ЗАДАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Машиностроительный факультет  
Кафедра «Технология авторизованного  
машиностроительного производства»

---

### ЗАДАНИЕ №

на курсовой проект по дисциплине «Технология машиностроения»  
студенту \_\_\_\_\_  
группы \_\_\_\_\_

Технологическая часть:

1. Разработать технологический процесс изготовления детали и оформить технологическую документацию

2. Разработать и начертить карты наладок на операции:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Разработать и начертить чертежи и схемы:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Объем графических работ (чертежи, эскизы, схемы, технологическая документация)  
\_\_\_\_\_ листов формата А1

Срок выполнения проекта

\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Задание к выполнению принял \_\_\_\_\_

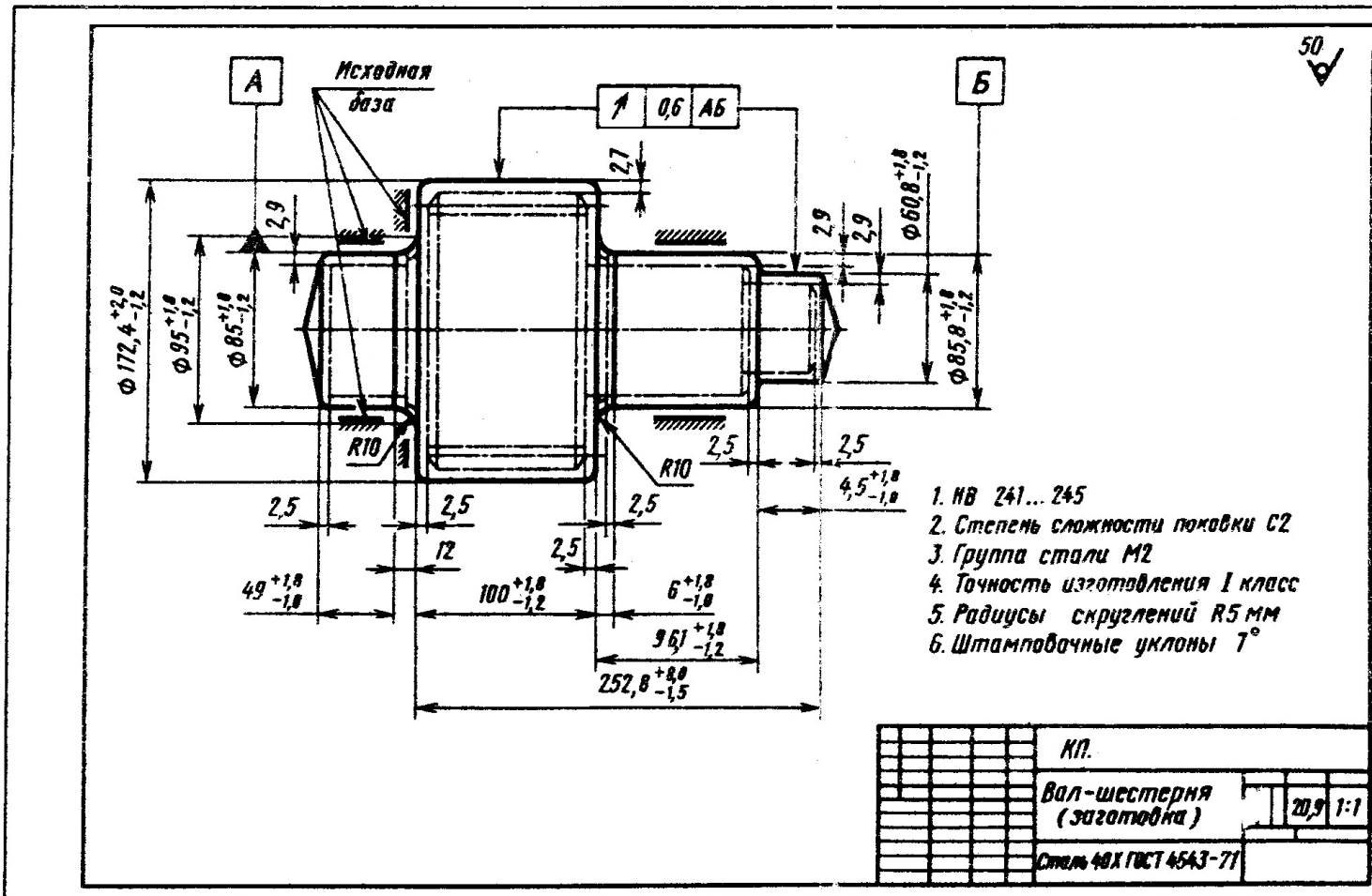
(подпись студента)

(дата)





50



Чертеж заготовки



# Приложение 6

Беловский энергоремонтный завод  
производственного объединения  
"Кемеровоуголь"

УТВЕРЖДАЮ.

Главный инженер

Дата \_\_\_\_\_

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

*Механической обработки*

*Ось сателлита.*

(наименование детали узла)

Обозначение

*730 - 15 - 98.*

Процесс внедрен  
в производство

Дата \_\_\_\_\_

№ докум. \_\_\_\_\_

*Трактор 23Т-250*

изделие (заказ)

На 7 листах

Архивный

№ 7709

Подписи ответственных лиц:

*Технолог*

*Ст. технолог*

*Начальник цеха*

*Начальник техотдела*

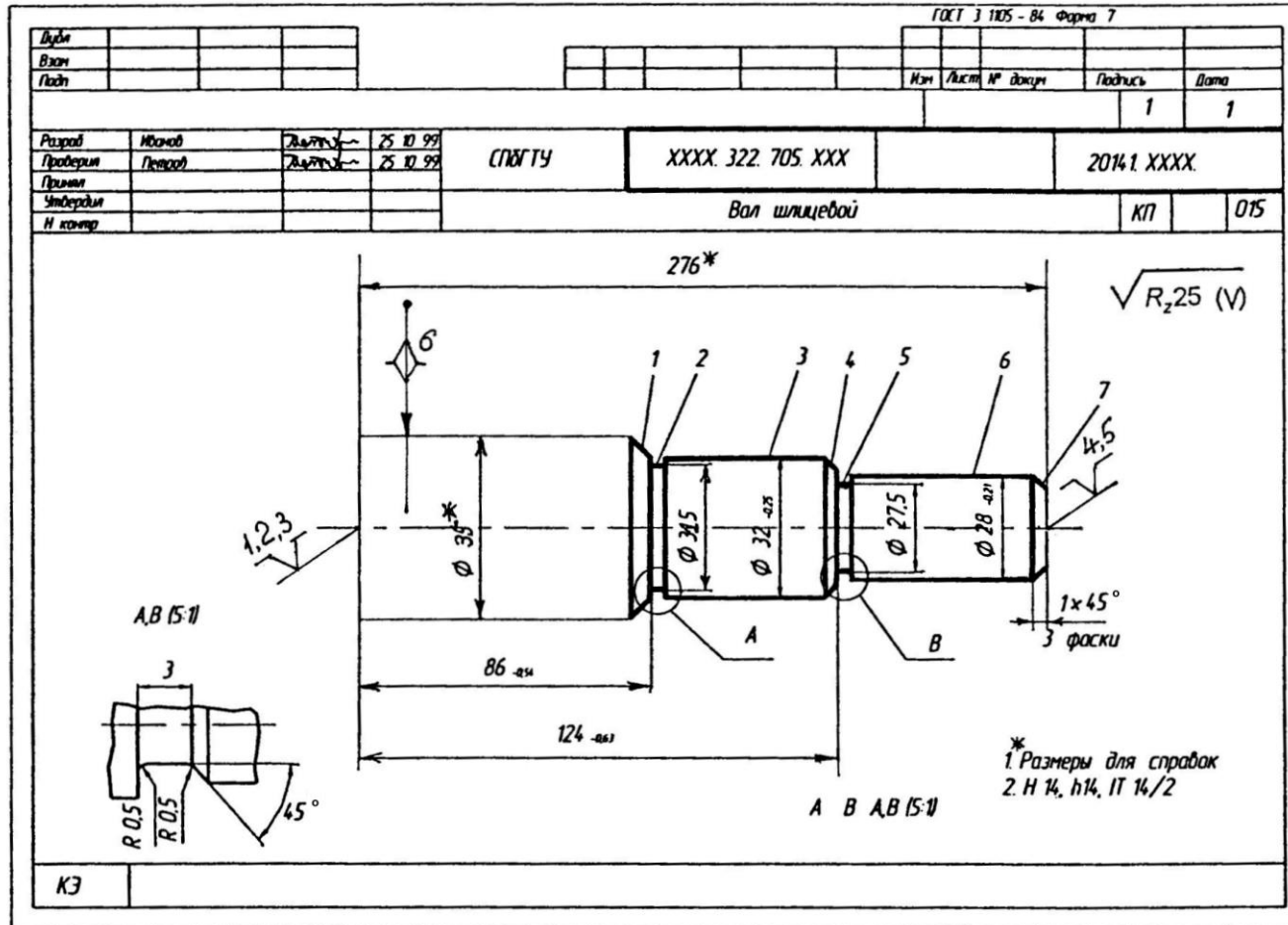


# Приложение 8

ГОСТ 3.7418-82 Форма 1																	
Дубл.																	
Подп.																	
										4	1						
Разработал	Кондрацов Д.А.			Кафедра ТАМТ ПТУ			КПТМ.151001.001			10141.0001							
Проверил	Михаевич Е.П.			з-4321/08													
Принял																	
Утвердил																	
Н. контр.							Вал зубчатый			КП							
M 01	Круг 40-В ГОСТ 2590-88/ 45 ГОСТ 1050-88																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. рас.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ					
M 02	166			1			09501X	Ø40x210			1	2,06					
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа									
B	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тп-з	Тшт
A 03	XX	XX	XX	000	4280 Абразивно-отрезная			ИОТ									
B 04	38176	8A240					2	16937	2.12	1	1	1	1	350	1	14	6,59
T 05	396131 тиски машинные; 398110 круг абразивный Д 400x76x4 25А 16 с11 1 БС 90 м/с А 1кл																
	06																
A 07	XX	XX	XX	005	4111 Токарно-револьверная			ИОТ									
B 08	381133	1341					2	18236	4.12	1	1	1	1	350	1	11	5,89
T 09	396110 патрон цапговый; 392101 р. подр. от. пр. Т15К6, р. подр. от. лев. Т15К6, р. пр. уп. пр. Т15К6, р. пр. уп. лев. Т15К6;																
	10 391210 св. сп. цил. хв. Р6М5 Ø6.5, Ø8.4; 391330 мет. Р6М5 М8; 391630 зенковка кон. 60° Р6М5; 391242 сверло центровочное Ø3.15 тип А Р6М5; 393311 ШЦ-1-150-0,1																
A 11	XX	XX	XX	010	4110 Токарно-винторезная			ИОТ									
B 12	381101	1К62					2	18235	6.12	1	1	1	1	350	1	10	7,64
T 13	392101 р. отр. Т15К6, р. пр. уп. прав. Т15К6, р. пр. уп. лев. Т15К6, р. пр. прав. Т15К6 φ=45°, р. пр. лев. Т15К6 φ=45°; 392841 центры вращ.; 396110 патрон поводковый;																
	14 393311 ШЦ-1-150-0,1																
A 15	XX	XX	XX	015	4261 Шпоночно-фрезерная			ИОТ									
МК																	

