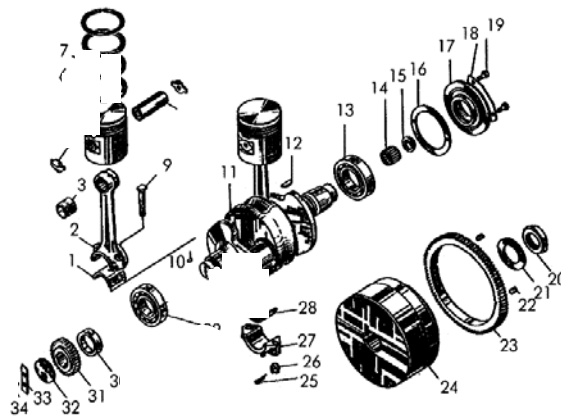


**В.А. Ванин, А.Н. Преображенский,
В.Х. Фидаров**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ
МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ И СБОРКИ**



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

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

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ
МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ И СБОРКИ**

Рекомендовано Ученым советом университета в качестве учебного пособия



Тамбов
Издательство ТГТУ
2005

УДК 621(075)
ББК К5я73
В12

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент
М.М. Свиридов

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

Ванин, В.А.

В12 Проектирование технологических процессов
механической обработки и сборки : учеб. пособие /

В.А. Ванин,
А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. Тамбов :
Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 172 с.

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

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения», по направлению подготовки бакалавров и магистров «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и по направлению подготовки дипломированных специалистов «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

УДК 621(075)
ББК К5я73

ISBN 5-8265-0354-8

© Ванин В.А., Преображенский А.Н., Фидаров В.Х., 2005
© Тамбовский государственный
технический университет
(ТГТУ), 2005

Учебное издание

ВАНИН Василий Агафонович,
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Александр Николаевич,
ФИДАРОВ Валерий Хазбиевич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ И СБОРКИ

Учебное пособие

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

Подписано к печати 4.07.2005.

Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Объем: 10,00 усл. печ. л.; 9,95 уч.-изд. л.
Тираж 150 экз. С. 488^М

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

Как показывает опыт работы кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» Тамбовского государственного технического университета, студенты много времени теряют в ходе проектирования 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.

Состав и рубрикация пояснительной записки курсового проекта

Титульный лист.

Ведомость курсового проекта.

Задание на курсовой проект.

Аннотация.

Содержание.

Введение.

1. Исходные данные для проектирования.
2. Определение типа производства.
3. Проектирование технологического процесса сборки.
 - 3.1. *Служебное назначение сборочной единицы и описание ее работы.*
 - 3.2. Конструкторский контроль чертежа сборочной единицы.
 - 3.3. Анализ технологичности конструкции сборочной единицы. Обоснование метода достижения точности замыкающегося звена для одной размерной цепи в сборочной единице.
 - 3.4. Выбор и обоснование организационной формы сборки.
 - 3.5. Разработка технологической схемы сборки.
 - 3.6. Разработка маршрута, операций и нормирование технологического процесса сборки. Заполнение маршрутной карты сборки.
4. Проектирование технологического процесса изготовления детали.
 - 4.1. Формулировка служебного назначения детали.
 - 4.2. *Анализ технических условий на изготовление детали.*
 - 4.3. Анализ технологичности конструкции детали.
 - 4.4. Выбор и экономическое обоснование метода получения заготовки.
 - 4.5. Обоснование последовательности выполнения операций изготовления детали и выбора баз.
 - 4.6. Выбор методов обработки поверхностей детали и определение необходимого количества переходов. Выбор технологического оборудования.
 - 4.7. Анализ вариантов и выбор оптимального маршрута обработки детали.
 - 4.8. *Расчет припусков и межоперационных размеров заготовки.*
 - 4.9. Разработка операций технологического процесса.
 - 4.9.1. *Выбор схемы построения операций.*
 - 4.9.2. Выбор и обоснование технологического оборудования, технологической оснастки, режущего и контрольно-измерительного инструмента.
 - 4.9.3. Расчет и определение режимов резания и норм времени на каждую операцию.
 - 4.9.4. Расчет технико-экономической эффективности технологических операций.
5. Проектирование и расчет технологической оснастки.
 - 5.1. Исходные данные для разработки конструкции приспособления.
 - 5.2. Анализ и уточнение схемы установки детали, выбор качества типа и взаимного расположения опор.
 - 5.3. Разработка расчетной схемы приспособления с учетом величин и направления действия составляющих сил резания. Определение необходимой силы зажима.
 - 5.4. Силовой расчет приспособления.
 - 5.5. Расчет приспособления на точность.
 - 5.6. Проверочный расчет на прочность.
 - 5.7. Технико-экономическое обоснование эффективности разработанного приспособления.
 - 5.8. Описание принципа работы приспособления.
6. Выбор и разработка средств автоматизации и контроля элементов технологического процесса.
7. Выбор методов и средств технического контроля качества изготавливаемой детали.

