

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

---

---

**ТЕХНОЛОГИЯ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КУРСОВОЕ И ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

---

---

**• ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ •**

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Тамбовский государственный технический университет**

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

**ТЕХНОЛОГИЯ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КУРСОВОЕ И ДИПЛОМНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**Учебное пособие**

Тамбов

• Издательство ТГТУ •  
2004

УДК 621(075)  
ББК К5 я 73  
Т38

Рецензенты:

Кандидат технических наук, профессор  
*А.А. Коптев,*

Директор по производству ОАО «Тамбовполимермаш»  
*В.В. Белов*

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

Т38 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 84 с.

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

Предназначено для студентов, специальности 120100 «Технология машиностроения».

УДК 621(075)

ББК К5 я 73

**ISBN 5-8265-0282-7**

© Ванин В.А., Преображенский А.Н., Фидаров В.Х., 2004

© Тамбовский государственный  
технический университет  
(ТГТУ), 2004

Учебное издание

ВАНИН Василий Агафонович,  
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Александр Николаевич,  
ФИДАРОВ Валерий Хазбиевич

ТЕХНОЛОГИЯ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ

КУРСОВОЕ И ДИПЛОМНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Учебное пособие

Редактор В.Н. Митрофанова  
Инженер по компьютерному макетированию Т.А. Сынкова

Подписано к печати 22.04.2004.

Формат 60 × 84/16. Гарнитура Times. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Объем: 4,88 усл. печ. л.; 4,78 уч.-изд. л.

Тираж 120 экз. С. 300<sup>М</sup>

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

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

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

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

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

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

### **1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

---

#### ***ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ***

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

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

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

- фамилия исполнителя проекта;
- фамилии соисполнителей (если проект комплексный);

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

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

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

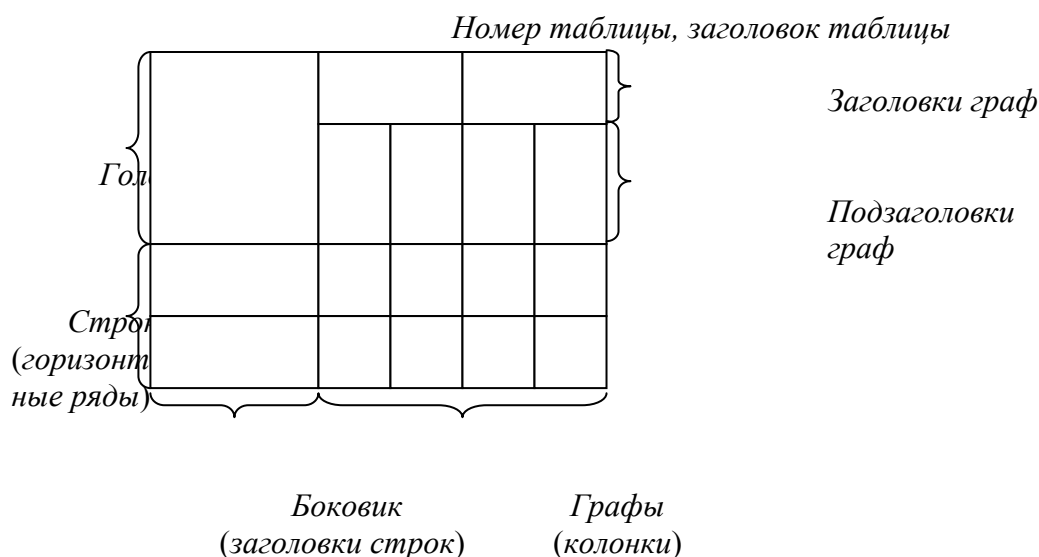
Тексты разделов делят на подразделы, которые нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела ставят точку, например «2.1.» (первый подраздел второго раздела).

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

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

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

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



**Рис. 1.1. Пример построения таблицы**

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц (рис. 1.1).

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

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

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

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

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

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

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

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

По всему тексту ПЗ следует соблюдать единство терминологии. Не следует применять иностранных слов и терминов, если имеются равнозначные русские слова и термины. При первом упоминании иностранных фирм и малоизвестных фамилий необходимо писать их как в русской транскрипции, так и на языке оригинала (в скобках). Цитаты, приведенные в тексте, следует заключать в кавычки и указывать точное название источника или давать номер источника по списку литературы. Наименования предприятий пишут в кавычках и не склоняют, например, завод «Гидроаппаратура». Сокращенные наименования типа ВГТЗ, ГАЗ, ЭНИМС пишут без кавычек. Знаки №, % и другие применяют только в сопровождении цифр, в тексте их пишут словами – например, процент, логарифм и т.д. Размерности одного и того же параметра в пределах ПЗ должны быть одинаковыми. Ссылки на стандарты, технические условия, инструкции и другие материалы делают на документ в целом или на его разделы с указанием обозначения и наименования документа, номера и наименования раздела. Иллюстрации в ПЗ должны придавать излагаемому тексту ясность и конкретность.

Непременным требованием является строгое соблюдение во всех материалах курсового проекта

ГОСТ 8.417–81. Единицы физических величин. Этот стандарт регламентирует и правила написания обозначений единиц, некоторые из которых приводятся ниже.

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

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

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

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

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

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения, например:

$H \cdot m$ ;  $A \cdot m$ ;  $Pa \cdot s$ .

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная. Допускается применять обозначения единицы в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степень (положительную и отрицательную). При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в строку, произведение обозначений единиц в знаменателе следует заключать в скобки. Примеры:  $Вт \cdot м^{-2} \cdot К^{-1}$ ;  $Вт/(м^2 \cdot К)$ .

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

1 Однотомное издание.

1 – 3 автора:

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

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

Под редакцией:

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

2 Многотомное издание.

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

3 Отдельный том.

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

4 Статья из книги.

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

5 Статья из журнала.

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

6 Отдельно изданный стандарт.

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

7 Патентные документы.

А. с. 1007970 СССР. МКИ<sup>3</sup>В25 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин. В. Г. Кемайкин (СССР). № 3360585/25-08; Заявлено 23.11.81; Опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. 2 с.

#### 8 Промышленный каталог.

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

#### 9 Прейскурант.

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

#### 10 Диссертация.

Белов М. А. Повышение качества шлифованных деталей из коррозионно-стойких сталей путем рационального применения технологических жидкостей: Дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08. Защищена 15.05.86.

Утв. 06.12.86; 04820016743. Ульяновск, 1987. 366 с.: ил. Библиогр.: С. 275 – 296.

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

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

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

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

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

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

## ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК

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

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



## 2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

---

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

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

При разработке технологического процесса руководствуются следующими принципами:

- в первую очередь обрабатывают те поверхности, которые являются базовыми при дальнейшей обработке;
- после этого обрабатывают поверхности с наибольшим припуском;
- далее выполняют обработку поверхностей, снятие металла с которых в наименьшей степени влияет на жесткость заготовки;
- в начало технологического процесса следует относить те операции, на которых можно ожидать появление брака из-за скрытых дефектов металла (трещин, раковин, волосовин и т.п.);
- поверхности, обработка которых связана с точностью и допусками относительного расположения поверхностей (соосности, перпендикулярности, параллельности и т.п.), изготавливают при одной установке;

– совмещение черновой (предварительной) и чистовой (окончательной) обработок в одной операции и на одном и том же оборудовании нежелательно – такое совмещение допускается при обработке жестких заготовок с небольшими припусками;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Учитывая, что маршрутная карта является основным и обязательным документом любого технологического процесса, далее подробно рассматривается пример заполнения маршрутной карты по ГОСТ 3.1118–82, форма 1 (рис. 2).



## 1 Содержание граф основной надписи технологических документов

Но- мер гра- фы	СОДЕРЖАНИЕ ВНОСИМОЙ ИНФОРМАЦИИ
1	Наименование учебного заведения в полном или сокращенном виде, например: МИТ, МСИТ, «Комсомолец»
2	Обозначение изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу или код ступени классификации по конструкторскому классификатору
3	Код классификационных группировок технологических признаков для типовых и групповых технологических процессов по технологическому классификатору
4	<p style="text-align: center;"><b>ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА ПО ГОСТ 3.1201–74:</b></p> <p>первые семь цифр в верхней части графы – код организации-разработчика. Ряду учебных заведений присвоены <span style="float: right;">отраслевые</span> коды.</p> <p>В этой графе временно допускается записывать шестизначный почтовый индекс ТГТУ:</p> <p style="text-align: center;"><b>ПЕРВЫЕ ПЯТЬ ЦИФР В НИЖНЕЙ ЧАСТИ ГРАФЫ – КОД ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОКУМЕНТА, ВЫБИРАЕМЫЙ ИЗ ГОСТ 3.1201–74;</b></p> <p>пять последних цифр – порядковый регистрационный номер.</p> <p>В учебном процессе допускается вместо этих цифр условно записать «XXXXX»</p>

5	<b>ЛИТЕРА, ПРИСВОЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ДОКУМЕНТУ ПО ГОСТ 3.1102–81:</b> И – разового изготовления в единичном производстве; П – предварительный проект; А – серийное производство; Б – массовое производство и т.д. При дипломном проектировании допускается в этой графе записывать «ДП»
6	Наименование изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу
8	Номер операции
12	Характер работы, выполняемый лицами подписывающими документ
13	Фамилии лиц, участвующих в разработке, оформлении и контроле документа

### 1 Содержание граф основной надписи технологических документов

Но- мер гра- фы	СОДЕРЖАНИЕ ВНОСИМОЙ ИНФОРМАЦИИ
15	Дата подписи. Написание месяца римскими цифрами не допускается
26	Общее количество листов документа
27	Порядковый номер листа документа
28	<b>УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИДА ДОКУМЕНТА ПО ГОСТ 3.1102 – 81, НАПРИМЕР:</b> МК – маршрутная карта; КТП – карта технологического процесса; КЭ – карта эскизов; ОК – операционная карта
30	Графа для сквозной нумерации листов всего комплекта или всей объяснительной записки. Графы 7, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29 и 31 при дипломном проектировании не заполняются

К заполнению граф технологических документов предъявляются следующие требования.