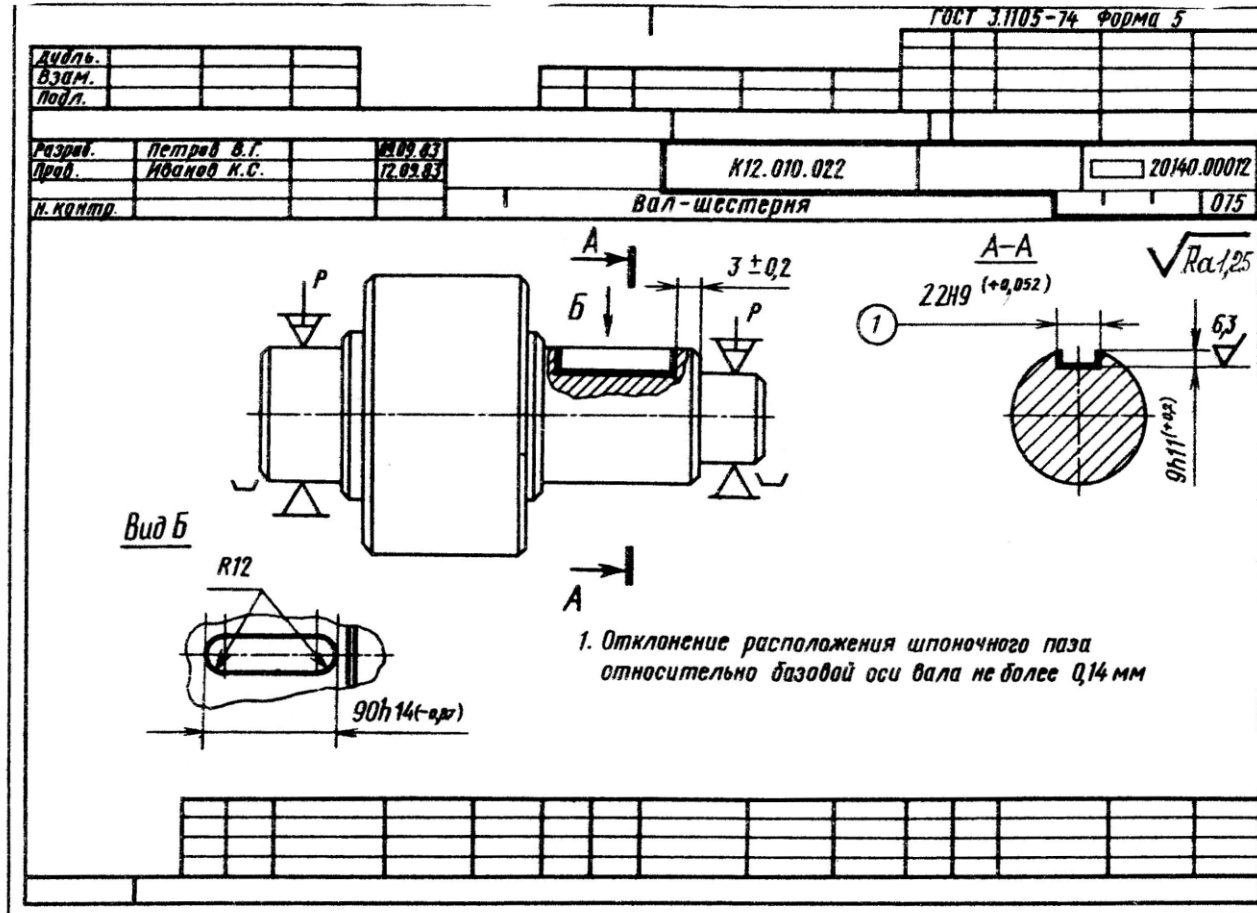
# Приложение 9

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3											
Дубл.											
Подп.											
									10	1	
Разработал	Кондрацов Д.А.			Кафедра ТАМІІ ТПУ з-4321/08	КІПТМ.151001.001				60141.0010		
Проверил	Михаевич Е.П.										
Принял											
Утвердил											
Н. контр.				Вал зубчатый					КП		010
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарно-винторезная			Сталь 45 ГОСТ 1050-88		HRC> 23...28	166		Ø40x210		2,06	
Оборудование, устройства ЧПУ			Обозначение программы		То	Тв	Тп-з	Тшт	СОЖ		
Токарно-винторезный 1К62					4,95	0,56	10	11,2			
Р				ПИ	Ди или В	L	t	i	S	n	V
001					мм	мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин
О 002	А. Установить заготовку										
Т 003	392841 центры вращ.; 396110 патрон поводковый										
004											
О 005	1. Точить поверхность 1										
Т 006	392101 р. пр. уп. прав. Т15К6; 393311 ШЦ-I-150-0,1										
Р 007					39	7	1	1	0,5	800	98
008											
О 009	2. Точить поверхности 2 и 3										
Т 010	392101 р. пр. уп. прав. Т15К6; 393311 ШЦ-I-150-0,1										
Р 011					38	61	1	1	0,5	800	95,5
012											
013											
OK											



Пример выполнения операционного эскиза

Технологический эскиз на фрезерную операцию



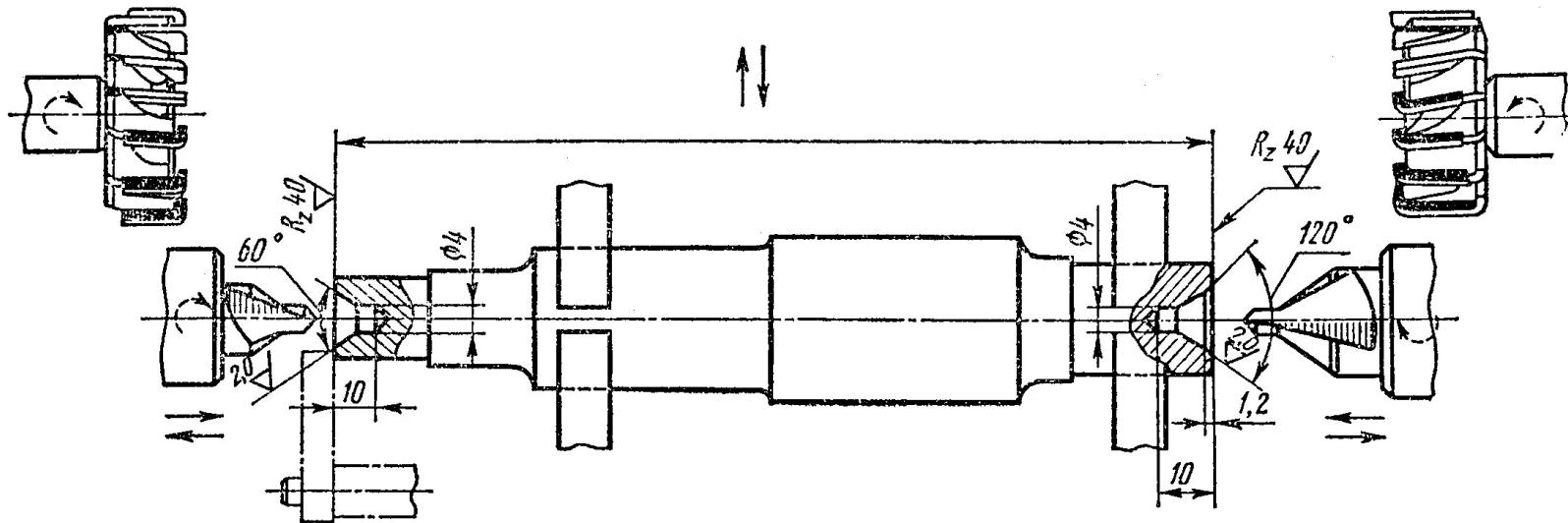




# Приложение 13

Операция -  
фрезерование торцов и цент-  
рование с двух сторон

Оборудование -  
фрезерно-центровальный полуавтомат ФЦ-1<sup>Ф</sup>  
R<sub>z</sub> 40 (✓)

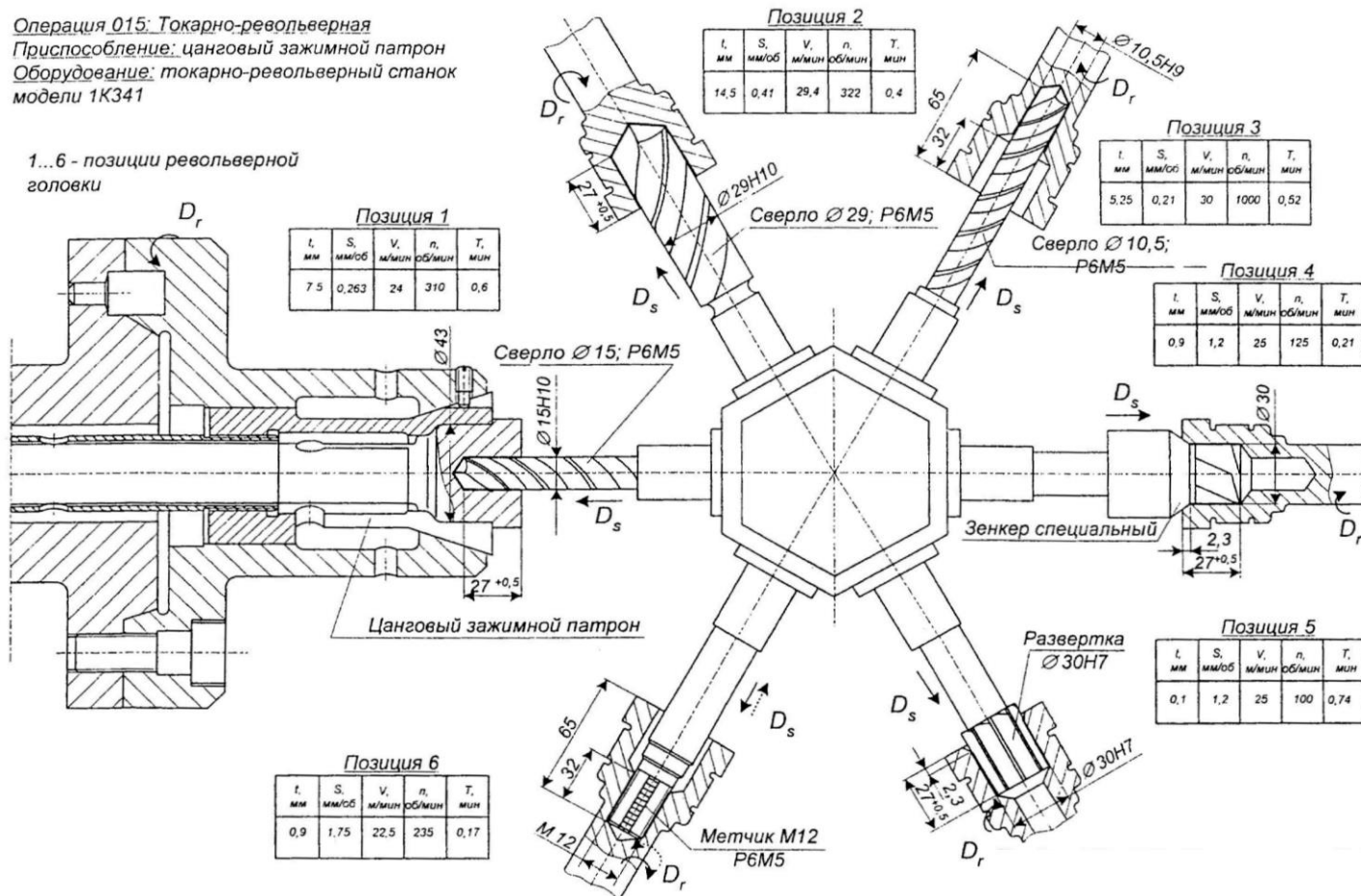


№ перехода	t, мм	S <sub>0</sub> , мм/об	v		n, об/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>шп</sub>	T <sub>пз</sub>
			м/мин	м/с				

# Приложение 14

Операция 015: Точарно-револьверная  
 Приспособление: цанговый зажимной патрон  
 Оборудование: токарно-револьверный станок модели 1К341

1...6 - позиции револьверной головки



Схемы наладки токарного-револьверного станка

**Операция 030: Вертикально-фрезерная**  
**Приспособление: специальное пневматическое**

Таблица режима резания и норм времени

t, мм	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	T <sub>пр</sub> , мин	T <sub>вып</sub> , мин	T <sub>итог</sub> , мин
7,75	96	12,5	200	1,70	0,50	2,85

Оборудование: Вертикально-фрезерный станок с крестовым столом, преднабором координат и цифровой индикацией модели 65А60Ф1-11 (код 3816121509)  
 Размеры рабочей поверхности стола, мм ..... 630x2000  
 Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности, мм ..... 125 - 900  
 Наибольшее перемещение стола, мм:  
 продольное ..... 1600;  
 поперечное ..... 630;  
 вертикальное ..... 775  
 Частота вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup> ..... 5-2000  
 Мощность электродвигателя главного движения, кВт ..... 30  
 Габаритные размеры, мм ..... 3610x4785x4100