Заключение.

Список используемых источников.

Приложения:

П.1. Технологическая документация.

П.1.1. Титульный лист.

П.1.2. Маршрутная карта сборки.

П.1.3. Маршрутная карта изготовления детали.

П.1.4. Операционные карты изготовления детали.

П.1.5. Карты операционных эскизов.

П.1.6. Карты технического контроля.

П.2. Спецификации технологической оснастки.

Состав и рубрикация пояснительной записки дипломного проекта

Титульный лист.

Ведомость дипломного проекта.

Задание на дипломный проект.

Аннотация.

Содержание.

Введение.

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

Заключение.

Список используемой литературы.

Приложения:

П.1. Технологическая документация.

П.1.1. Титульный лист.

П.1.2. Маршрутная карта сборки.

П.1.3. Маршрутная карта изготовления детали.

П.1.4. Операционные карты изготовления детали.

П.1.5. Карты операционных эскизов.

П.1.6. Карты технического контроля.

* **Примечание.** Содержание разделов 3, 4, 5 – см. состав и рубрикацию пояснительной записки курсового проекта.

П.2. Спецификации технологической оснастки.

П.3. Спецификации средств автоматизации и контроля.

П.4. Спецификации линии, участка.

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

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

ОБРАЗЕЦ АННОТАЦИИ:

курсового проекта студента

механико-машиностроительного факультета Иванова П.С.

на тему: «Технологический процесс изготовления картера
раздаточной коробки автомобиля УАЗ»

56 с., в том числе 12 ил., 4 листа чертежей.

Тамбовский государственный технический университет

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

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

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

Разработана конструкция установочно-зажимного приспособления на фрезерную операцию.

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

Решены вопросы организации и экономики производства.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 (подрисуночный текст), которое помещают под ним и располагают следующим образом: «Рис. 1.5. Схема сборки узла».

Номер таблицы, заголовок таблицы

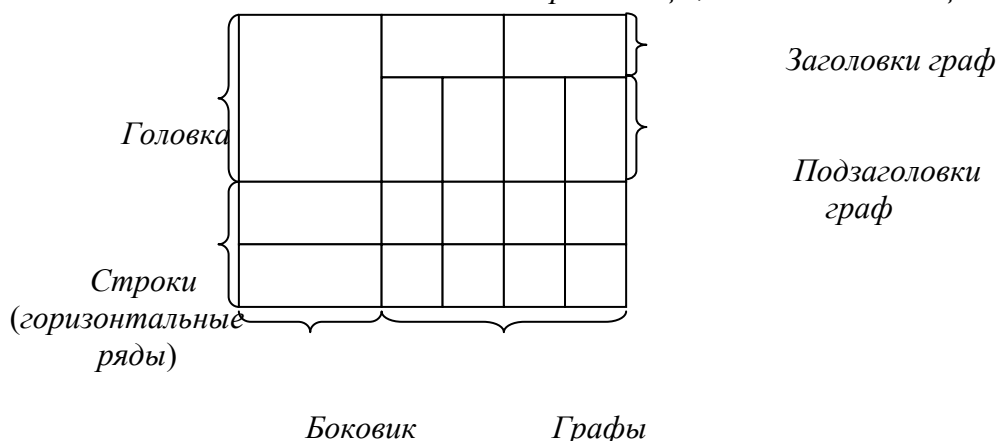


Рис. 1. Пример построения таблицы

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

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

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 представлять 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 (боковицах) таблиц, например:

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

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения, например: $H \cdot м$; $A \cdot м$; $Pa \cdot с$.