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

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

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

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

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

– по третьему варианту информация дается в виде кодов с их расшифровкой. В дипломном проектировании рекомендуется этот вариант заполнения, так как он приемлем для организаций и учебных заведений с различным уровнем оснащения техническими средствами.

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

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

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

Но- мер пунк- та поис- ка	Содержание информации
1	<p><b>ОБОЗНАЧЕНИЕ СЛУЖЕБНЫХ СИМВОЛОВ:</b>  <b>А – НОМЕР ЦЕХА, УЧАСТКА, РАБОЧЕГО МЕС-  ТА, НОМЕР ОПЕРАЦИИ, КОД И НАИМЕНОВА-  НИЕ ОПЕРАЦИИ, ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕН-  ТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ  ОПЕРАЦИИ;</b></p> <p>Б – код, наименование оборудования и информация по  трудозатратам;  М – информация о применяемом основном материале  и исходной заготовке, вспомогательных и комплек-  тующих материалах с указанием их кода, кода едини-  цы величины, количества на изделие и нормы расхода;  0 – содержание операции (перехода). Информация за-  писывается по всей строке, при необходимости про-  должение информации переносится на следующие  строки. При отсутствии эскизов обработки здесь запи-  сываются размеры обработки отдельных поверхностей;  Т – информация о технологической оснастке в такой  последовательности: приспособления; вспомога-  тельный инструмент; режущий инструмент; слесарно-  монтажный инструмент; средства измерений. Перед  наименованием оснастки указывается код в соответст-  вии с классификатором. Код включает в себя высшую  (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после  точки) классификационные группировки. Низшую  группировку в дипломном проекте можно условно  указать в виде знака «XXXX». Количество одинаковой  одновременно работающей оснастки указывается циф-  рой в скобках, например:  «...; 39 1842. XXXX (2) – фреза угловая Р9М6»;</p> <p>Р – строка вводится, если требуется указать информа-  цию о режимах обработки</p>

Но- мер пунк- та поис- ка	Содержание информации
2	Графы: номер цеха, участка и рабочего места в дипломном проекте можно заполнить в виде условного кода «XX»
3	Номер операции в технологической последовательности изготовления, контроля и перемещения. Рекомендуемая нумерация операций: 005, 010, 015, 020
4	Код материала. Графа не заполняется – ставится прочерк
5	<p>В графе «M01» указываются наименование, сортамент, размер и марка материала, номер стандарта, т.е. данные, которые в текстовых документах обычно записываются дробью в виде</p> $\text{Круг} \frac{B \text{ 25 ГОСТ 2590-71}}{45 \text{ ГОСТ 1050-74}}.$ <p>В данной графе запись выполняется одной строкой с разделительным знаком «/»</p>
6	Код единицы величины – массы, длины, площади и т.п. детали или заготовки по классификатору, так для массы, _____ указанной _____ в кг – код 166, в г – 163, в т – 168
7	Код операции согласно классификатору технологических операций [70, 71], например: 4220 – для расточной операции; 4221 – для горизонтально-расточной операции
8	Код оборудования включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Низшая группировка оборудования в дипломном проекте условно указывается знаком «XXXX»
9	Код степени механизации труда указывается однозначной: наблюдение за работой автоматов – 1; работа с помощью машин и автоматов – 2; вручную при машинах и автоматах – 3; вручную без машин и автоматов – 4; вручную при наладке машин и ремонту – 5
10	Код профессии согласно классификатору

Но- мер пунк- та поис- ка	Содержание информации
11	<p>Разряд работы, необходимый для выполнения опера- ции. Код включает три цифры: первая – разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику, две следующие – код формы и системы оплаты труда:</p> <p>10 – сдельная форма оплаты труда; 11 – сдельная система оплаты труда прямая; 12 – сдельная система оплаты труда премиальная; 13 – сдельная система оплаты труда прогрессивная; 20 – повременная форма оплаты труда; 21 – повременная система оплаты труда простая; 22 – повременная система оплаты труда премиальная</p>
12	<p>Код условий труда включает в себя цифру – условия труда:</p> <p>1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные; 3 – особо тяжелые, особо вредные и букву, указываю- щую вид нормы времени; Р – аналитически-расчетная; И – аналитически-исследовательская; Х – хронометражная; 0 – опытно-статистическая</p>
13	<p>Обозначение документов, применяемых при пополне- нии данной операции, например ИОТ – инструкция по охране труда</p>
14	<p>Обозначение профиля и размеров заготовок. Рекомен- дуется указывать толщину, ширину и длину заготовки, сторону квадрата или диаметр и длину, например, 20 × 50 × 300, Ø 35</p>
15	<p>Количество исполнителей, занятых при выполнении операции</p>
16	<p>Количество одновременно обрабатываемых заготовок</p>
17	<p>Количество деталей, изготавливаемых из одной заго- товки, например прутка</p>
18	<p>Единица нормирования, на которую установлена нор- ма времени, например: 1, 10, 100 шт.</p>
19	<p>Масса заготовки</p>

Продолжение табл. 2



Но- мер пунк- та поис- ка	Содержание информации														
20	Объем производственной партии, шт.														
21	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании зависит от количества обслуживаемых станков: <table border="1"> <tr> <td>количество станков</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>коэффициент</td> <td>1</td> <td>0,65</td> <td>0,48</td> <td>0,39</td> <td>0,35</td> <td>0,32</td> </tr> </table>	количество станков	1	2	3	4	5	6	коэффициент	1	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32
количество станков	1	2	3	4	5	6									
коэффициент	1	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32									
22	Норма штучного времени на операцию, мин														
23	<b>Норма подготовительно-заключительного времени на операцию, мин</b>														
24	Коды технологической оснастки по классификатору														

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

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

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

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

1) ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме;





2) наименование в винительном падеже обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства, например «отверстие», «фаску», «заготовку» и т.п.;

3) информация о размерах обработки резанием или их условных обозначениях, приведенных на операционных эскизах и указанных арабскими цифрами в окружности диаметром 6...8 мм;

4) дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки, например «предварительно», «окончательно», «последовательно», «по копиру», «согласно эскизу» и т.п.

При записи содержания операции и переходов допускается полная или сокращенная форма записи (табл. 3 – 6). Полную запись следует выполнять при отсутствии графических изображений (эскизов, чертежей), при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров (такая запись характерна для промежуточных переходов). В записи содержания перехода следует указать непосредственные размеры обработки с их предельными отклонениями, например «точить предварительно поверхность *b*, выдерживая  $d = 45_{-0,5}$  и  $l = 160 \pm 0,6$ ».

Сокращенную запись следует выполнять при наличии достаточной информации на графических изображениях и возможности ссылки на условное обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия, например «точить канавку *l*».

Параметры шероховатости обрабатываемой поверхности указываются только обозначениями на операционном эскизе или на операционной карте в зоне для графической информации. Допускается указывать в тексте содержания операции информацию о параметре шероховатости предварительно обрабатываемых поверхностей (промежуточных переходов), если его нельзя указать на операционном эскизе, например «фрезеровать предварительно ( $Rz\ 100$ ) поверхность *3*, выдерживая  $h = 70 \pm 0,5$ ».

В содержании операции должны быть отражены все необходимые действия, выполняемые в технологической последовательности исполнителем или исполнителями» по обработке заготовки на одном рабочем месте. Если часть переходов выполняют другие исполнители (контролеры, наладчики, такелажники), их действия также следует отразить в содержании операции, например:

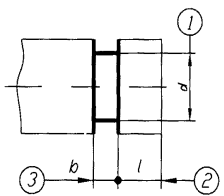
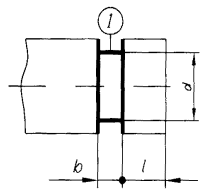
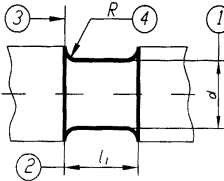
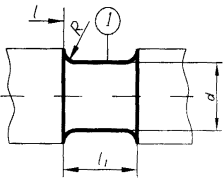
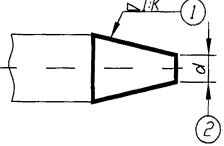
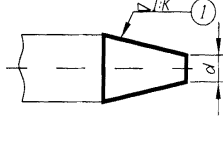
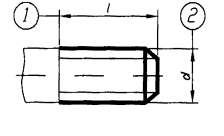
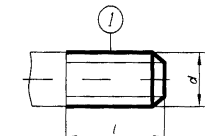
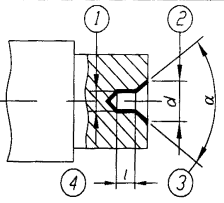
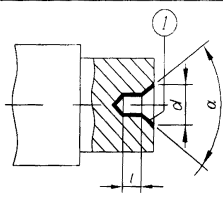
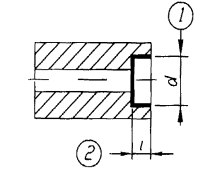
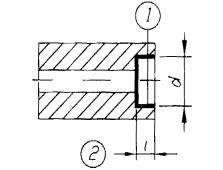
025. Карусельно-фрезерная

- 1 Установить и закрепить заготовку.
- 2 Проверить исполнение пер. *1*, ОТК.
- 3 Фрезеровать поверхности *1* и *2*.