**Операция 035: Шпоночно-фрезерная**  
**Приспособление: специальное с пневмоприводом**

Таблица режима резания и норм времени

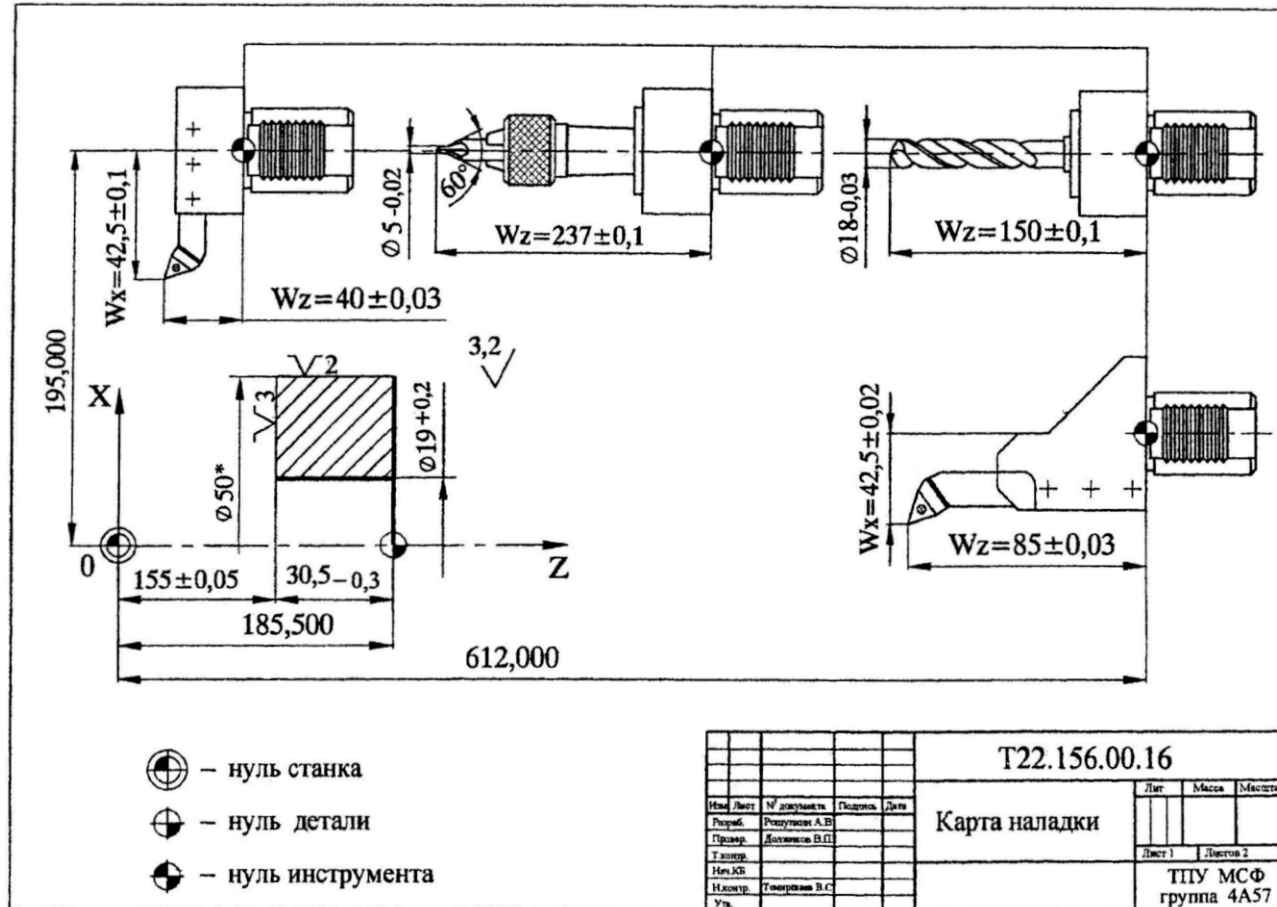
Режущий инструмент	t, мм	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	T <sub>пр</sub> , мин	T <sub>вып</sub> , мин	T <sub>итог</sub> , мин
Фреза шпоночная 2°-зубая, Ø8, Р6М5							

Оборудование: шпоночно-фрезерный вертикальный станок модели 692Р-1 (код 3816713502)  
 Рабочая поверхность стола, мм ..... 250x1000  
 Наибольшее перемещение стола, мм:  
 продольное ..... 700  
 вертикальное ..... 400  
 Ширина фрезеруемого паза, мм ..... 4 - 25  
 Частота вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup> ..... 400-4000  
 Мощность электродвигателя главного движения, кВт ..... 3,3  
 Габаритные размеры, мм ..... 1505x1800

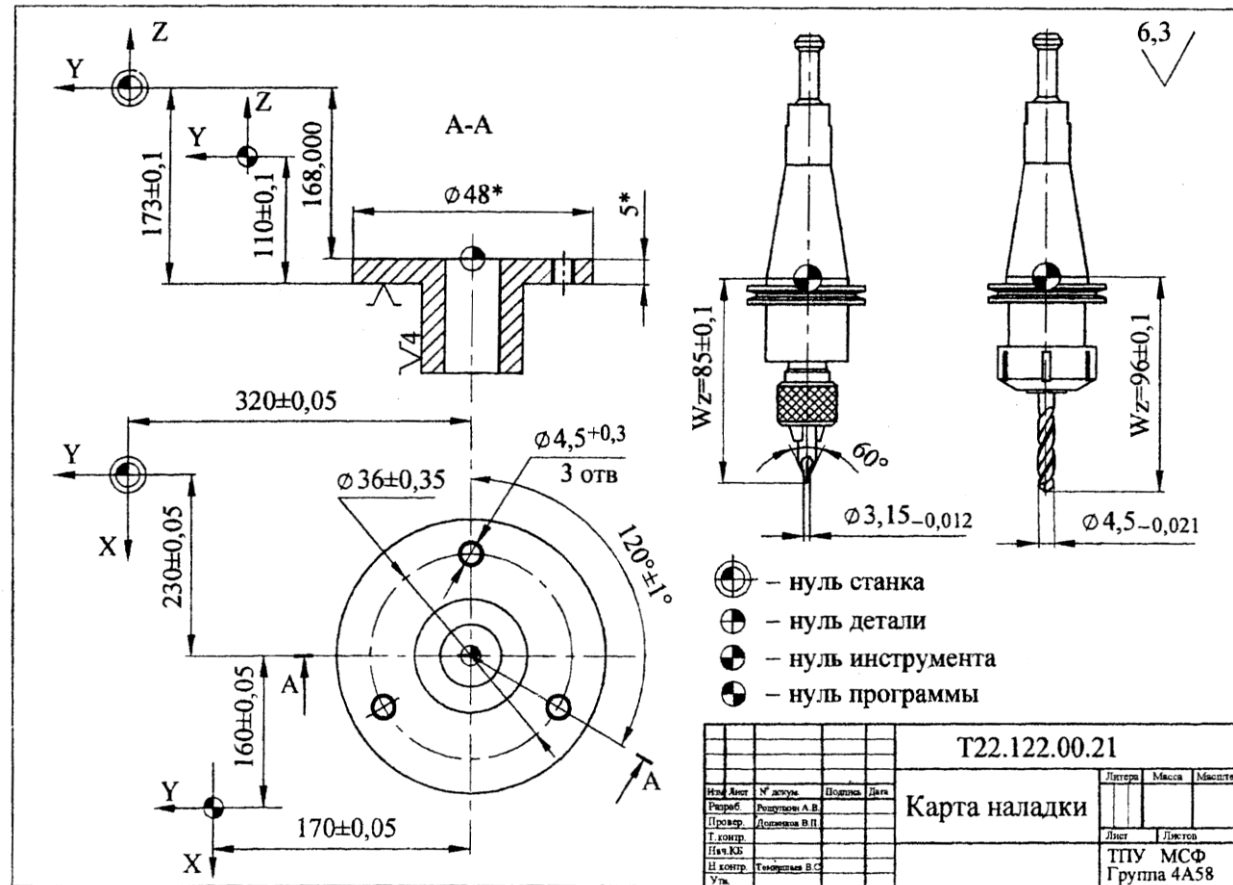
Схема наладок фрезерных станков на фрезерование шпоночных канавок







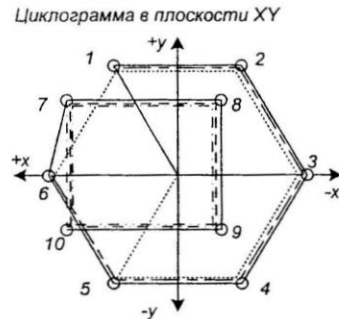
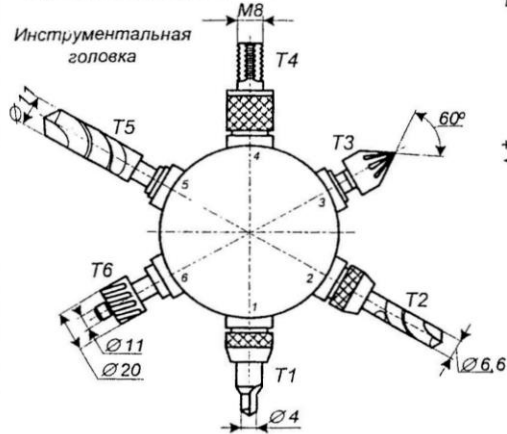
Эскиз карты наладки для токарного станка с ЧПУ модели СТП220АП



Эскиз карты наладки обработки отверстий на станке ИР320ПМФ4



Операция 025: Сверлильная с ЧПУ  
 Оборудование: Сверлильный станок с ЧПУ мод. 2P178  
 Приспособление: УПС

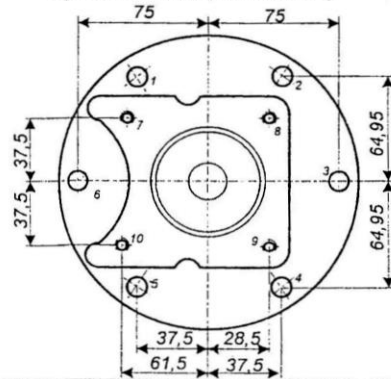


- T1 сверло центров.
- - - T2 сверло  $\varnothing$  6,6
- · · T3 зенковка конич.
- · · T4 метчик M8
- · · T5 сверло  $\varnothing$  11
- · · T6 зенковка торцов.