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

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.

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

Под редакцией:

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

2. Многотомное издание.

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

3. Отдельный том.

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

4. Статья из книги.

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

5. Статья из журнала.

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

6. Отдельно изданный стандарт.

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

7. Патентные документы.

А. с. 1007970 СССР. МКИ³ В 25 В15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В.С. Ваулин, В.Г. Кемайкин. № 3360585/25-08; Заявл. 23.11.81; Опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. 2 с.

8. Промышленный каталог.

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

9. Прейскурант.

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

10. Диссертация.

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

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

Приложения оформляют обычно как продолжение ПЗ на последующих ее страницах, располагая их в порядке появления ссылок в тексте. В приложения включают технологическую документацию по разработанным в курсовом проекте процессам сборки изделия и изготовления деталей; спецификации конст-

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

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

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

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

Требования к листу сборки

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

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

Требования к листу детали, заготовки и способа ее получения

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

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

Требования к листу карты наладки

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Сложный инструмент не следует вычерчивать полностью, достаточно указать шедшие габариты и форму 2 – 3 зубьев (фреза, протяжка) и способ их крепления указывается «Карта наладки станка на операцию № __». На лист карты наладки заполняется спецификация. Установочно-зажимные приспособления, державки для режущего инструмента, режущий инструмент указываются в спецификации как сборочные единицы. Детали и сборочные единицы станка в спецификацию не включаются.

Требования к листу установочно-зажимного или контрольного приспособления

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

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

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

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

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

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

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

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

В зависимости от годового объема выпуска изделий и принятого типа производства решение технологических задач осуществляется по-разному. Для мелкосерийного производства разрабатывается 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. 2 приводится основная надпись для формата А4 с горизонтальным полем подшивки как наиболее часто применяемая в дипломном проектировании. Графы основной надписи заполняются в соответствии с рекомендациями (см. табл. 1).

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

1. Содержанке 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 align="center">ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА ПО ГОСТ 3.1201–74:</p> <p>первые семь цифр в верхней части графы – код организации-разработчика. Ряду учебных заведений присвоены отраслевые коды.</p> <p>В этой графе временно допускается записывать шестизначный почтовый индекс ТГТУ:</p> <p align="center">ПЕРВЫЕ ПЯТЬ ЦИФР В НИЖНЕЙ ЧАСТИ ГРАФЫ – КОД ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОКУМЕНТА, ВЫБИРАЕМЫЙ ИЗ ГОСТ 3.1201–74;</p> <p>пять последних цифр – порядковый регистрационный номер.</p> <p>В учебном процессе допускается вместо этих цифр условно записать «XXXXX»</p>
5	<p align="center">ЛИТЕРА, ПРИСВОЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ДОКУМЕНТУ ПО ГОСТ 3.1102–81:</p> <p>И – разового изготовления в единичном производстве;</p> <p>П – предварительный проект;</p> <p>А – серийное производство;</p> <p>Б – массовое производство и т.д.</p> <p>При дипломном проектировании допускается в этой графе записывать «ДП»</p>
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

Продолжение табл. 1

Номер графы	Содержание вносимой информации
15	Дата подписи. Написание месяца римскими цифрами не допускается
26	Общее количество листов документа
27	Порядковый номер листа документа
28	<p align="center">УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИДА ДОКУМЕНТА ПО ГОСТ 3.1102–81, НАПРИМЕР:</p> <p>МК – маршрутная карта;</p> <p>КТП – карта технологического процесса;</p> <p>КЭ – карта эскизов;</p> <p>ОК – операционная карта</p>

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. 3).