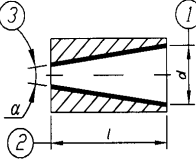
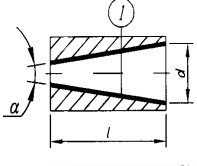
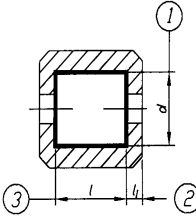
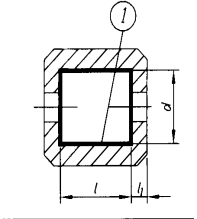
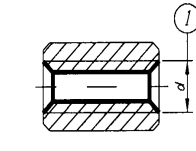
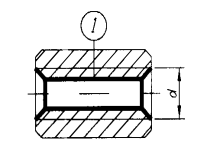
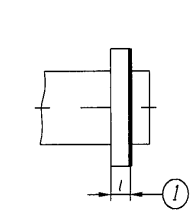
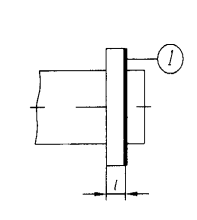
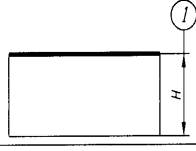
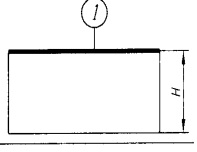
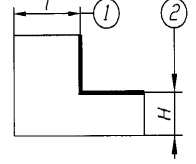
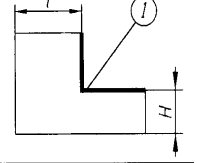
При оформлении операционных эскизов (рис. 3, 5) следует применять условные обозначения согласно табл. 7 – 10.

Условные обозначения допусков формы и расположения поверхности, а также рекомендуемые посадки и обозначения шероховатости поверхностей, применяемые при выполнении графической части проекта приведены в табл. 7 – 11.

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

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку выдерживая размеры 1-3		Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку 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 1-2		Точить (шлифовать, притереть и т. п.) конус 1	
Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т. п.) резьбу, выдерживая размеры 1-2		Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т. п.) резьбу 1	
Центровать торец, выдерживая размеры 1-4		Центровать торец 1	
Расточить (зенковать, шлифовать и т. п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2		Расточить (зенковать, шлифовать и т. п.) отверстие 1	

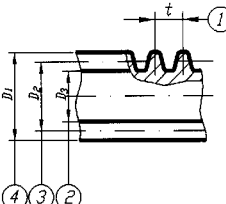
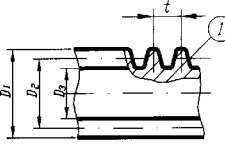
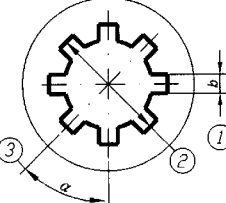
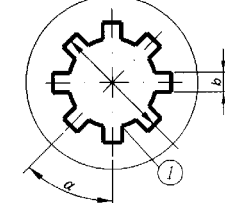
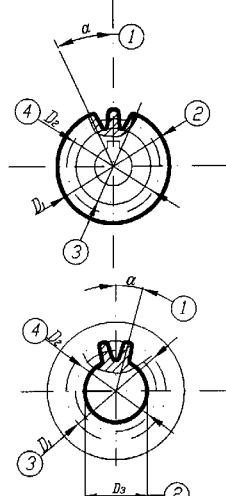
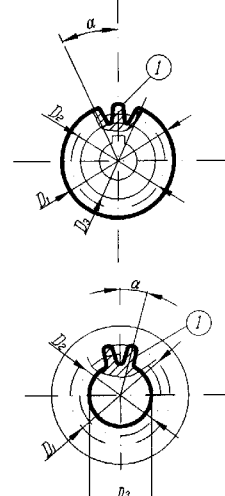
ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 3

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Развернуть (расточить, зенкеровать и т. п.) коническое отверстие, выдерживая размеры 1-3		Развернуть (расточить, зенкеровать и т. п.) отверстие 1	
Расточить канавку, выдерживая размеры 1-3		Расточить канавку 1	
Нарезать (шлифовать и т. п.) резьбу выдерживая размер 1		Нарезать (шлифовать 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 1-2		Шлифовать (фрезеровать, строгать и т. п.) уступ 1	

Продолжение табл. 3

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	
Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) боковые поверхности шлицев, выдерживая размер 1		Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) боковые поверхности шлицев 1	

Продолжение табл. 3

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
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	

**4 Изображение опор, зажимов и установочных устройств ГОСТ 3.1107-81**



Наименование	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
<b>Опоры:</b> неподвижная			
подвижная			
плавающая			
регулируемая			
<b>Зажимы:</b> одиночный			
двойной			
<b>Установочные устройства:</b> неподвижный центр			
вращающийся центр			
плавающий центр			
цилиндрическая оправка			
шариковая (ро- ликовая) оправка			
поводковый патрон			

5 Обозначение формы рабочих поверхностей опор, зажимов, установочных устройств (ГОСТ 3.1107-81)

Форма поверхности	Обозначение
<i>Плоская</i>	
<i>Рифленная, резьбовая, шлицевая</i>	
<i>Сферическая</i>	
<i>Цилиндрическая, шаровая</i>	
<i>Призматическая</i>	
<i>Коническая</i>	
<i>Ромбическая</i>	
<i>Трехгранная</i>	

**6 Примеры нанесения обозначений креплений на схемах**

Вид креплений	Обозначение
<i>В неподвижном гладком центре</i>	
<i>В рифленном центре</i>	
<i>В плавающем центре</i>	
<i>Во вращающемся центре</i>	
<i>В обратном вращающемся центре с рифленной поверхностью</i>	
<i>В поводковом патроне</i>	
<i>С подвижным люнетом</i>	
<i>С неподвижным люнетом</i>	
<i>На цилиндрической оправке</i>	
<i>На конической роликовой оправке</i>	

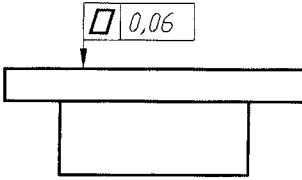
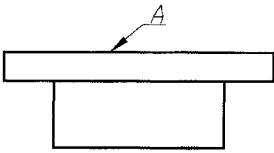
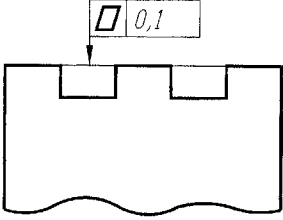
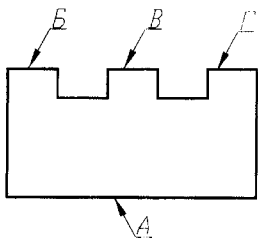
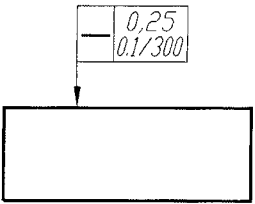

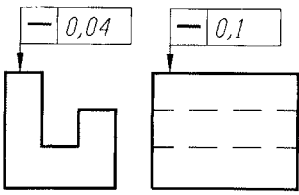
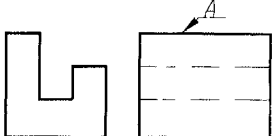
Продолжение табл. 6

Вид креплений	Обозначение
<i>На резьбовой оправке с наружной резьбой</i>	
<i>На шлицевой оправке</i>	
<i>На цанговой оправке</i>	
<i>На регулируемой опоре со сферической выпуклой поверхностью.</i>	
<i>В пневматическом зажиме с рифленой поверхностью</i>	
<i>В тисках с пневмоприводом с призматическими губками</i>	
<i>В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец с упором на три опоры и с электроприводным устройством двойного зажима имеющим сферические поверхности</i>	
<i>В трехлачковом патроне с упором в торец с поджимом вращающегося центра и с подвижным люнетом</i>	
<i>В конической оправке с гидродластовым зажимным устройством с упором на рифленую поверхность торца и с поджимом вращающимся центром.</i>	

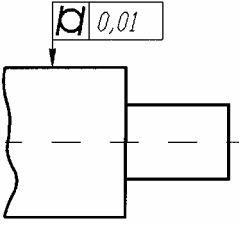
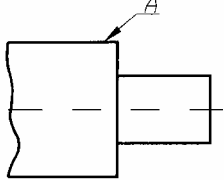
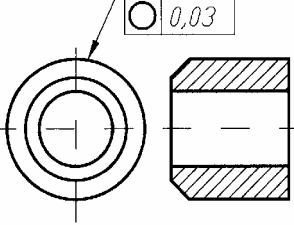
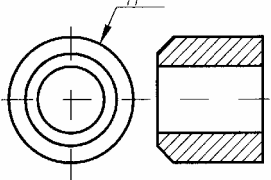
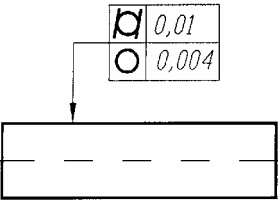
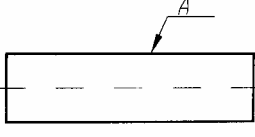
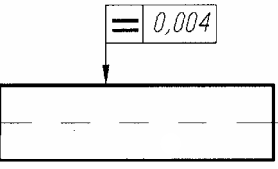
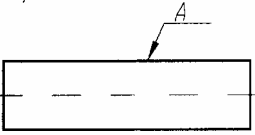
**7 Условные обозначения допусков формы и расположения поверхности. Знаки условных обозначений на чертежах по ГОСТ 2.308-79**