Координаты центров отверстий

Точки	X, мм	Y, мм
1	37,5	-64,95
2	-37,5	-64,95
3	-75	0
4	-37,5	64,95
5	37,5	64,95
6	75	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)



Циклограмма по оси z

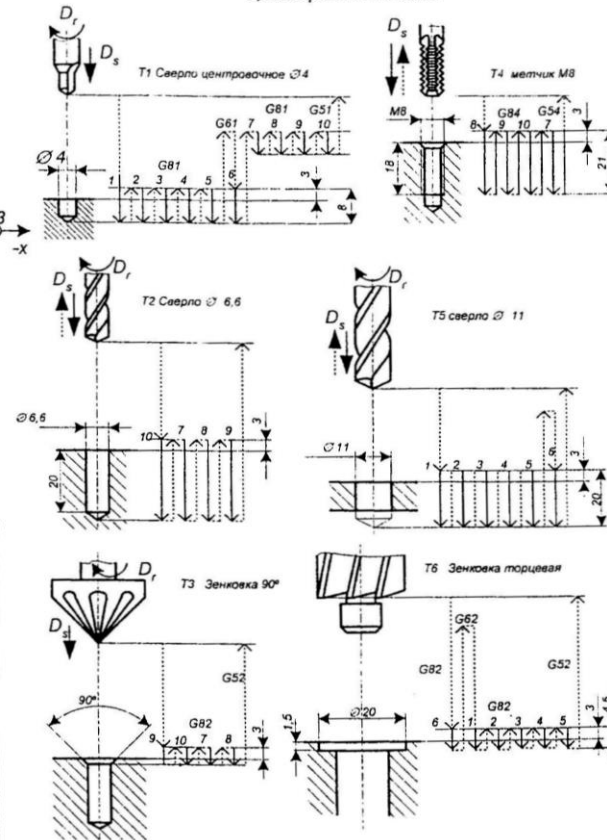
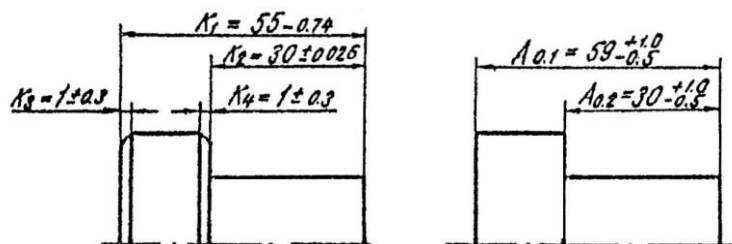


Схема наладки сверлильного станка с ЧПУ

Лист

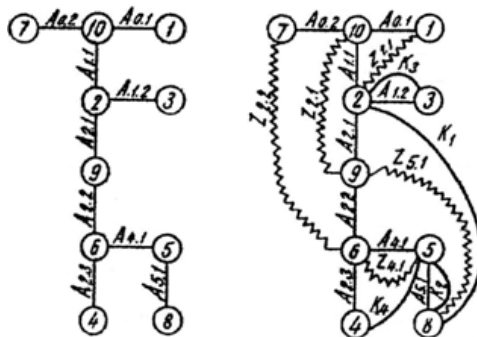
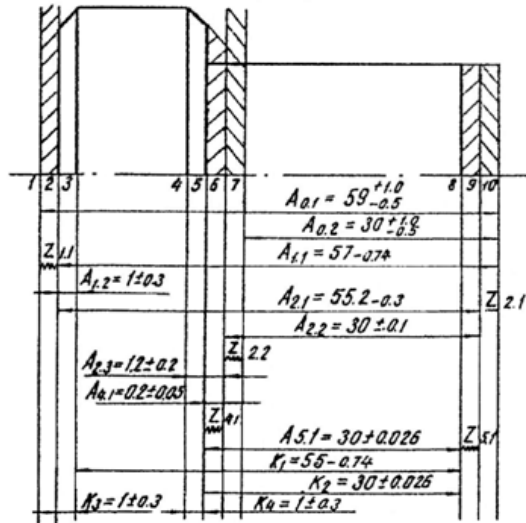


## Приложение 21

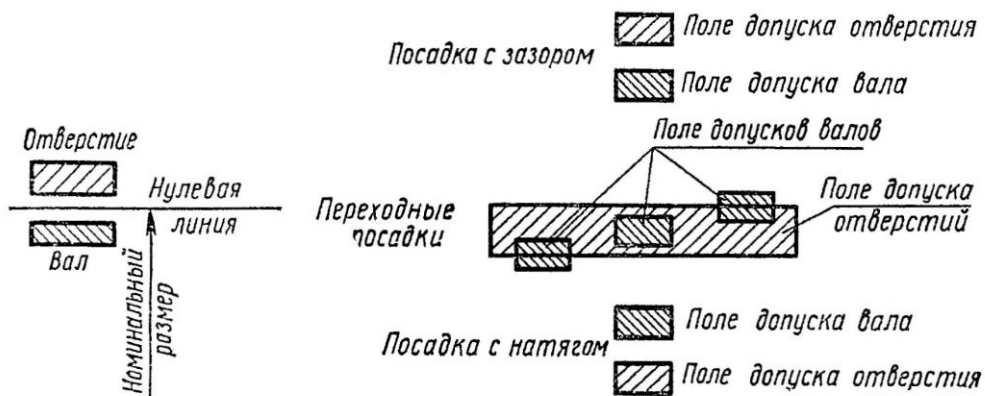
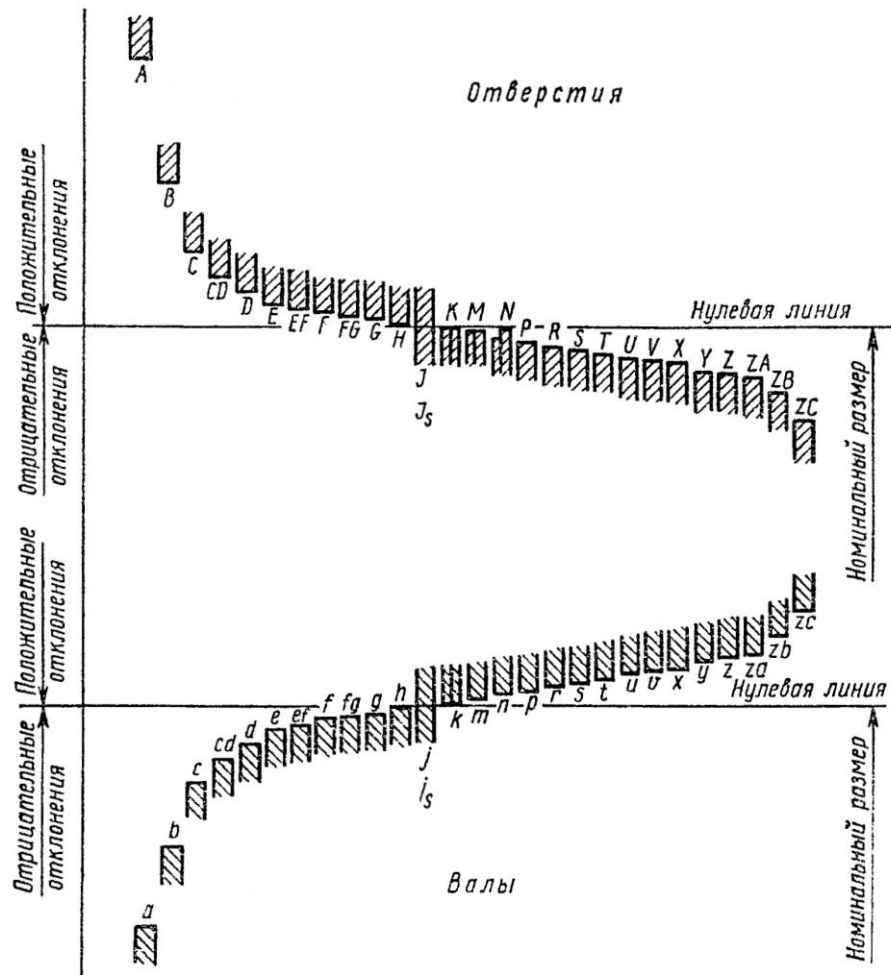


Операция	Эскиз	Переходы
1. Токарно-револьверная		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец, выдержав размер <math>57_{-0.74}</math>.</li> <li>2. Точить фаску</li> </ol>
2. Токарно-револьверная		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец, выдержав размер <math>55,2_{-0.3}</math>.</li> <li>2. Подрезать торец, выдержав размер <math>30_{\pm 0.1}</math>.</li> <li>3. Точить фаску</li> </ol>
3. Термическая		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закалить</li> <li>2. Отпустить</li> </ol>
4. Круглошлифовальная		<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шлифовать торец, сняв припуск <math>0,2_{\pm 0,05}</math></li> </ol>
5. Плоскошлифовальная		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шлифовать торец, выдержав размер <math>30_{\pm 0,026}</math></li> </ol>

## Приложение 22



Проверяемые размеры	Схемы размерных цепей	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев
$K_1 = 55_{-0,74}$		$K_1 = A_{2,1} + A_{5,1} - A_{2,2} - A_{4,1}$ $K_1 = 55,2_{-0,3} + 30 \pm 0,026 - 30 \pm 0,1 - 0,2 \pm 0,05 = 55^{+0,176}_{-0,476}$
$K_2 = 30_{\pm 0,026}$	$K_2 = A_{5,1} = 30_{\pm 0,026}$	
$K_3 = 1_{\pm 0,3}$	$K_3 = A_{1,2} = 1_{\pm 0,3}$	
$K_4 = 1_{\pm 0,3}$		$K_4 = A_{2,3} - A_{4,1}$ $K_4 = 1,2 \pm 0,2 - 0,2 \pm 0,05 = 1 \pm 0,25$
$Z_{1,1}$		$Z_{1,1} = A_{0,1} - A_{1,1}$ $Z_{1,1} = 59^{+1,0}_{-0,5} - 57_{-0,74} = 2^{+1,74}_{-0,5}$
$Z_{2,1}$		$Z_{2,1} = A_{1,1} - A_{2,1}$ $Z_{2,1} = 57_{-0,74} - 55,2_{-0,3} = 1,8^{+0,3}_{-0,74}$
$Z_{2,2}$		$Z_{2,2} = A_{1,1} + A_{2,2} - A_{0,2} - A_{2,1}$ $Z_{2,2} = 57_{-0,74} + 30 \pm 0,1 - 30^{+1,0}_{-0,5} - 55,2_{-0,3} = 1,8^{+0,9}_{-1,84}$
$Z_{5,1}$		$Z_{5,1} = A_{2,2} + A_{4,1} - A_{5,1}$ $Z_{5,1} = 30 \pm 0,1 + 0,2 \pm 0,05 - 30 \pm 0,026 = 0,2 \pm 0,176$



Сравнение квалитетов ISO с классами точности ГОСТ для размеров до 500 мм

Показатели		Назначение допусков																					
		на концевые меры длины			на калибры и особо точные изделия			на размеры сопрягаемых деталей (для образования посадок)										на неответственные размеры (большие допуски)					
$a^1$		-			-			7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500		
Квалитет ISO		-	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Классы по ОСТ	Основное отверстие	02	03	04	05	06	07	08	09	1	2	2a		3a	4	-	5	-	7	8	9	10	11
	Основной вал	02	03	04	05	06	07	08	1	2	2a	-	3	-	3a	4	-	5	-	7	8	9	10

67

<sup>1</sup> Число единиц допуска.

<sup>2</sup> Классы точности по ОСТ для основного отверстия и основного вала.

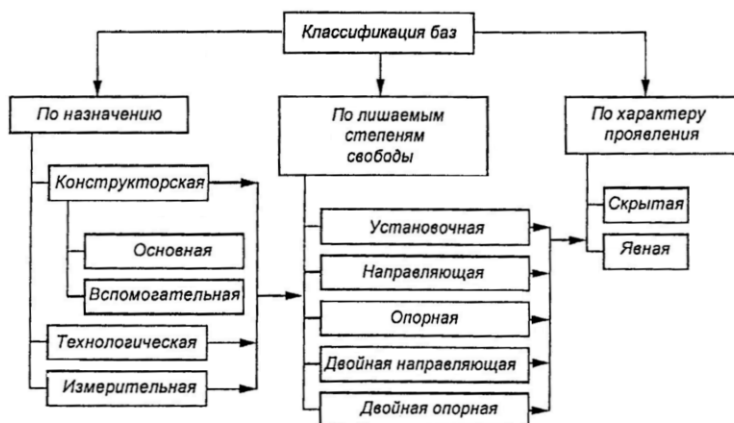
Классификация допусков формы и расположения поверхностей и их осей

Группа допусков	Допуск	Знак	Группа допусков	Допуск	Знак
Допуски формы	Прямолинейности		Суммарные допуски формы и расположения	Радиального биения	
	Плоскости			Торцевого биения	
	Круглости			Биение в заданном направлении	
	Цилиндричности			Полного радиального биения	
	Профиля продольного сечения			Полного торцевого биения	
Допуски расположения	Параллельности			Формы заданного профиля	
	Перпендикулярности			Формы заданной поверхности	
	Наклона				
	Соосности				
	Симметричности				
	Позиционный				
	Пересечение осей				