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

Но- мер пунк- та поис- ка	Содержание информации
--	-----------------------

1	<p>ОБОЗНАЧЕНИЕ СЛУЖЕБНЫХ СИМВОЛОВ: А – НОМЕР ЦЕХА, УЧАСТКА, РАБОЧЕГО МЕСТА, НОМЕР ОПЕРАЦИИ, КОД И НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЕРАЦИИ;</p> <p>Б – код, наименование оборудования и информация по трудозатратам;</p> <p>М – информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, вспомогательных и комплектующих материалах с указанием их кода, кода единицы величины, количества на изделие и нормы расхода;</p> <p>О – содержание операции (перехода). Информация записывается по всей строке, при необходимости продолжение информации переносится на следующие строки. При отсутствии эскизов обработки здесь записывают размеры обработки отдельных поверхностей;</p> <p>Т – информация о технологической оснастке в такой последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; средства измерений. Перед наименованием оснастки указывается код в соответствии с классификатором. Код включает в себя высшую (шесть первых цифр) и низшую (четыре цифры после точки) классификационные группировки. Низшую группировку в дипломном проекте можно условно указать в виде знака «XXXX». Количество одинаковой одновременно работающей оснастки указывается цифрой в скобках, например: «...; 39 1842. XXXX (2) – фреза угловая Р9М6»;</p> <p>Р – строка вводится, если требуется указать информацию о режимах обработки</p>
---	---

Продолжение табл. 2

Номер пункта поиска	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, сорт-мент, размер и марка материала, номер стандарта, т.е. данные, которые в текстовых документах обычно записываются дробью в виде</p> $Kруг \frac{В 25 ГОСТ 2590 - 71}{45 ГОСТ 1050 - 74} .$ <p>В данной графе запись выполняется одной строкой с разделительным знаком «/»</p>
6	<p>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</p>
7	<p>Код операции согласно классификатору технологических операций [70, 71], например:</p> <p>4220 – для расточной операции;</p> <p>4221 – для горизонтально-расточной операции</p>
8	<p>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»</p>
9	<p>Код степени механизации труда указывается однозначной:</p> <p>наблюдение за работой автоматов – 1;</p> <p>работа с помощью машин и автоматов – 2;</p> <p>вручную при машинах и автоматах – 3;</p> <p>вручную без машин и автоматов – 4;</p> <p>вручную при наладке машин и ремонту – 5</p>
10	<p>Код профессии согласно классификатору</p>

Продолжение табл. 2

Но-мер пункта поиска	Содержание информации
11	<p>Разряд работы, необходимый для выполнения операции. 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;</p> <p>11 – сдельная система оплаты труда прямая;</p> <p>12 – сдельная система оплаты труда премиальная;</p> <p>13 – сдельная система оплаты труда прогрессивная;</p> <p>20 – повременная форма оплаты труда;</p> <p>21 – повременная система оплаты труда простая;</p> <p>22 – повременная система оплаты труда премиальная</p>

12	Код условий труда включает в себя цифру – условия труда: 1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные; 3 – особо тяжелые, особо вредные и букву, указывающую вид нормы времени; Р – аналитически-расчетная; И – аналитически-исследовательская; Х – хронометражная; 0 – опытно-статистическая
13	Обозначение документов, применяемых при пополнении данной операции, например ИОТ – инструкция по охране труда
14	Обозначение профиля и размеров заготовок. Рекомендуется указывать толщину, ширину и длину заготовки, сторону квадрата или диаметр и длину, например, 20 × 50 × 300, Ø 35
15	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
16	Количество одновременно обрабатываемых заготовок
17	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки, например прутка
18	Единица нормирования, на которую установлена норма времени, например: 1, 10, 100 шт.
19	Масса заготовки

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	<i>НОРМА ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА ОПЕРАЦИЮ, МИН</i>														
24	Коды технологической оснастки по классификатору														

На рис. 4 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 раз-

мещен на этой карте, то операционную карту оформляют на форме 3 (рис. 5), эскиз для которой выполняется отдельно на карте эскизов (рис. 6).