<i>Группа допусков</i>	<i>Вид допуска</i>	<i>Обозначение</i>
<i>Допуски формы</i>	<i>Допуск на прямолинейность</i>	
	<i>Допуск на плоскостность</i>	
	<i>Допуск на круглость</i>	
	<i>Допуск на цилиндричность</i>	
	<i>Допуск на профиль продольного сечения</i>	
<i>Допуски расположения</i>	<i>Допуск на параллельность</i>	
	<i>Допуск на перпендикулярность</i>	
	<i>Допуск на наклон</i>	
	<i>Допуск на соосность</i>	
	<i>Допуск на симметричность</i>	
	<i>Позиционный допуск</i>	
	<i>Допуск на пересечение осей</i>	
	<i>Допуск на радиальное биение</i> <i>Допуск на торцовое биение</i> <i>Допуск на биение в заданном направлении</i>	
<i>Суммарные допуски формы и расположения</i>	<i>Допуск на полное радиальное биение</i> <i>Допуск на полное торцовое биение</i>	
	<i>Допуск на профиль заданного профиля</i>	
	<i>Допуск на форму заданной поверхности</i>	

## 8 Примеры указания на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей по ГОСТ 24642–81

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от плоскостности		 Неплоскостность поверхн.А не более 0,06 мм.
		 Непараллельность поверхн. Б,В,Г относительно поверхн. А не более 0,1 мм.
Отклонение от прямолинейности		 Непрямолинейность поверхн.А не более 0,25 мм по всей длине и не более 0,1 мм на длине 300 мм.
		 Непрямолинейность поверхн.А в поперечном направлении не более 0,4 мм, в продоль- ном направлении не более 0,1

Продолжение табл. 8

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от цилиндричности		 <p>Нецилиндричность поверхн. А не более 0,01 мм.</p>
Отклонение от круглости		 <p>Некруглость поверхн. А не более 0,1 мм.</p>
Отклонение от цилиндричности		 <p>Некруглость и отклонение профиля продольного сечения поверхн. А не более 0,1 мм.</p>
Отклонение профи- ля продольного сечения.		 <p>Отклонение профиля продольного сечения поверхн. А не более 0,01 мм.</p>

Продолжение табл. 8

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение профиля продоль- ного сечения		<p>Нецилиндричность поверхн. А не более 0,01 мм, некруглость не более 0,01 мм.</p>
Отклонение от параллельности		<p>Непараллельность поверх- ностей А и Б не более 0,1 мм</p>
		<p>Непараллельность поверхн. Б относительно поверхн. А не более 0,01 мм на длине 100мм</p>
		<p>С с г</p> <p>чение поверхностей А ции прилегающей сти не более 0,1 мм</p>

Продолжение табл. 8



Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от перпендикулярности		
Отклонение от соосности		

Продолжение табл. 8

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от симметричности		<p>Несимметричность поверхн. Б относительно оси отв. не более 0,1 мм.</p>
		<p>Несимметричность отв. отно- сительно общей плоскости симметрии пазов не более 0,2 мм.</p>
Отклонение от пересечения осей		<p>Непересечение осей отв. не более 0,06 мм.</p>

Продолжение табл. 8

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным знаком (предпочтительно)	знаком в технических требованиях с указанием обозначения на чертеже
Радиальное и торцевое биение		<p>Радиальное биение поверхн. B и V относительно оси отв не более 0,01 мм.</p>
		<p>Торцевое биение поверхн. B относительно оси поверхн. A не более 0,1 мм на диаметре 50 мм.</p>
		<p>Радиальное биение отв. B относительно оси поверхн. B при опоре на поверхн. A не более 0,01 мм. Торцевое биение поверхн. Г относительно той же оси не более 0,016 мм.</p>

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

Посадка по системе ОСТ

Система отверстия			Система вала		
Рекомендуемая для замены посадка	Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка	по ХСТ	Рекомендуемая для замены посадка	
$\frac{A_1}{T_1}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{K6}{h5}$	
$\frac{A_1}{П_1}$	$\frac{H6}{j5}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{J6}{h5}$	
$\frac{A_1}{C_1}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{H6}{h5}$	
$\frac{A_1}{Д_1}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{H_1}{B_1}$	$\frac{H6}{h5}$	
$\frac{A}{Pr}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{D_1}{B_1}$	$\frac{G6}{h6}$	
$\frac{A}{Пл}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{Гр}{B}$	$\frac{T7}{h6}$	
$\frac{A}{Г}$	$\frac{H7}{n6}$		$\frac{Пр}{B}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$
$\frac{A}{Т}$	$\frac{H7}{m6}$		$\frac{Г}{B}$	$\frac{N7}{h6}$	
$\frac{A}{Н}$	$\frac{H7}{k6}$		$\frac{H}{B}$	$\frac{K7}{h6}$	
$\frac{A}{П}$	$\frac{H7}{js6}$		$\frac{H}{B}$	$\frac{K7}{h6}$	
$\frac{A}{С}$	$\frac{H7}{h6}$		$\frac{П}{B}$	$\frac{J_s7}{h6}$	
$\frac{A}{Д}$	$\frac{H7}{g6}$		$\frac{C}{B}$	$\frac{H7}{h6}$	
$\frac{A}{Х}$	$\frac{H7}{f7}$		$\frac{C}{B}$	$\frac{H7}{h6}$	
$\frac{A}{Л}$	$\frac{H7}{e8}$		$\frac{Д}{B}$	$\frac{G7}{h6}$	
$\frac{A}{Ш}$	$\frac{H7}{d8}$		$\frac{Д}{B}$	$\frac{G7}{h6}$	
$\frac{A_{2a}}{C_{2a}}$	$\frac{H8}{h7}$		$\frac{C_{2a}}{B_{2a}}$	$\frac{H8}{h7}$	
$\frac{A_{2a}}{Пр2_{2a}}$	$\frac{H8}{u8}$		$\frac{C_3}{B_3}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h8}$
$\frac{A_3}{C_3}$	$\frac{H8}{h8}$ $\frac{H9}{h8}$ $\frac{H8}{h9}$ $\frac{H9}{h9}$		$\frac{X_3}{B_3}$	$\frac{H8}{h8}$ $\frac{H9}{h8}$	$\frac{H8}{h9}$ $\frac{H9}{h9}$
$\frac{A_3}{X_3}$	$\frac{H8}{f9}$ $\frac{H9}{e8}$		$\frac{X_3}{B_3}$	$\frac{E8}{h8}$ $\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h9}$ $\frac{F9}{h9}$
$\frac{A_4}{C_4}$	$\frac{H11}{h11}$		$\frac{Ш_3}{B_3}$	$\frac{D9}{h8}$	
$\frac{A_4}{X_4}$	$\frac{H11}{d11}$		$\frac{C_4}{B_4}$	$\frac{H11}{h11}$	
$\frac{A_5}{C_5}$	$\frac{H12}{h12}$		$\frac{X_4}{B_4}$	$\frac{D11}{h11}$	
$\frac{A_5}{X_5}$	$\frac{H12}{b12}$		$\frac{C_5}{B_5}$	$\frac{H12}{h12}$	
			$\frac{X_5}{B_5}$	$\frac{B12}{h12}$	

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

Поля допусков отверстий			Поля допусков валов		
класс точности со системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП	класс точности со системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП
1	$H_1$	$K6$	1	$T_1$	$m5$
	$П_1$ $C_1=A_1$ $D_1$	$J_6$ $H6$ $G6$		$H_1$ $П_1$ $C_1=B_1$ $D_1$	$k5$ $js5$ $h5$ $g5$
2	$Г$	$N7$	2	$Pr$	$r6 s6$
	$H$ $П$ $C=A$ $Д$ $X$	$K7$ $J_7$ $H7$ $G7$ $F8$		$Пл$ $Г$ $T$ $H$ $П$ $C=B$ $Д$ $X$ $Л$	$p6 r6$ $n6$ $m6$ $k6$ $js6$ $h6$ $g6$ $p7$ $e8$
2a	$C_{2a}=A_{2a}$	$H8$	2a	$Pr1_{2a}$ $C_{2a}=B_{2a}$	$s7$ $h7$
3	$C_3=A_3$ $X_3$	$H8 H9$ $E8 F9$	3	$Pr1_3$ $C_3=B_3$ $Ш_3$	$u8$ $h9$ $d9 d10$
4	$C_4=A_4$ $X_4$	$H11$ $D11$	4	$C_4=B_4$ $X_4$	$h11$ $d11$
5	$C_5=A_5$ $X_5$	$H12$ $B12$	5	$C_5=B_5$ $X_5$	$h12$ $b12$
7	$A_7$ $CM_7$	$H14$ $J_{s14}$	7	$CM_7$ $B_7$	$js^{14}$ $h14$
8	$A_8$ $CM_8$	$H15$ $J_{s15}$	8	$CM_8$ $B_8$	$js^{15}$ $h15$
9	$A_9$ $CM_9$	$H16$ $J_{s16}$	9	$B_9$	$h16$
10	$A_{10}$ $CM_{10}$	$H17$ $J_{s17}$	10	$B_{10}$	$h17$