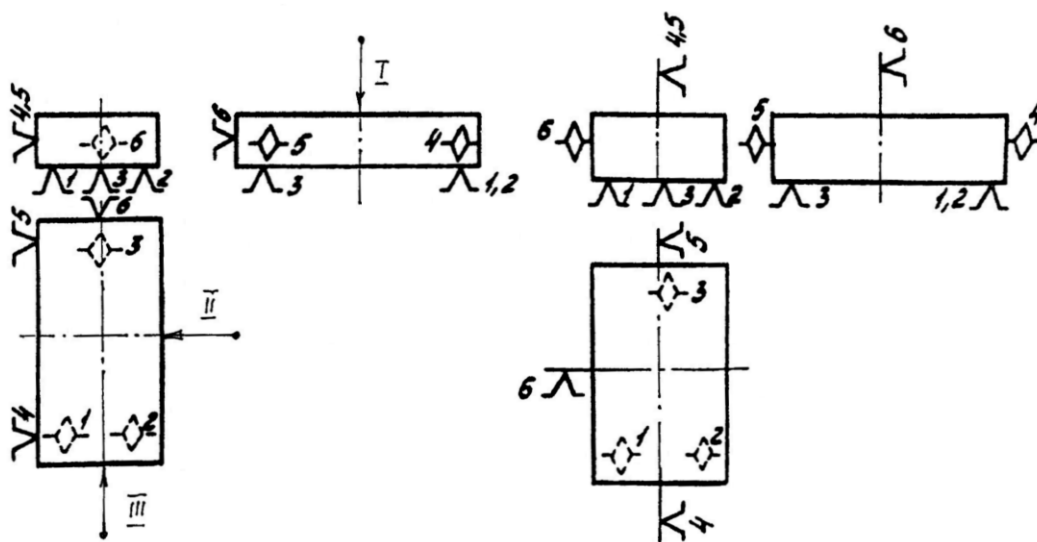
### Значения допусков для размеров до 500 мм

Интервал размеров, мм	Квалитеты, допуски, мм																		
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
с 3 до 6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
с 6 до 10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
с10 до 18	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
с18 до 30	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
с 30 до 50	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
с 50 до 80	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
с 80 до 120	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
с120 до 180	1,2	2,0	3,5	5,0	8,0	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
с 180 до 250	2,0	3,0	4,5	7,0	10,0	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
с 250 до 315	2,5	4,0	6,0	8,0	12,0	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
с 315 до 400	3,0	5,0	7,0	9,0	13,0	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
с 400 до 500	4,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

*Примечание.* Для размеров до 1 мм квалитеты от 14-го до 17-го не применяются.



классификации баз

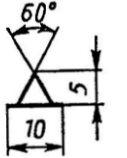
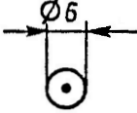

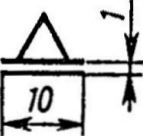



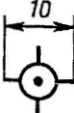

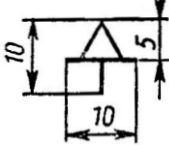
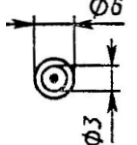

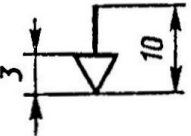
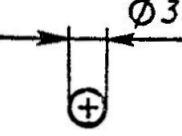

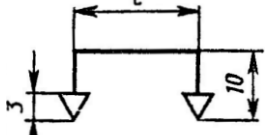


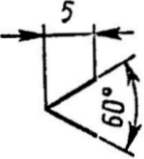
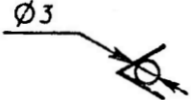



Схемы установки (базирования и закрепления I, II, III)

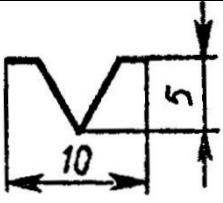


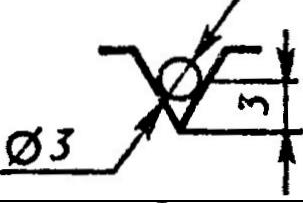


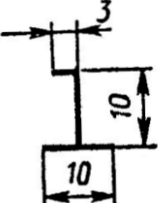




## Приложение 27

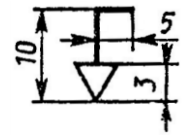
### Изображения опор, зажимов и установочных устройств (ГОСТ 3.1107–81)

Наименование	Обозначения на видах		
	Спереди, сзади	Сверху	Снизу
Опоры			
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			
Зажимы			
Одиночный			
Двойной*			
Установочные устройства			
Неподвижный центр		—	—
Вращающийся центр		—	—
Плавающий центр		—	—

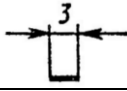
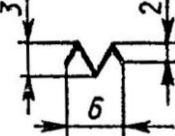
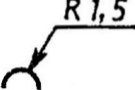
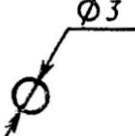
Окончание табл.

Наименование	Обозначения на видах		
	Спереди, сзади	Сверху	Снизу
Цилиндрическая оправка			
Шариковая (роликовая) оправка			
Поводковый патрон			

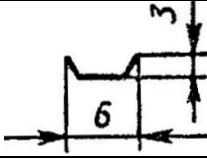

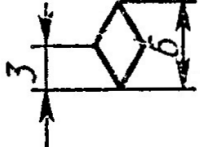
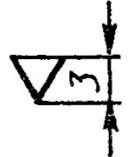
\*Допускается упрощенное графическое изображение



Обозначения формы рабочих поверхностей опор, зажимов, установочных устройств (ГОСТ 3.1107–81)

Форма поверхности	Обозначения
Плоская	
Рифленая, резьбовая, шлицевая	
Сферическая	
Цилиндрическая, шаровая	

Окончание табл.

Форма поверхности	Обозначения
Призматическая	
Коническая	
Ромбическая	
Трехгранная	

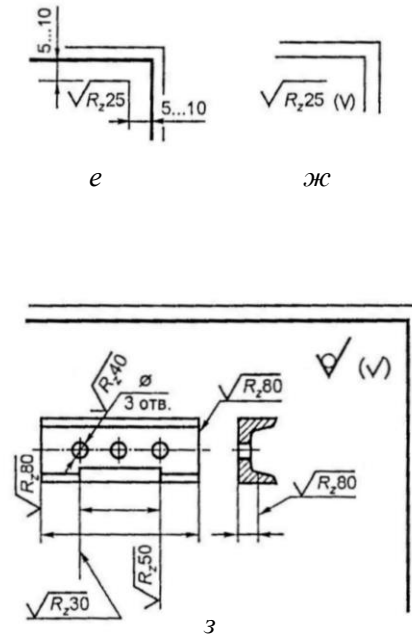
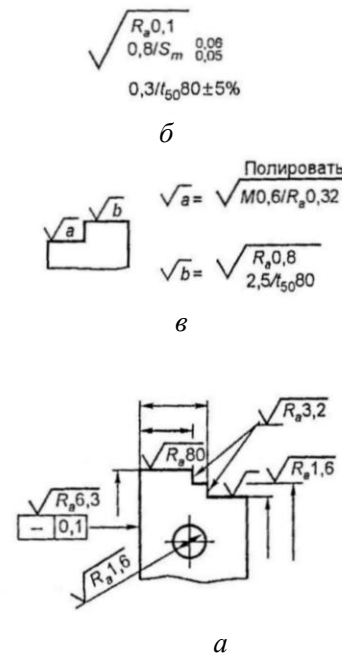
Примеры нанесения обозначений крепления на схемах

Вид крепления	Обозначения
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	

Вид крепления	Обозначения
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 трехкулачковом патроне с упором в торец 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	

- Примечания:* 1. Допускаются отклонения от указанных размеров изображения.  
2. Обозначение формы рабочих поверхностей наносят слева от обозначения устройства.  
3. Количество точек приложения зажимной силы записывают арабской цифрой справа от изображения зажима.  
4. Вид устройства зажима обозначают прописной буквой слева от его обозначения, например пневматическое (P), гидравлическое (H), гидропластовое (Г), электрическое (E), электромагнитное (EM).

## Приложение 28



Обозначения параметров шероховатости поверхности на чертеже деталей обозначают одним из четырех знаков. Знак  $\sqrt{\quad}$  обозначает, что требования к виду обработки не установлены. Знак  $\sqrt{\quad}$  обозначает, что обработка должна вестись с удалением слоя металла. Знак  $\nabla$  используют для указания на то, что поверхность была образована без удаления слоя металла или она вообще не должна обрабатываться. В большинстве случаев пока используют одно значения параметра.

В России стандартизованы 6 параметров ( $R_a, R_z, R_{max}, S, S_m, t_p$ ) в Италии и Австрии, Испании – 7, США и Великобритании – 2, в Японии – 1, во Франции и Швейцарии – 10, однако параметр шероховатости  $R_a$  – стандартизован практически во всех странах. На втором месте «по признанию» можно поставить параметры  $R_{max}$  и  $R_z$ .

## Приложение 29

### Наименование технологических операций и переходов Операции обработки резанием (ГОСТ 3.1702–79\*)

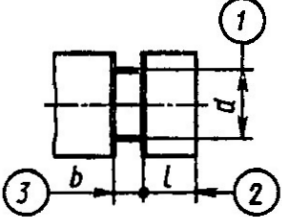
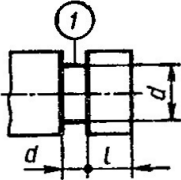
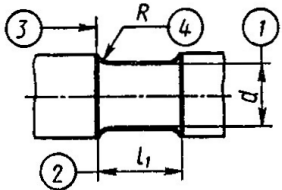
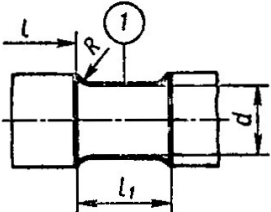
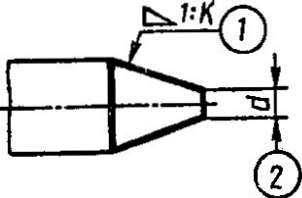
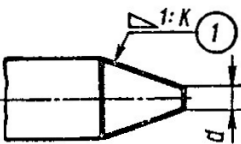
Номер операции	Наименование операции	Номер операции	Наименование операции
01	Автоматно-линейная	44	Вертикально-расточная
02	Агрегатная	45	Горизонтально-расточная
03	Долбежная	46	Координатно-расточная
04	Зубодолбежная	47	Болтонарезная
05	Зубозакругляющая	48	Гайконарезная
06	Зубонакатная	49	Резьбонакатная
07	Зубообкатывающая	50	Вертикально-сверлильная
08	Зубоприрабатывающая	51	Горизонтально-сверлильная
09	Зубопритирочная	52	Координатно-сверлильная
10	Зубопротяжная	53	Радиально-сверлильная
11	Зубострогальная	54	Сверлильно-центровальная
12	Зуботокарная	55	Поперечно-строгальная
13	Зубофрезерная	56	Продольно-строгальная
14	Зубохонинговальная	57	Автоматная токарная
15	Зубошевинговальная	58	Вальцетокарная
16	Зубошлифовальная	59	Лоботокарная
17	Специальная зубообрабатывающая	60	Резьботокарная
18	Шлиценакатная	61	Специальная токарная
19	Шлицестрогальная	62	Токарно-бесцентровая
20	Шлицефрезерная	63	Токарно-винторезная
21	Комбинированная	64	Токарно-затыловочная
22	Виброабразивная	65	Токарно-карусельная
23	Галтовка	66	Токарно-копировальная
24	Доводочная	67	Токарно-револьверная
25	Опиловочная	68	Торцеподрезная центровальная
26	Полировальная	69	Барабанно-фрезерная
27	Притирочная	70	Вертикально-фрезерная
28	Суперфинишная	71	Горизонтально-фрезерная
29	Хонинговальная	72	Гравировально-фрезерная
30	Абразивно-отрезная	73	Карусельно-фрезерная
31	Ленточно-отрезная	74	Копировально-фрезерная
32	Ножовочно-отрезная	75	Продольно-фрезерная
33	Пилоотрезная	76	Резьбофрезерная
34	Токарно-отрезная	77	Специальная фрезерная
35	Фрезерно-отрезная	78	Универсально-фрезерная
36	Расточная с ЧПУ	79	Фрезерно-центровальная
37	Сверлильная с ЧПУ	80	Шпоночно-фрезерная
38	Токарная с ЧПУ	81	Бесцентрово-шлифовальная

Окончание табл.

<b>Номер операции</b>	<b>Наименование операции</b>	<b>Номер операции</b>	<b>Наименование операции</b>
39	Фрезерная с ЧПУ	82	Вальцешлифовальная
40	Шлифовальная с ЧПУ	83	Внутришлифовальная
41	Вертикально-протяжная	84	Заточная
42	Горизонтально-протяжная	85	Карусельно-шлифовальная
43	Алмазно-расточная	86	Координатно-шлифовальная
87	Круглошлифовальная	92	Торцешлифовальная
88	Ленточно-шлифовальная	93	Центрошлифовальная
89	Обдирочно-шлифовальная	94	Шлифовальная специальная
90	Плоскошлифовальная	95	Шлифовально-затыловочная
91	Резьбошлифовальная	96	Шлицешлифовальная

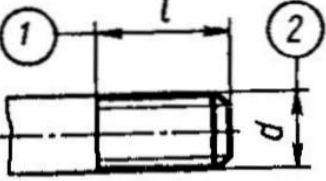
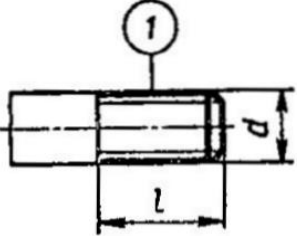
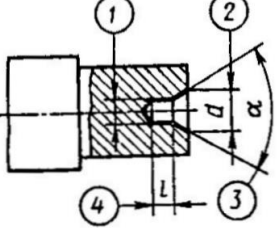
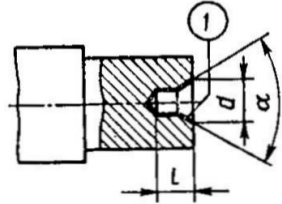
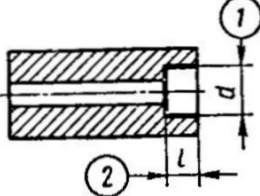
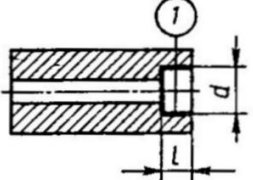
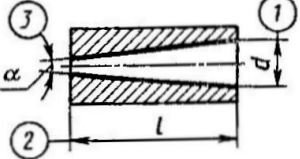
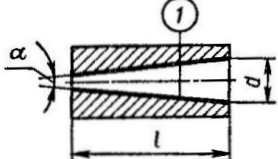
## Приложение 30

Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов обработки резанием и графического изображения обрабатываемых поверхностей (ГОСТ 3.1702–79\*)

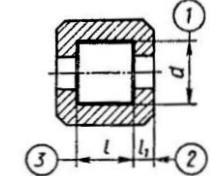
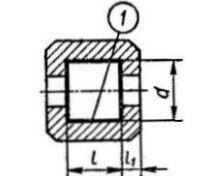
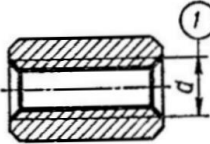
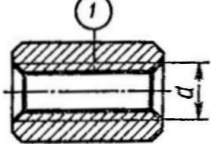
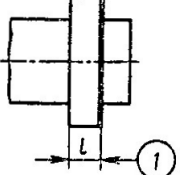
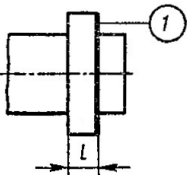
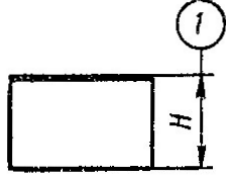
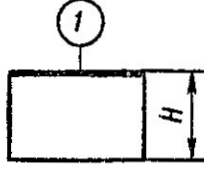
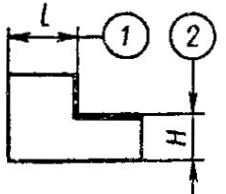
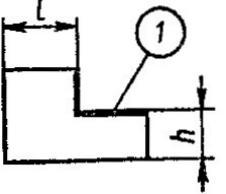
Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку, выдерживая размеры 1-3		Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку 1	
Точить (шлифовать, притереть, полировать и т. п.) выточку, выдерживая размеры 1-4		Точить (шлифовать, притереть, полировать и т. п.) выточку 1	
Точить (шлифовать, притереть и т. п.) конус, выдерживая размеры 1 и 2		Точить (шлифовать, притереть и т. п.) конус 1	



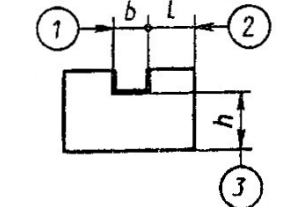
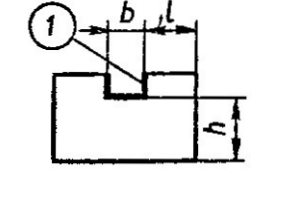
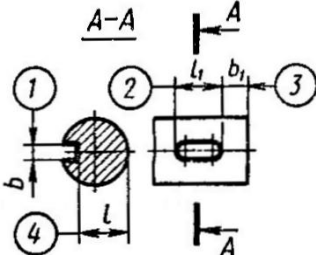
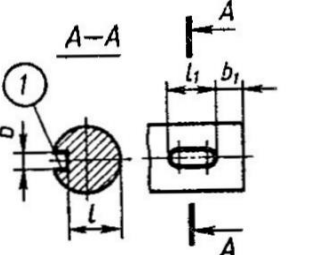
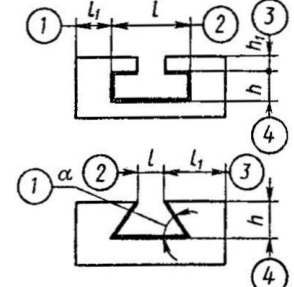
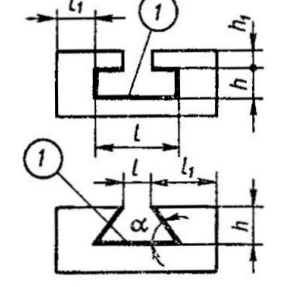
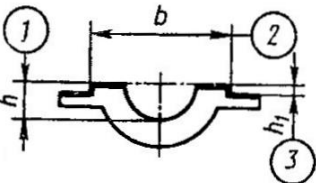
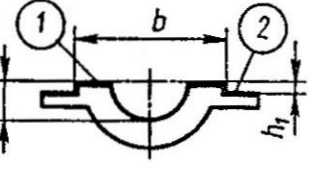
Продолжение табл.

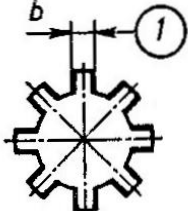
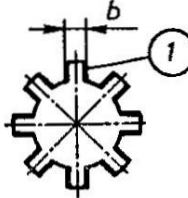
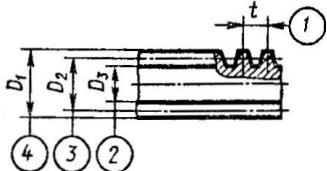

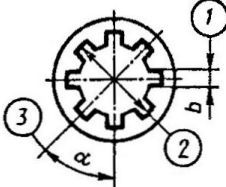
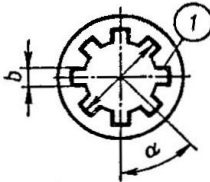
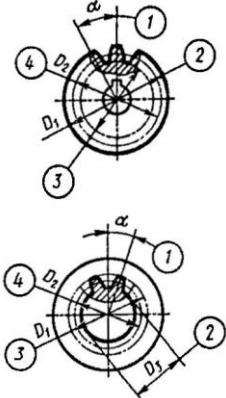
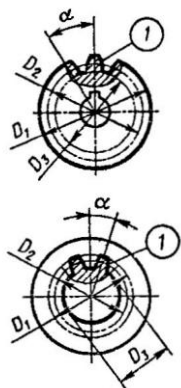
Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т. п.) резьбу выдерживая размеры 1 и 2		Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т. п.) резьбу 1	
Центровать торец выдерживая размеры 1-4		Центровать торец 1	
Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие выдерживая размеры 1 и 2		Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие 1	
Развернуть (расточить, зенкеровать и т. п.) коническое отверстие выдерживая размеры 1-3		Развернуть (расточить, зенкеровать и т. п.) отверстие 1	

Продолжение табл.

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Расточить канавку, выдерживая размеры 1-3		Расточить канавку 1	
Нарезать (шлифовать, довести и т. п.) резьбу, выдерживая размер 1		Нарезать (шлифовать, довести и т. п.) резьбу 1	
Подрезать (шлифовать, полировать и т. п.) торец буртика, выдерживая размер 1		Подрезать (шлифовать, полировать и т. п.) торец буртика 1	
Строгать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) поверхность, выдерживая размер 1		Строгать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) поверхность 1	
Шлифовать (фрезеровать, строгать и т. п.) уступ, выдерживая размеры 1 и 2		Шлифовать (фрезеровать, строгать и т. п.) уступ 1	

Продолжение табл.

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Протянуть (строгать, фрезеровать, шлифовать и т. п.) паз, выдерживая размеры 1-3		Протянуть (строгать, фрезеровать, шлифовать и т. п.) паз 1	
Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 1-4		Фрезеровать шпоночный паз 1	
Протянуть (фрезеровать) паз, выдерживая размеры 1-4		Протянуть (фрезеровать) паз 1	
Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) поверхности, выдерживая размеры 1-3		Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) поверхности 1 и 2	

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) боковые поверхности шлицев, выдерживая размер 1		Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) поверхности шлицев 1	
Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) червяк, выдерживая размеры 1-4		Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т. п.) червяк 1	
Протянуть (долбить) шлицы, выдерживая размеры 1-3		Протянуть (долбить) шлицы 1	
Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т. п.) зубья, выдерживая размеры 1-4		Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т. п.) зубья 1	

## Приложение 31

### Примерные маршруты обработки наружных цилиндрических поверхностей

Последовательность операции при обработке до качества			
jT14...jT12	jT11...jT10	jT9...jT7	
1, 2, 3 <b>О</b> 4 <b>О</b> , <b>ТО</b> 1 <b>Ш</b> 4 <b>ТО</b> , <b>Ш</b>			
←	{ 1, 2, 3 <b>Оп</b> , <b>Оч</b> 1, 2 <b>О</b> , <b>Ш</b> 4 <b>Оп</b> , <b>Оч</b> , <b>ТО</b> 4 <b>Оп</b> , <b>ТО</b> , <b>Ш</b>		
←	←	{ 1, 2, 3 <b>Оп</b> , <b>Оч</b> , <b>От</b> 1, 2 <b>О</b> , <b>Ш</b> 1 <b>Шп</b> , <b>Шч</b> 4 <b>О</b> , <b>ТО</b> , <b>Ш</b> 4 <b>Шп</b> , <b>ТО</b> , <b>Ш</b>	
←	←	{ 3 <b>Оп</b> , <b>Оч</b> , <b>ПО</b> 3 <b>О</b> , <b>Поп</b> , <b>Поч</b> 3 <b>Оп</b> , <b>Оч</b> , <b>От</b>	
		3 <b>Оп</b> , <b>Оч</b> , <b>Поп</b> , <b>Поч</b> 3 <b>Оп</b> , <b>Оч</b> , <b>От</b> , <b>Поч</b> , <b>ПОт</b> 4 <b>Оп</b> , <b>ТО</b> , <b>Шп</b> , <b>Шт</b> , <b>ПО</b>	
Обозначения: <b>О</b> – обтачивание, <b>Ш</b> – шлифование, <b>Д</b> – доводка, <b>п</b> – предварительное, <b>ч</b> – чистовое, <b>т</b> – тонкое; 1 – незакаленные стали, 2 – чугуны, 3 – цветные металлы и сплавы. Полужирным шрифтом выделены операции, формирующие			

Продолжение табл.