11 Параметры шероховатости поверхности и соответствующие им классы точности

Классы чистоты поверхности	Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73		Обозначение параметров шероховатости по ГОСТ 2.309-73					
	Ra, мкм	Rz, мкм	Ra		Rz			
1	От 80 до 50	От 320 до 200	$\sqrt{80}$	$\sqrt{63}$	$\sqrt{50}$	Rz 320	Rz 250	Rz 200
2	От 40 до 25	От 160 до 100	$\sqrt{40}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{25}$	Rz 160	Rz 125	Rz 100
3	От 20 до 12,5	От 80 до 50	$\sqrt{20}$	$\sqrt{16}$	$\sqrt{12,5}$	Rz 80	Rz 63	Rz 50
4	От 10 до 6,3	От 40 до 25	$\sqrt{10}$	$\sqrt{8}$	$\sqrt{6,3}$	Rz 40	Rz 32	Rz 25
5	От 5 до 3,2	От 20 до 12,5	$\sqrt{5}$	$\sqrt{4}$	$\sqrt{3,2}$	Rz 20	Rz 16	Rz 12,5
6	От 2,5 до 1,6	От 10 до 8,0	$\sqrt{2,5}$	$\sqrt{2,0}$	$\sqrt{1,6}$	Rz 10	Rz 8	
7	От 1,25 до 0,8	От 6,3 до 4,0	$\sqrt{1,25}$	$\sqrt{1,0}$	$\sqrt{0,8}$	Rz 6,3	Rz 5,0	Rz 4,0
8	От 0,63 до 0,40	От 3,2 до 2,0	$\sqrt{0,63}$	$\sqrt{0,50}$	$\sqrt{0,40}$	Rz 3,2	Rz 2,5	Rz 2,0
9	От 0,32 до 0,20	От 1,6 до 1,0	$\sqrt{0,32}$	$\sqrt{0,25}$	$\sqrt{0,20}$	Rz 1,6	Rz 1,25	Rz 1,0
10	От 0,16 до 0,10	От 0,8 до 0,5	$\sqrt{0,16}$	$\sqrt{0,125}$	$\sqrt{0,1}$	Rz 0,8	Rz 0,63	Rz 0,5
11	От 0,08 до 0,05	От 0,4 до 0,25	$\sqrt{0,08}$	$\sqrt{0,063}$	$\sqrt{0,05}$	Rz 0,4	Rz 0,32	Rz 0,25
12	От 0,040 до 0,025	От 0,2 до 0,125	$\sqrt{0,04}$	$\sqrt{0,032}$	$\sqrt{0,025}$	Rz 0,2	Rz 0,16	Rz 0,125
13	От 0,020 до 0,0125	От 0,1 до 0,063	$\sqrt{0,02}$	$\sqrt{0,016}$	$\sqrt{0,0125}$	Rz 0,10	Rz 0,08	Rz 0,063
14	От 0,010 до 0,008	От 0,05 до 0,025	$\sqrt{0,010}$	$\sqrt{0,008}$		Rz 0,05	Rz 0,04	Rz 0,025

### 3 Определение режимов резания

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

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

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

Аналитический расчет режимов резания по эмпирическим формулам с учетом всех справочных коэффициентам производят по указанию руководителя проекта только для двух-трех переходов или разнохарактерных операций, например точение, сверление, шлифование и тому подобное. Для остальных операций технологического процесса режимы резания устанавливают по таблицам нормативных справочников с учетом всех поправочных коэффициентов, учитывающих изменение условий резания. При расчете режимов резания следует пользоваться справочниками [1, 3]. При выборе из таблиц норматив-

ных справочников той или иной величины студент обязан сослаться на данный справочник, карту, таблицу и страницу (см. методику расчета).

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

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

**Операция** – фрезерования плоскости основание приспособления. Станок вертикально-фрезерной модели 6Р13. Размер обрабатываемой поверхности  $LB = 500 \cdot 150$  мм. Материал заготовки стали 35ХМ с пределом прочности при растяжении  $\sigma_B = 780 \text{ МН/м}^2$  (78 гкс/мм<sup>2</sup>).

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

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

### Выбор режущего инструмента

Принимаем торцовую фрезу со вставными призматическими зубьями, оснащенными пластинками твердого сплава Т15К6, см. [1] (фрезерование, карта I, с. 40). При выборе марки твердого сплава для режущего инструмента можно пользоваться табл. 12. Диаметр фрезы

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

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

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

### Назначение режима резания

1 Устанавливаем глубину резания. Припуск снимаем за один проход

$$t = h = 1,5 \text{ мм.}$$

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

$\sigma_B > 70$  кгс/мм.

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

3 Назначаем период стойкости фрезы ([1] табл. 9, с. 38) для  $D = 250$  мм,  $T = 240$  мин.

Величина допустимого износа задней поверхности зубьев фрезы  $h_3 = 1$  мм ([1] табл. 2, с. 21).

4 Определяем скорость резания, допускаемую режущими свойствами фрезы, м/мин

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

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

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

## ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ СТАЛИ ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ

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

Прочие поправочные коэффициенты не учитываются.

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



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

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка

$$n_d = 300 \text{ мин}^{-1}.$$

6 Действительная скорость резания

$$V_d = \pi D n_d / 1000 = (3,14 \cdot 250 \cdot 300) / 1000 = 236 \text{ М/МИН} \approx 3,94 \text{ М/С}.$$

7 Минутная подача

$$S_M = S_{ZZ} n_d = 0,125 \cdot 8 \cdot 300 = 300 \text{ мм/мин}.$$

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

$$S_M = 300 \text{ мм/мин}.$$

8 Определяем мощность, затрачиваемую на резание, кВт

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

где

$$K_N = K_{M_N} K_{\phi_N} K_{\gamma_N}.$$

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

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

Учитываем поправочные коэффициенты на мощность:

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

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

$$\begin{aligned} N_{\text{рез}} &= \frac{42,4 \cdot 1,5 \cdot 0,125^{0,75} \cdot 150^{1,1} \cdot 8 \cdot 300^{0,8}}{100000 \cdot 250^{0,3}} = 1,02 \cdot 0,95 = \\ &= \frac{42,2 \cdot 1,5 \cdot 0,21 \cdot 247,6 \cdot 8 \cdot 95 \cdot 95,87}{100000 \cdot 5,24} \cdot 1,02 \cdot 0,95 = 4,65 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

9 Определяем мощность привода станка.

У станка модели 6Р13 мощность  $N_M = 10$  кВт,  $\eta = 0,75$ ;  $N_{\text{шп}} = N_M \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5$  кВт, следовательно обработка возможна ( $4,65 < 7,5$ ).

#### Определение машинного времени

$$T_M = L / S_M, \text{ мин},$$

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

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

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

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

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

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

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

Поправочные коэффициенты на мощность

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

Следовательно

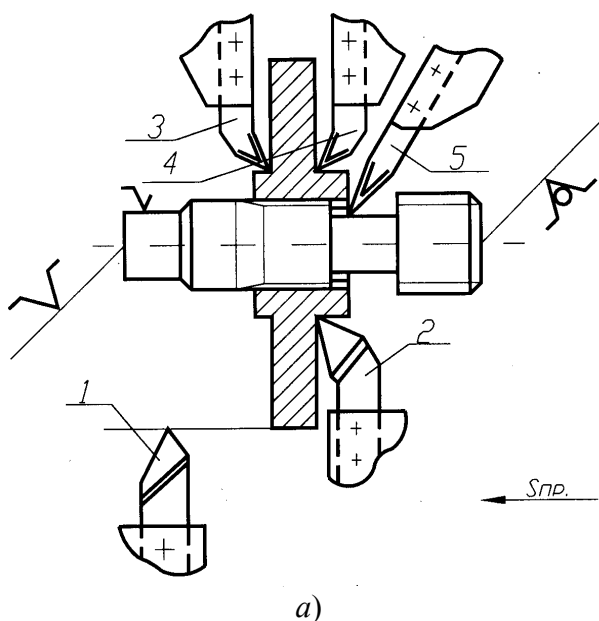
$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_{\gamma_N} = 4,6 \cdot 0,95 \text{ кВт.}$$

### Методика расчета режимов резания при МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТАХ

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

**Операция** – чистовая токарная обработка заготовки зубчатого колеса на многорезцовом одношпиндельном полуавтомате модели 1А730. Материал заготовки – сталь 45,  $\sigma_B = 65$  кгс/мм ( $650$  МПа/мм<sup>2</sup>). Операционные размеры и размеры заготовки показаны на рис. 6 (где  $a$  – наладка,  $b$  – заготовка,  $v$  – обработанная деталь).