<b>јТ6</b>	<b>іТ5</b>	<b>јТ4...јТ3</b>	<b>Ш*</b>
			20...10
			5...2,5
			1,25...0,63
	4 Оп, Оч, ТО, <b>Шч</b> , С 4 О, Шп, ТО, Шч, <b>Шт</b> , С 4О, Шп, ТО, <b>Шч</b> , Д 3 Оп, Оч, <b>От</b>		0,32...0,16
←	{ 1 Оп, Оч, Шп, <b>Шч</b> , Сп, Сч 4 Оп, Оч, ТО, <b>Шч</b> , Сч 4 Оп, Оч, ТО, Шч, <b>Шт</b> , Д 4 Оп, Оч, ТО, <b>Шч</b> , Дп, Дч 4 Ш, ТО, <b>Шч</b> , Сп, Сч		0,08...0,04
←	←	{ 4 Оп, Оч, ТО, Шч, <b>Шт</b> , Дп, Дч, Дт 4 Ш, ТО, Шч, <b>Шт</b> , Дп, Дч, Дт	0,025...0,012
ПО – полирование, С – суперфиниширование, ТО – термическая обработка, Ш* – шероховатость Ra, мкм, 4 – закаленные стали. Погрешности расположения поверхностей			

Последовательность операции при обработке до качества			
jT14...jT12	jT11...jT10	jT9...jT7	
1, 2, 3, С 1, 2, 3, <b>З</b> 1, 2, 3, <b>РТ</b> 4 С, ТО 4 <b>З</b> , ТО 4 <b>РТ</b> , ТО			
←	{ 1, 2, 4, С, <b>З</b> , <b>Р</b> 1, 2, 3, С, <b>З</b> , <b>РТ</b> 1, 2, 3, С, <b>РТ</b> , <b>Р</b> 4 С, <b>З</b> , ТО, <b>Ш</b> 4 С, <b>РТ</b> , ТО 4 <b>З</b> <sub>п</sub> , <b>З</b> <sub>ч</sub> , ТО, <b>Ш</b>		
←	←	{ 1, 2, 3, <b>РУ</b> , <b>Р</b> 1, 2, 3, С, <b>З</b> , <b>Р</b> <sub>п</sub> , <b>Р</b> <sub>ч</sub> 1, 2, 3, С, <b>РТ</b> <sub>п</sub> , <b>РТ</b> <sub>ч</sub> 1, 2, 3, С, <b>З</b> , <b>АР</b> 1, 2, 3, С, <b>П</b> 4 С, <b>РТ</b> , ТО, <b>Ш</b> 4 <b>РТ</b> <sub>п</sub> , <b>Р</b> <sub>ч</sub> , ТО, <b>Ш</b> 4 С, <b>З</b> , ТО, <b>Ш</b> 4 <b>РУ</b> , ТО, <b>Х</b>	
	←	←	}
			←

Обозначения: С – строгание, Ф – фрезерование, П – протягивание, О – обтачивание торцов, Ш – шлифование, Шб – шабрение; 1 – незакаленные стали, 2 – чугуны, 3 – цветные металлы и сплавы, Полужирным шрифтом выделены операции, формирующие

Последовательность операции при обработке до качества			
jT6	iT5	jT4...jT3	Ш*
			20...10
			5...2,5
			1,25...0,63
1, 2, 3, <b>РУ</b> , Рп, Рч 1, 2, 3 С, <b>З</b> , Рп, Рч 1, 2, 3 С, <b>З</b> , АРп, <b>АРч</b> 1, 2, 3 РТ, АРп, <b>АРч</b> 1, 2, 3 С, <b>З</b> , П 4 РТ, ТО, <b>Ш</b> , Х 4 С, <b>З</b> , ТО, <b>Ш</b> , Х 4 С, <b>П</b> , ТО, Х 4 <b>РУ</b> , Р, ТО, Х	4 РТ, ТО, <b>Ш</b> , Х, Д 4 С, <b>З</b> , ТО, <b>Ш</b> , Х, Д 4 С, <b>П</b> , ТО, Хп, Хч 4 <b>РУ</b> , ТО, Х, Д 4 С, РТ, <b>АР</b> , ТО, Х, Д		0,32...0,16
←	{ 2 <b>РУ</b> , Х, Дп, Дч 2 С, <b>З</b> , ТО, Х, Дп, Дч 4 <b>РУ</b> , Р, ТО, Х, Дп, Дч 4 С, <b>З</b> , ТО, Дп, Дч 4 С, П, ТО, Х, Д 4 РТ, <b>АР</b> , ТО, Дп, Дч 4 С, РТ, <b>АР</b> , ТО, Х, Д	4 <b>РУ</b> , Р, ТО, Х, Дп, Дч 4 С, <b>З</b> , Р, ТО, Дп, Дч 4 С, П, ТО, Х, Дп, Дч 4 РТ, <b>АР</b> , ТО, Дп, Дч 4 С, РТ, <b>АР</b> , ТО, Х, Дп, Дч	0,08...0,04
← ←		{ 4 <b>РУ</b> , Р, ТО, Х, Дп, Дч, Дт 4 С, <b>З</b> , Р, ТО, Дп, Дч, Дт 4 С, П, ТО, Х, Дп, Дч, Дт 4 РТ, <b>АР</b> , ТО, Дп, Дч, Дт 4 С, РТ, <b>АР</b> , ТО, Х, Дч, Дт	0,025...0,012
ПО – полирование, Д – доводка, ТО – термическая обработка, п – предварительное, ч – чистовое, т – тонкое; 4 – закаленные стали; Ш* – шероховатость Ra, мкм. погрешности расположения поверхностей.			



Примерные маршруты обработки плоских поверхностей

Последовательность операции при обработке до качества			
jT14...jT12	jT11...jT10	jT9...jT7	
1, 2, 3 С 1, 2, 3 Ф 1, 2, 3 О 4 С, ТО 4 Ф, ТО 4 О, ТО			
←	{ 1, 2, 4 ТО, Шп 1, 2, 3 Фп, Фч 1, 2 Ф, Шп 4 Ф, ТО, Шп 4 С, ТО, Шп 4 О, ТО, Шп		
←	←	{ 1, 2, 3 С, П 1, 2, 3 Ф, П 1, 2 Ф, Шч 4 С, ТО, Шч 4 Ф, ТО, Шч 4 О, ТО, Шч	
		3 Фп, Фч, Поч 3 Оп, Оч, Поч	
		3 Фп, Фч, Поч, ПОт 3 Оп, Оч, Поч, Пот	
		←	
Обозначения: С – строгание, Ф – фрезерование, П – протягивание, О – обтачивание торцов, Ш – шлифование, Шб – шабрение; 1 – незакаленные стали, 2 – чугуны, 3 – цветные металлы и сплавы, Полужирным шрифтом выделены операции, формирующие			

Окончание табл.

Последовательность операции при обработке до качества			
jT6	iT5	jT4...jT3	Ш*
			20...10
			5...2,5
1, 2 Ф, Фч, Шч 3 Фп, Фч, ПО 4 Фп, Фч, ТО, Шч 4 Оп, Оч, ТО, Шч			1,25...0,63
1, 2, 3 С, Фт, Шб 1, 2, 3 Фп, Фт, Шб 1, 2 Фп, Фч, Шч, ПО 4 Фп, Фч, Шч, Д 4 С, Фт, ТО, Шч, Д 4 Ф, ТО, Шп, Шч, Д 4 О, Шп, ТО, Шч, Д	4 С, ТО, Шч, Шт, Д 4 Ф, ТО, Шч, Шт, Д 4 Ф, Шп, ТО, Шч, Шт, Д 4 О, Шп, ТО, Шч, Шт, Д		0,32...0,16
←	{ 1, 2 Ф, Шп, Шч, Шт, ПО 4 С, ТО, Шп, Шч, Шт 4 Ф, ТО, Шп, Шч, Шт 4 Ф, ТО, Шп, Шч, Шт, Д 4 О, ТО, Шп, Шч, Шт, Д	4 С, ТО, Шп, Шч, Шт, Дп, Дч 4 Ф, ТО, Шп, Шч, Шт, Дп, Дч 4 О, ТО, Шп, Шч, Шт, Дп, Дч 4 Ф, ТО, Шп, Шч, Дп, Дч	0,08...0,04
←	←	{ 4 С, ТО, Шп, Шч, Шт, Дп, Дч, Дт 4 Ф, ТО, Шп, Шч, Шт, Дп, Дч, Дт 4 О, ТО, Шп, Шч, Дп, Дч, Дт	0,025...0,012
ПО – полирование, Д – доводка, ТО – термическая обработка, п – предварительное, ч – чистовое, т – тонкое; 4 – закаленные стали; Ш* – шероховатость Ra, мкм. погрешности расположения поверхностей.			

## Приложение 32

Точность размеров, шероховатость поверхности  
и глубина дефектного слоя при обработке резанием

Методы обработки резанием	Квалитет точности	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Глубина дефектного слоя, мкм
Точение и растачивание: <i>черновое</i>	11÷14	5–40	20–120
<i>чистовое</i>	10	25–5	20–30
<i>тонкое</i>	7÷8	0,32–0,63	5–10
Фрезерование и строгание: <i>черновое</i>	11–12	10–20	50–100
<i>чистовое</i>	8–11	1,25–5	20–50
<i>тонкое</i>	7–9	0,63–1,25	10–30
Сверление	12	5–20	25–70
Зенкерование	11	5–10	25–40
Развертывание: <i>однократное</i>	10–11	1,25	15–25
<i>двухкратное</i>	8–9	1,25	5–10
<i>точное и ручное</i>	5–7	0,63	3–5
Протягивание: <i>внутреннее</i>	8–11	2,5	15–25
<i>наружное</i>	8–10	1,25–5	10–50
Шлифование: <i>предварительное</i>	9	1,25–2,5	20
<i>чистовое</i>	6–8	0,63–1,25	5–15
<i>тонкое</i>	5–6	0,16–0,63	3–5
Полирование	без размеров	0,63–1,25	5–15
Суперфиниширование	тоже	0,16–0,63	3–5
Хонингование	тоже	0,04–0,32	3–5
Доводка (притирка)	5 и точнее	0,01–0,32	0–5

**Расчет припусков на обработку и предельных размеров  
по технологическим переходам**

Деталь шестерня ведомая цилиндрическая  
Заготовка – горячая штамповка на молотах. Материал – сталь 18х1Т

06

Технологические операции и переходы обработки элементарных поверхностей	Элементы ** припуска в мк				Расчетный припуск $z_{\beta \min}$ в мк	Расчетный размер в мм	Допуск $\delta_a$ в мк	Предельные размеры в мм		Предельные значения припусков	
	$H_a$	$T_a$	$\rho_a$	$\epsilon_{\beta}$				наиб.	наим.	$z_{\max}$ в мк	$z_{\min}$ в мк
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Наружная поверхность диаметром 300,28 мм											
Размеры заготовки	-	-	-	-	-	303,065	2700	305,8	303,1	-	-
Обтачивание однократное	150	250	900	600	2.1500	300,065	215	300,28	300,065	5520	3035
Торцы наружные по размеру 70 мм											
Размеры заготовки	-	-	-	-	-	71,18	2200	73,4	71,2	-	-
Торцевое однократное точение правого торца	150	250	400	200	1000	70,18	1900	72,1	70,2	1300	1000
Торцевое однократное точение левого торца	150	250	400	120	920	69,26	740	70,00	69,26	<del>2100</del> 3400	<del>940</del> 1940
Торцы внутренние по размеру 34 мм											
Размеры заготовки	-	-	-	-	-	36,982	2200	39,2	37,0	-	-
Параллельное подрезание торцов:											
черновое	150	250	320	200	2.920	35,142	620	35,8	35,15	3400	1850
чистое	100	100	19	12+50	2.281	34,58	170	34,75	34,58	1050	570

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Шлифование правого торца «как чисто»	25	–	200	100	325	34,255	170	34,43	34,26	320	320
Шлифование левого торца в размер 34 мм	25	–	200	100	325	33,93	70	34,00	33,93	$\frac{430}{5200}$	$\frac{330}{3070}$
Внутренняя поверхность диаметром 252 мм											
Размеры заготовки	–	–	–	–	–	250,15	2700	250,0	247,3	–	–
Растачивание	150	250	900	600	2.1500	253,15	1150	253,15	252,0	4700	3150
Отверстие диаметром 198 мм											
Размеры заготовки	–	–	–	–	–	192,877	2700	192,8	190,1	–	–
Растачивание:											
черновое	150	250	1400	600	2.2000	196,877	1150	196,8	195,65	5500	4000
чистовое	100	100	84	36+50	2.316	197,509	300	197,5	1297,2	1550	700
Развертывание	25	25	–	–	2.50	197,609	185	197,60	197,415	215	100
Термообработка	–	–	–	–	2.79*	197,767	185	197,576	197,575	160	160
Тонкое шлифование	10	–	–	120	2.130	198,027	27	198,027	198,000	$\frac{425}{7900}$	$\frac{267}{5227}$
<p>Примечание. Для наружных и внутренних поверхностей вращения принимаем <math> \bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_\beta  = \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_\beta^2}</math>;</p> <p>для торцевых поверхностей <math> \bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_\beta  = \rho_a + \varepsilon_\beta</math>.</p> <p>* Предусматривается возможное увеличение диаметра отверстия при термообработке, которое ориентировочно принимаем 0,8 мк/мм радиального размера.</p> <p>** <math>H_a = R_{z_{i-1}}</math>; <math>T_a \equiv h_{i-1}</math>; <math>\rho_a \equiv \rho_{i-1}</math>; <math>\varepsilon_\beta = \Delta_i</math>; <math>\delta_a \equiv T_i</math>.</p>											

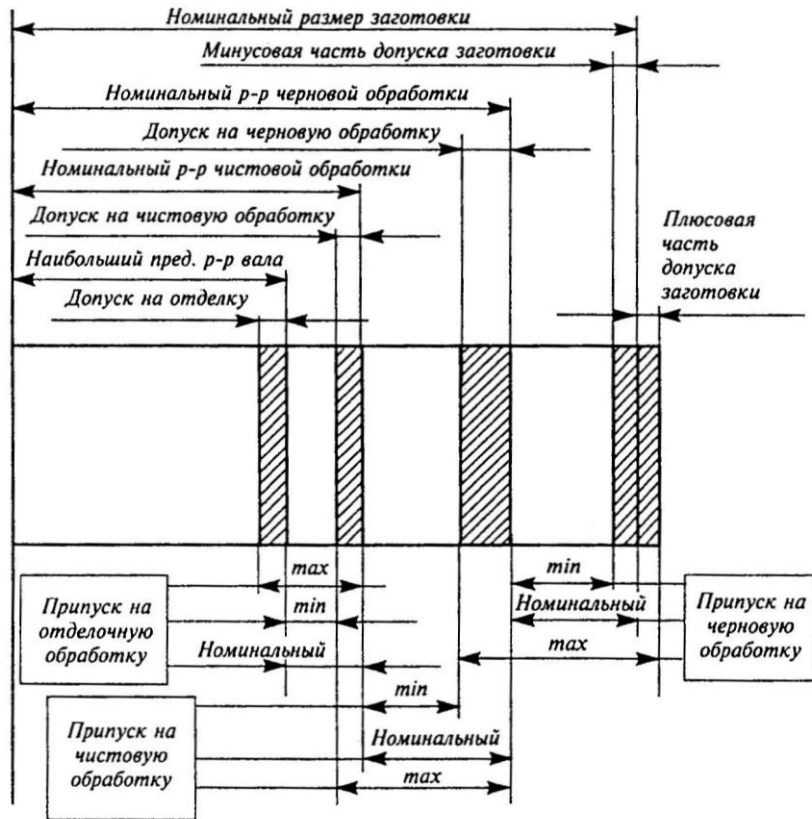


Схема расположения операционных припусков и допусков на различных стадиях обработки для наружных поверхностей (валов)

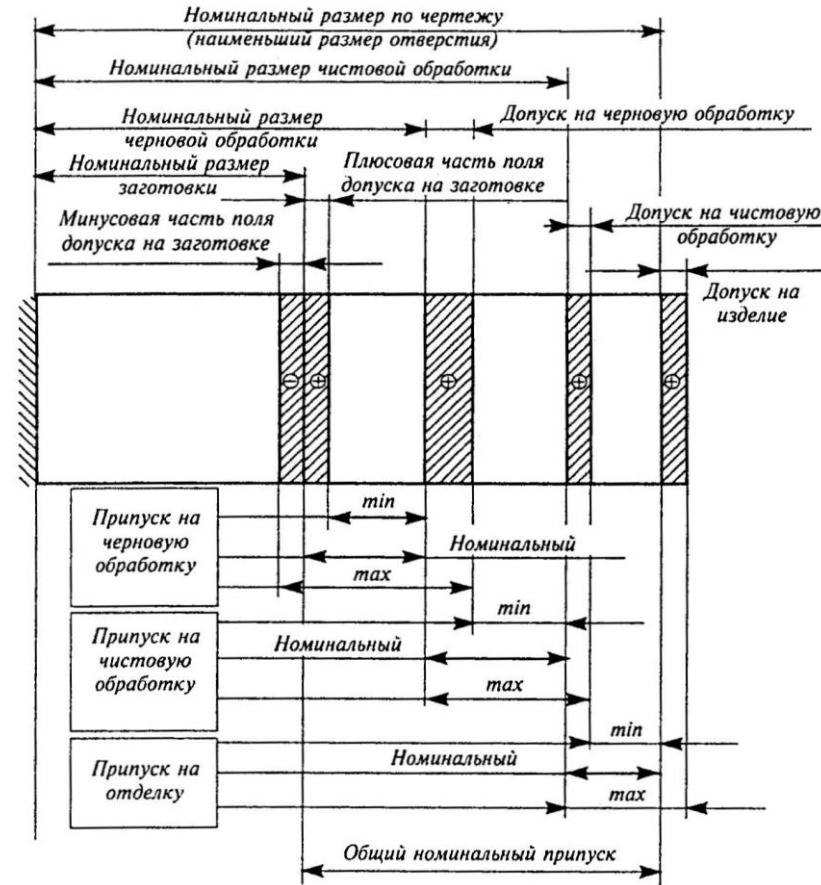


Схема расположения операционных припусков и допусков на различных стадиях обработки для внутренних поверхностей (отверстий)

**ПРИБЛИЖЕННЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
НОРМ ВРЕМЕНИ ПО ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Основное технологическое время $T_0 \cdot 10^3$ мин	
Черновая обточка за один проход	0,17 <i>dl</i>
Чистовая обточка по 11-му качеству	0,1 <i>dl</i>
Чистовая обточка по 9-му качеству	0,17 <i>dl</i>
Черновая подрезка торца <i>Ra</i> 6,3	$0,037(D^2 - d^2)$
Чистовая подрезка торца <i>Ra</i> 1,6	$0,052(D^2 - d^2)$
Отрезание	0,19D2
Черновое и чистовое обтачивание фасонным резцом	$0,63(D^2 - d^2)$
Шлифование грубое по 11-му качеству	0,07 <i>dl</i>
Шлифование чистовое по 9-му качеству	0,1 <i>dl</i>
Шлифование чистовое по 6-му качеству	0,15 <i>dl</i>
Растачивание отверстий на токарном станке	0,18 <i>dl</i>
Сверление отверстий:	0,52 <i>dl</i>
Рассверливание $d = 20...60$	0,31 <i>dl</i>
Зенкерование	0,21 <i>dl</i>
Развертывание черновое	0,43 <i>dl</i>
Развертывание чистовое	0,86 <i>dl</i>
Внутреннее шлифование отверстий 9-го качества	1,5 <i>dl</i>
Внутреннее шлифование отверстий 7-го качества	1,8 <i>dl</i>
Черновое растачивание отверстий за один проход <i>Ra</i> 12,5	0,2 <i>dl</i>
Черновое растачивание под развертку	0,3 <i>dl</i>
Развертывание плавающей разверткой по 9-му качеству	0,52 <i>dl</i>
Развертывание плавающей разверткой по 7-му качеству	0,21 <i>dl</i>
(Здесь $d$ – диаметр; $l$ – длина обрабатываемой поверхности; $D$ – диаметр обрабатываемого торца; $D - d$ – разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца)	
Протягивание отверстий и шпоночных канавок ( $l$ – длина протяжки, мм)	0,4 <i>dl</i>
Строгание черновое на продольно-строгальных станках	0,065 <i>Bl</i>
Строгание чистовое под шлифование или шабрение	0,034 <i>Bl</i>
Фрезерование черновое торцевой фрезой:	
за проход	6 <i>l</i>
чистовое	4 <i>l</i>
Фрезерование черновое цилиндрической фрезой	7 <i>l</i>
Штучно-калькуляционное время	$T_{ш} = \varphi_k T_0$

### Величина коэффициента $\Phi_k$

Виды станков	Производство	
	единичное и мелкосерийное	крупносерийное
Токарные	2,14	1,36
Токарно-револьверные	1,98	1,35
Токарно-многорезцовые	–	1,50
Вертикально-сверлильные	1,72	1,30
Радиально-сверлильные	1,75	1,41
Расточные	3,25	–
Круглошлифовальные	2,10	1,55
Строгальные	1,73	–
Фрезерные	1,84	1,51
Зуборезные	1,66	1,27



## Приложение 36

### ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Регистрационный № \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

(Ф.И.О.)

Курсовой проект по \_\_\_\_\_

Курсовой проект по \_\_\_\_\_

защищен

Допущен к защите \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Преподаватель \_\_\_\_\_

с оценкой \_\_\_\_\_

Курсовой проект должен

Преподаватели: \_\_\_\_\_

быть защищен \_\_\_\_\_

(указывается где и когда)

(И.О. Фамилия)

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

(Подпись)

М.П.

Подписи преподавателей заверяю

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

### Рецензия

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие. – Минск: Выш. Шк, 1975, 1983, 2007.
2. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; под ред. В.А. Тимирязева. – М.: Высш. школа, 2004. – 282 с.
3. Скворцов В.Ф. Выбор технологических баз при изготовлении деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 56 с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
5. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 2004. – 400 с.
6. Жуков Э.Л. и др. Технология машиностроения: в 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов / под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк. 2003. – 278 с.
7. Жуков Э.Л. и др. Технология машиностроения: в 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: учеб. пособие для вузов / под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 912 с.; Т. 2. – 944 с.
9. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, С.В. Кирсанов и др. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
10. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. – 324 с.
11. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учеб. пособие для вузов / И.П. Филонов, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро и др. / под общ. ред. И.П. Филонова. – М.: УП, Технопринт, 2003. – 910 с.
12. Беловсяк Н.В. Реферат, курсовая, диплом на компьютере: популярный самоучитель. – СПб.: Питер, 2006. – 176 с. – (Сер. «Популярный самоучитель»).

13. Ганин Н.Б. Создаем чертежи на компьютере в КОМПАС–3D, LT. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 184 с. – (Сер. «Проектирование»).

14. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. – М., 1976. -277с.

15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М., 1974–1978.

16. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е. изд. – М., 1974. -354 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</b> .....	<b>5</b>
<b>4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАЩИТА ПРОЕКТА</b> .....	<b>7</b>
<b>5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА</b> .....	<b>8</b>
5.1. Пояснительная записка.....	8
5.2. Графические материалы.....	12
5.3. Содержание разделов пояснительной записки .....	15
5.3.1. Назначение и конструкция детали.....	15
5.3.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	15
5.3.3. Определение типа производства .....	16
5.3.4. Анализ базового техпроцесса .....	20
5.3.5. Выбор заготовки .....	21
5.3.6. Принятый маршрутный и операционный техпроцесс .....	23
5.3.7. Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки .....	26
5.3.8. Расчет точности операций.....	28
5.3.9. Размерный анализ техпроцесса.....	29
5.3.10. Расчет режимов резания.....	33
5.3.11. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	35
5.3.12. Расчет норм времени операций техпроцесса.....	38
5.3.13. Экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса и его технико-экономические показатели .....	39
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>44</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>45</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>96</b>

Учебное издание

МИХАЕВИЧ Евгений Петрович

## ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н.Т. Синельникова*

Верстка *Л.А. Егорова*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати

Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка». Печать Херох.


Усл. печ.л. . Уч.-изд.л. .

Заказ . Тираж экз.



Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.