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



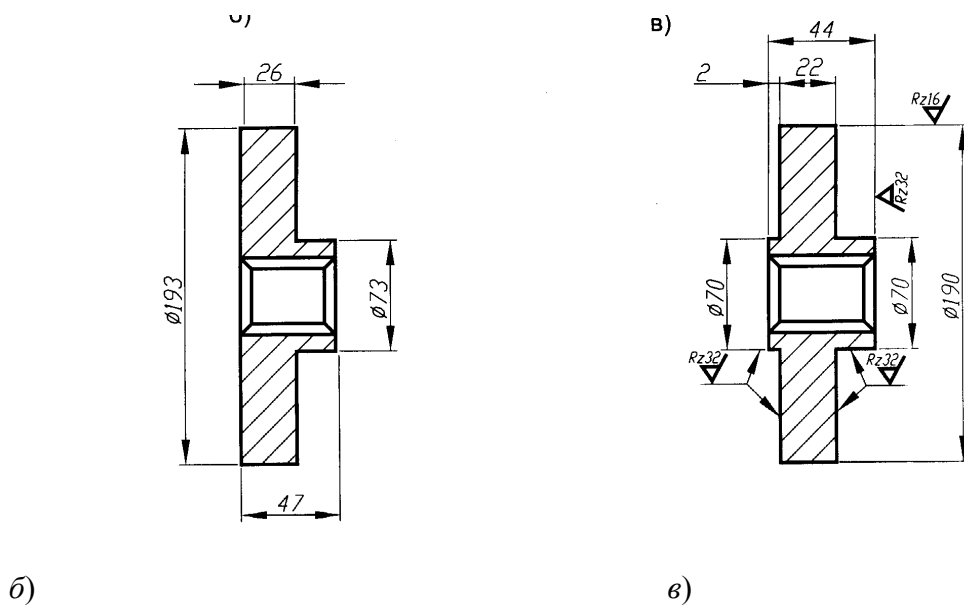


Рис. 6

### 3 Определение режимов резания

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

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

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

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

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

#### МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

**Операция** – фрезерования плоскости основание приспособления. Станок вертикально-фрезерной модели 6Р13. Размер обрабатываемой поверхности  $LB = 500 \cdot 150$  мм. Материал заготовки стали 35ХМ с пределом прочности при растяжении  $\sigma_b = 780 \text{ МН/м}^2$  (78 гкс/мм<sup>2</sup>).

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

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

#### Выбор режущего инструмента

Принимаем торцовую фрезу со вставными призматическими зубьями, оснащенными пластинками твердого сплава Т15К6, см. [1] (фрезерование, карта I, с. 40). При выборе марки твердого сплава для режущего инструмента можно пользоваться табл. 12. Диаметр фрезы

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

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

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

### Назначение режима резания

1 Устанавливаем глубину резания. Припуск снимаем за один проход

$$t = h = 1,5 \text{ мм.}$$

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

$\sigma_B > 70$  кгс/мм.

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

3 Назначаем период стойкости фрезы ([1] табл. 9, с. 38) для  $D = 250$  мм,  $T = 240$  мин.

Величина допустимого износа задней поверхности зубьев фрезы  $h_3 = 1$  мм ([1] табл. 2, с. 21).

4 Определяем скорость резания, допускаемую режущими свойствами фрезы, м/мин

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

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

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

### ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ СТАЛИ ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ

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

Прочие поправочные коэффициенты не учитываются.

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

5 Частота вращения шпинделя станка

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

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка

$$n_d = 300 \text{ мин}^{-1}.$$

6 Действительная скорость резания

$$V_d = \pi D n_d / 1000 = (3,14 \cdot 250 \cdot 300) / 1000 = 236 \text{ М/МИН} \approx 3,94 \text{ М/С}.$$

7 Минутная подача

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

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

$$S_M = 300 \text{ мм/мин.}$$

8 Определяем мощность, затрачиваемую на резание, кВт

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

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

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

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

Учитываем поправочные коэффициенты на мощность:

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

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

$$\begin{aligned} N_{\text{рез}} &= \frac{42,4 \cdot 1,5 \cdot 0,125^{0,75} \cdot 150^{1,1} \cdot 8 \cdot 300^{0,8}}{100000 \cdot 250^{0,3}} = 1,02 \cdot 0,95 = \\ &= \frac{42,2 \cdot 1,5 \cdot 0,21 \cdot 247,6 \cdot 8 \cdot 95 \cdot 95,87}{100000 \cdot 5,24} \cdot 1,02 \cdot 0,95 = 4,65 \text{ кВт.} \end{aligned}$$

9 Определяем мощность привода станка.

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

### Определение машинного времени

$$T_M = L / S_M, \text{ мин,}$$

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

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

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

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

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

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

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

Поправочные коэффициенты на мощность

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

Следовательно

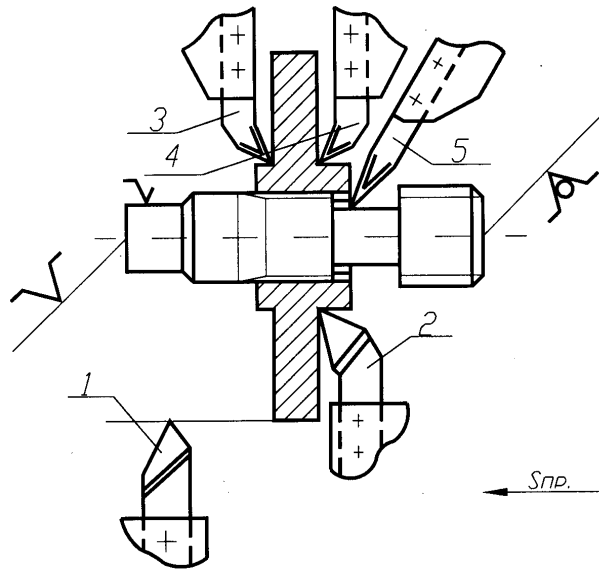
$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_{\gamma_N} = 4,6 \cdot 0,95 \text{ кВт.}$$

### Методика расчета режимов резания при МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТАХ

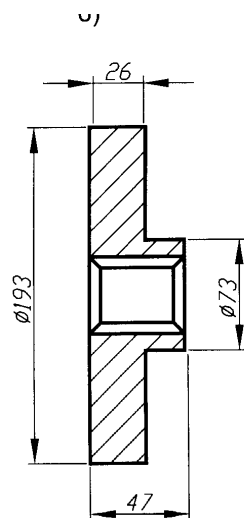
Расчет режимов резания при многоинструментальных работах на токарных многошпиндельных и многорезцовых автоматах, фрезерных, сверлильных и других станках имеет ряд специфических отличий от расчета одноинструментальной обработки, приведенной выше. Основным пособием для расчетов при многоинструментной обработке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

**Операция** – чистовая токарная обработка заготовки зубчатого колеса на многорезцовом одношпиндельном полуавтомате модели 1А730. Материал заготовки – сталь 45,  $\sigma_b = 65 \text{ кгс/мм}$  ( $650 \text{ МПа/мм}^2$ ). Операционные размеры и размеры заготовки показаны на рис. 6 (где *а* – наладка, *б* – заготовка, *в* – обработанная деталь).

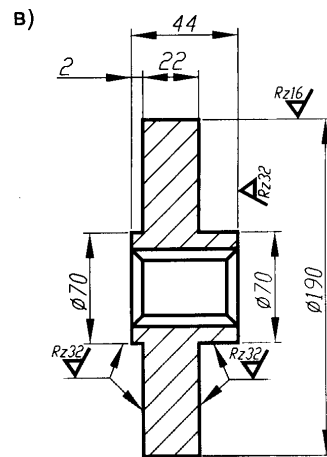
Режущие инструменты – резцы с пластинками твердого сплава Т15К6. Необходимо назначить режимы резания; определить машинное время.



а)



б)



в)

## Рис. 6

### Назначение режима резания

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

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

2 Определяем длину рабочего хода продольного и поперечного суппорта

$$L_{p.x} = l_{рез} + y + l_{доп},$$

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

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

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

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

$$Y = 1,5 + 4 = 5,5 \text{ мм};$$

$$L_{p.x} = 24 + 5,5 = 29,5 \text{ мм}.$$

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

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

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

тогда

$$L_{p.x} = 61,5 + 2 = 63,5 \text{ мм}.$$

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

Суммарная глубина резания резцов составляет:

– для продольного суппорта

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

– для поперечного суппорта

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

Для этих значений суммарной глубины резания рекомендуется подачи:

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

4 Определяем периоды стойкости лимитирующих инструментов ([2], карта 2, с. 814 – 815).

Период стойкости в минутах времени резания для каждого предположительно лимитирующего инструмента наладки, по которому ведется расчет скорости резания,

$$T = T_m \lambda,$$

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

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

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

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

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

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

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

Период стойкости резца  $l$  в минутах времени резания составит

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6 Расчетная частота вращения шпинделя станка

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

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

7 Действительные скорости резания равны:

для резцов 1, 3, 4

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

для резцов 2 и 5

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

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

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

Поправочные коэффициенты на мощность резания:

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

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

Расчетная мощность резания

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

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

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

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

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

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

Расчетная мощность резания для каждого резца

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

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

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

Расчетная мощность резания

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

Суммарная мощность резания для всей наладки

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

9 Определяем достаточность мощности привода станка

$$\sum N_{рез} \leq N,$$

у станка модели 1A730  $N_M = 13,0$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,8$ ;

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

Коэффициент использования мощности станка

$$K_N = N_p / N_M,$$

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

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

$N_M$  – мощность станка 13,0 кВт;

$$K_N = 10,5 / 13,0 = 0,82.$$

## Определение машинного времени

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

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

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА АГРЕГАТНЫХ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

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

**Операция** – обработка четырех отверстий диаметром 16 Н8 мм (сверление, зенкерование и развертывание) на специальном 12-шпиндельном агрегатном вертикально-сверлильном станке. Заготовка – корпусная деталь из серого чугуна, НВ 230. Размеры обрабатываемых поверхностей приведены на рис. 7. Обработка производится на четырехпозиционном поворотном столе станка (рис. 8, 9):

I позиция – загрузочная;

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

III позиция – зенкерование четырех отверстий диаметром  $15,7^{+0,12}$  мм;

IV позиция – развертывание четырех отверстий диаметром 16Н8 мм.

Все режущие инструменты изготовлены из быстрорежущей стали Р6М5.

*Необходимо:* назначить режимы резания; определить машинное время.

## Назначение режимов резания

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

$$L_{p.x} = l_{рез} + y + l_{доп},$$

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

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

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

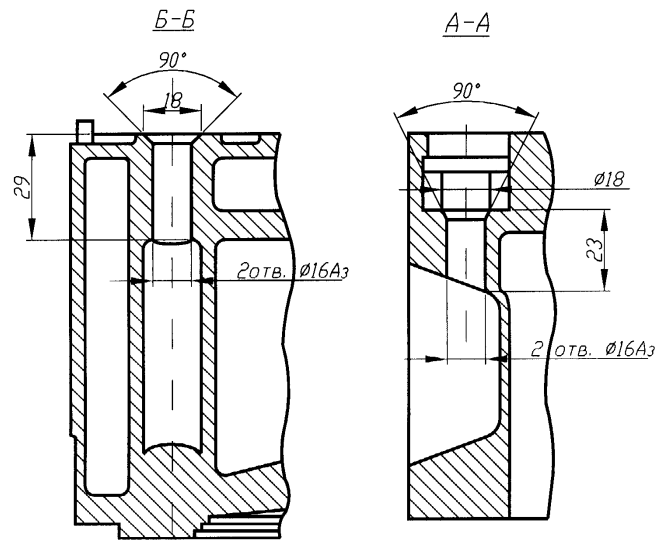
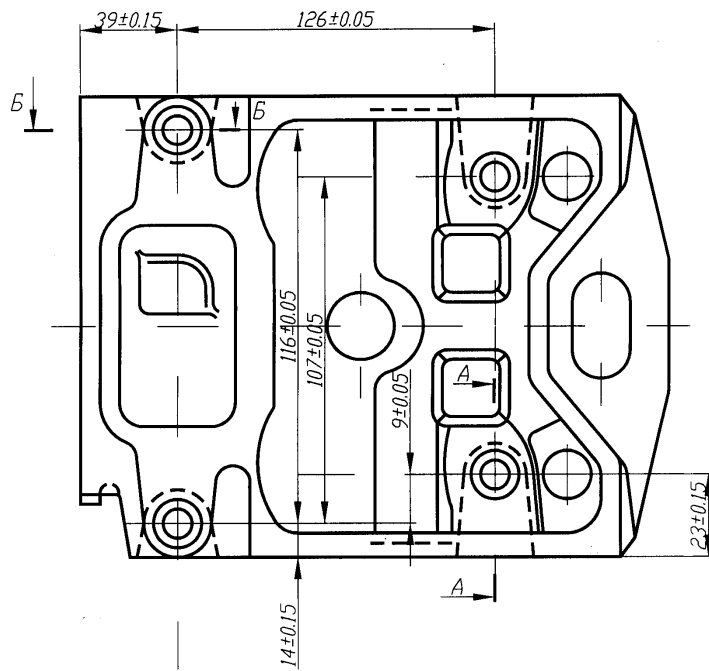
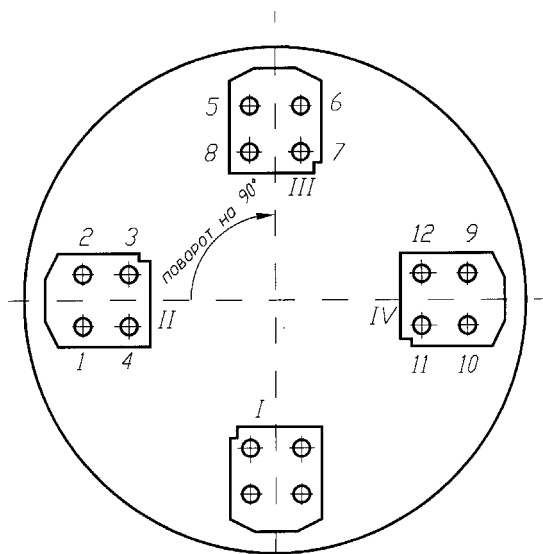


Рис. 7



**Рис. 9**

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

$$T = T_M \lambda,$$

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

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

Период стойкости этих инструментов времени резания, мин, составит

$$T = T_M \lambda = 160 \cdot 0,66 = 106 \text{ мин.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

5 Расчетная частота вращения шпинделей станка:

– сверл  $n = 1000 v_{\text{рас}} / \pi d = 1000 \cdot 17,1 / (3,14 \cdot 14) = 390 \text{ мин}^{-1}$ ;

– зенкер  $n = 1000 v_{\text{рас}} / \pi d = 1000 \cdot 24,3 / (3,14 \cdot 15,7) = 493 \text{ мин}^{-1}$ ;

– разверток  $n = 1000 v_{\text{рас}} / \pi d = 1000 \cdot 12 / (3,14 \cdot 16) = 239 \text{ мин}^{-1}$ .

6 Расчетное значение минутных подач инструментов:

– сверл  $S_M = S_M n = 0,3 \cdot 390 = 117 \text{ мм/мин}$ ;

– разверток  $S_M = S_M n = 1 \cdot 239 = 239 \text{ мм/мин}$ .

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

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

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

– разверток  $n = S'_M = 117 / 1 = 117 \text{ мин}^{-1}$ .

Действительная скорость резания:

– зенкер

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

– разверток

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

– для разверток мощность резания не учитывается ввиду ее незначительности. Суммарная мощность резания для всех инструментов головки

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

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

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

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

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

Для облегчения работы при выборе конкретного вида оборудования для выполнения данной технологической операции в табл. 13 приведены краткие технологические характеристики наиболее распространенных отечественных металлорежущих станков.

При разработке планировки автоматизированного участка, линии, механического цеха и расстановке технологического оборудования рекомендуется пользоваться условными обозначениями и нормативами, приведенными в табл. 14 – 19.
















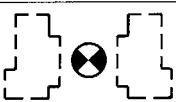
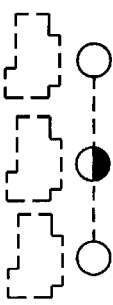








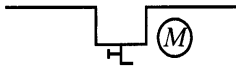
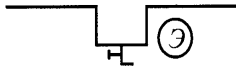

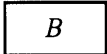
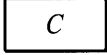
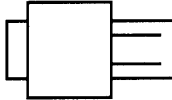

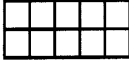





**4 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИ  
РАЗРАБОТКЕ ПЛАНИРОВКИ**

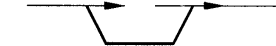





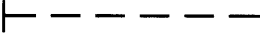
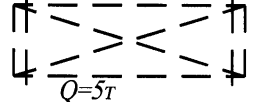
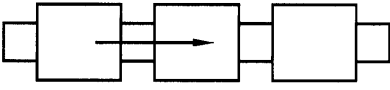
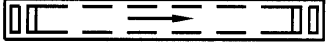
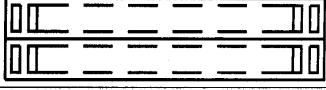

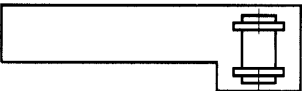
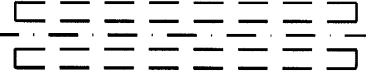
**14 Условное обозначение элементов подъемно-транспортного и  
технологического оборудования**

<i>Наименование</i>	<i>Условное обозначение (в плане)</i>
<i>Точка подвода холодной воды</i>	
<i>Точка слива воды</i>	
<i>Точка подвода сжатого воздуха 0,6 МПа</i>	
<i>Точка подвода сжатого воздуха 0,4 МПа</i>	
<i>Точка подвода эмульсии</i>	
<i>Точка подвода масла</i>	
<i>Пожарный кран</i>	
<i>Паропажаротушение</i>	
<i>Место рабочего у станка</i>	
<i>Место рабочего при обслуживании двух станков</i>	
<i>Место рабочего при многостаночном обслуживании</i>	
<i>Ток постоянный</i>	

*Продолжение табл. 14*

Наименование	Условное обозначение (в плане)
Фонтанчик питьевой	
Точка подвода пара	
Вытяжная вентиляция	
Маслопровод	
Эмульсопровод	
Шинопровод закрытый на подвесках	
Верстак	
Стеллаж	
Шкаф моечный	
Машина моечная	
Щит распределения	
Колодец	
Опрокидыватель	
Ток переменный	

Продолжение табл. 14

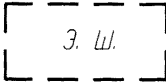


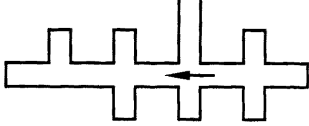
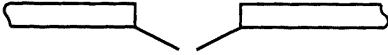
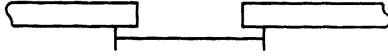
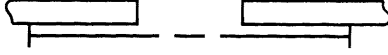
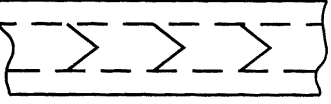
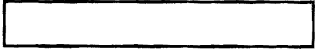
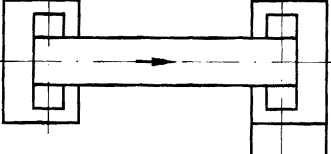
Наименование	Условное обозначение (в плане)
Конвейер подвесной толкающий	
Конвейер подвесной	
Спуск и подъем подвесного конвейера (цифры показывают расстояние от уровня пола в метрах)	
Монорельс (подвесной рельсовый путь)	
Таль электрическая на монорельсе	
Таль ручная на монорельсе	
Путь подкрановый	
Мостовой кран пятитонный	
Конвейер напольный	
Рольганг однорядный	
Рольганг двухрядный	
Подъемник пневматический напольный с сетчатым ограждением	
Станция приводная	
Канал подпольный	

**15 Условное обозначение строительных элементов подъемно-транспортного и технологического оборудования**


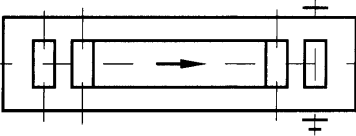
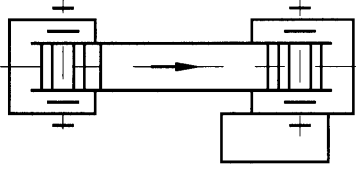
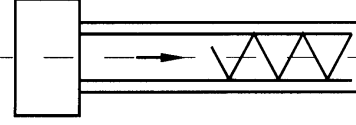
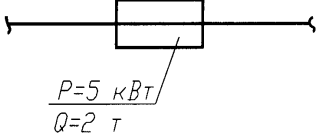




<i>Наименование</i>	<i>Условное обозначение (в плане)</i>
<i>Капитальная стена</i>	
<i>Сплошная перегородка</i>	
<i>Легкая перегородка</i>	
<i>Стеклянная перегородка</i>	
<i>Перегородка из стеклоблоков</i>	
<i>Сетчатая перегородка</i>	
<i>Барьер</i>	
<i>Проем в перегородке или стене</i>	
<i>Окно в стене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

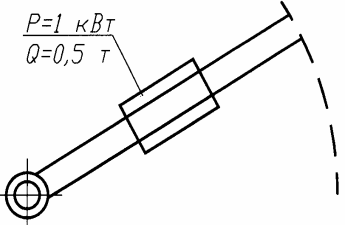
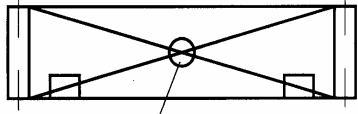
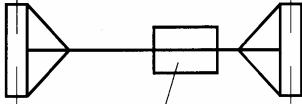
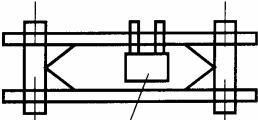
*Продолжение табл. 15*

<i>Наименование</i>	<i>Условное обозначение (в плане)</i>
<i>Электрошкаф</i>	
<i>Пульт управления</i>	
<i>Технологическое оборудование</i>	
<i>Автоматическая линия</i>	
<i>Двухпольные ворота (двери)</i>	
<i>Подъемные ворота (двери)</i>	
<i>Откатные двухпольные ворота (двери)</i>	
<i>Канал для транспортировки стружки</i>	
<i>Склиз, скат</i>	
<i>Ленточный конвейер</i>	

*Продолжение табл. 15*

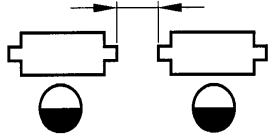
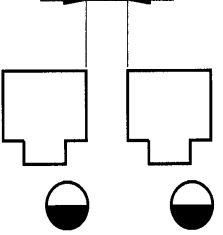
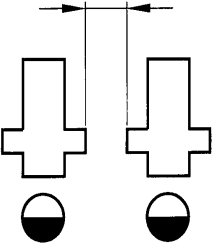
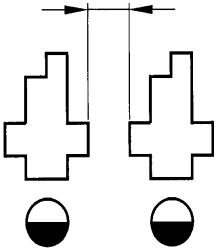
Наименование	Условное обозначение (в плане)
<i>Роликовый неприводной конвейер</i>	
<i>Роликовый приводной конвейер</i>	
<i>Пластинчатый конвейер</i>	
<i>Винтовой шнековый конвейер</i>	
<i>Монорельс с талью</i>	
<i>Электроинструмент на монорельсе</i>	
<i>Подвесной цепной конвейер</i>	

Продолжение табл. 15

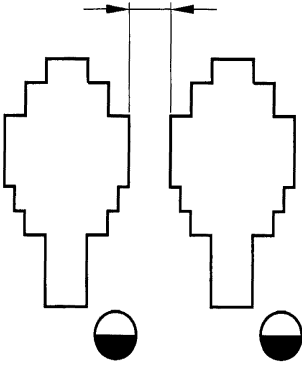
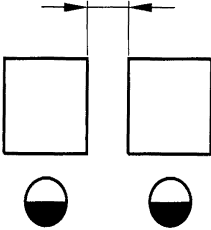
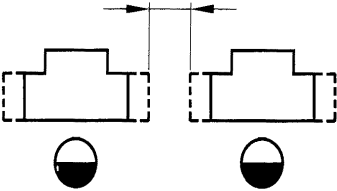
Наименование	Условное обозначение (в плане)
Консольный поворотный с электроталью	 <p><math>P=1 \text{ кВт}</math> <math>Q=0,5 \text{ т}</math></p>
Мостовой кран	 <p><math>P=7 \text{ кВт}</math> <math>Q=10 \text{ т}</math></p>
Одноблочный опорный кран с электроталью	 <p><math>P=5 \text{ кВт}</math> <math>Q=5 \text{ т}</math></p>
Подвесной однопролетный кран-штабелер	 <p><math>P=3 \text{ кВт}</math> <math>Q=0,75 \text{ т}</math></p>

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

## 16 Нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий

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

Продолжение табл. 16

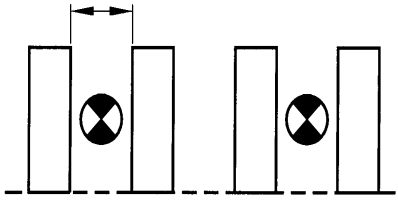
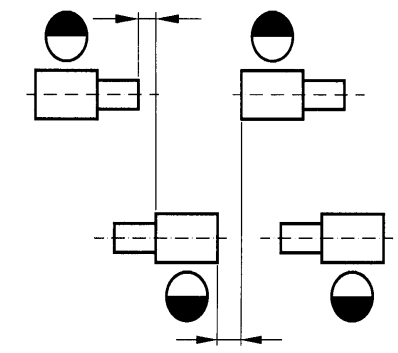
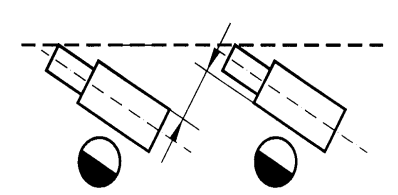
Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мелкие станки	средние станки	крупные станки
Продольно-фрезерные, продольно-строгальные		—	1000	1800
Зуборезные		700	900	1500
Шлифовальные		700	900	1500

Примечание. 1. При разных размерах стоящих рядом станков расстояние между ними принимается по большему из этих станков.  
2. При установке станков на индивидуальные фундаменты расстояние между станкам принимается с учетом конфигурации фундаментов станков.  
3. Нормы расстояний не учитывают площадок (стеллажей) для хранения крупных заготовок, тары для транспортировки, местных подъемных устройств, конвейеров и оргоснастки, размеры которых следует учитывать в каждом конкретном случае дополнительно.

Продолжение табл. 16

Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мелкие станки	средние станки	крупные станки
В "затылок"		1300	1500	2000
Тыльными сторонами		700	800	1300
Станок обслуживается одним рабочим		2000	2500	2800

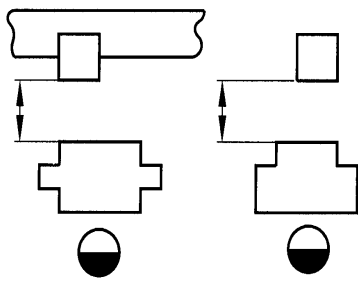
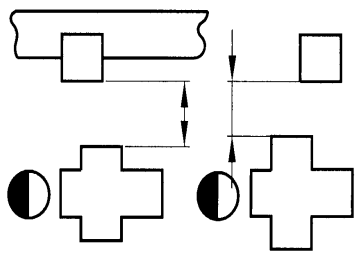
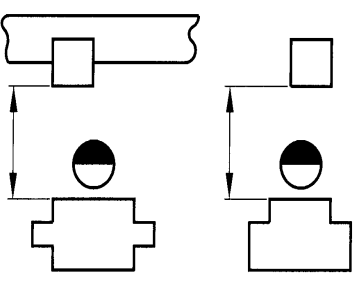
Продолжение табл. 16

Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мелкие станки	средние станки	крупные станки
Два станка обслуживаются одним рабочим		1300	1500	—
Шахматное расположение		700	800	1200
Под углом 15° - 20°		1300	1500	1800

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

*Продолжение табл. 16*



Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мелкие станки	средние станки	крупные станки
Тыльной стороной		700	800	1000
Боковой стороной		700	800	1000
Фронтом		1300	1500	1800

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

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



## 18 Нормы расстояний между поточными линиями станков (рабочих мест) с механизированным транспортом

Виды транспортных средств	Схемы по чных линий	
<p>Напольный конвейер (пластинчатый, ленточный, роликовый и др.)</p>		
<p>Подвесной конвейер или таль на монорельсе</p>		

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

## 19 Нормы расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами

Виды транспортных средств	Схемы конвейерных линий
Конвейер шагающий возвратно-поступательного движения	
Конвейер вертикально-замкнутый	
Конвейер горизонтально-замкнутый	

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования работ: Выпуски на все виды резания. М.: Машиностроение, 1974. 354 с.
- 2 Справочник нормировщика-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1974. Т. 2. 416 с.
- 3 Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение, 1972. 509 с.
- 4 Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.
- 5 Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. М.: Изд-во стандартов, 1992. 464 с.
- 6 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1986. 239 с.
- 7 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учеб. пособие. М.: Машиностроение, 1985. 184 с.

8 Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. 4-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. Т. 1: 656 с.; Т. 2: 496 с.

9 Стандарт предприятия. Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления. СТП ТГТУ 07–97. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 40 с.