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

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:

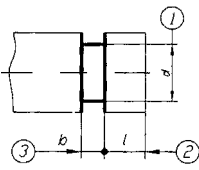
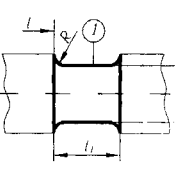
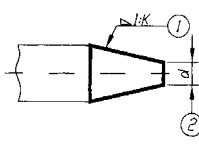
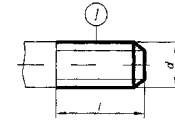
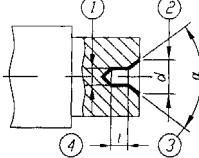
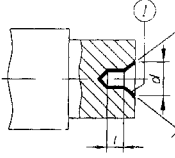
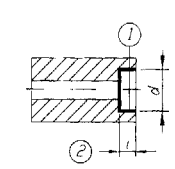
025. Карусельно-фрезерная

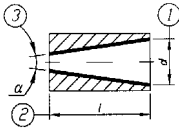
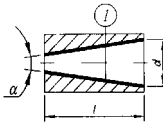
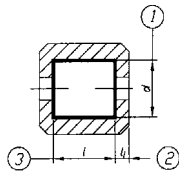
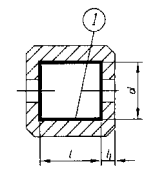
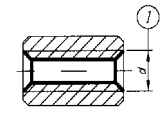
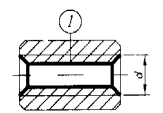
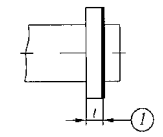
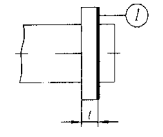
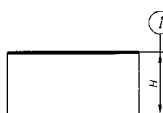
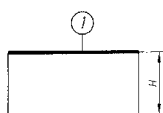
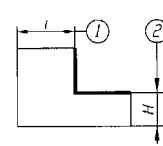
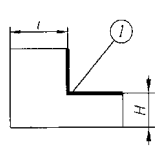
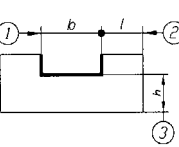
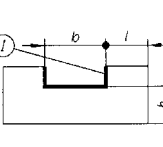
1. Установить и закрепить заготовку.
2. Проверить исполнение пер. 1, ОТК.
3. Фрезеровать поверхности 1 и 2.

При оформлении операционных эскизов (рис. 4, 6) следует применять условные обозначения согласно табл. 7 – 11.

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.

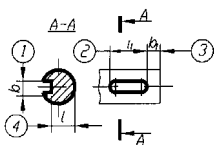
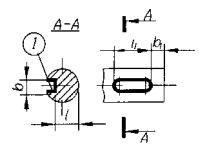
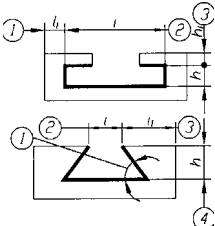
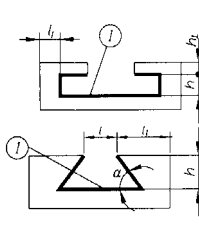
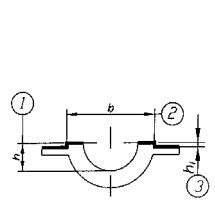
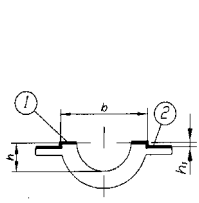
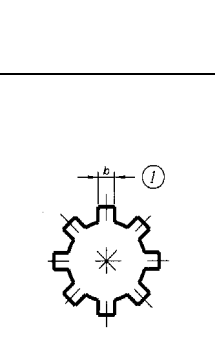
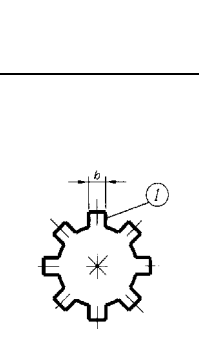
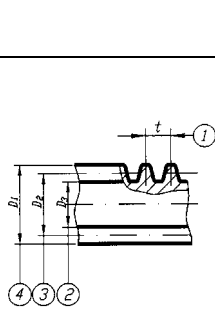
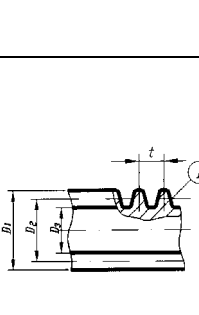
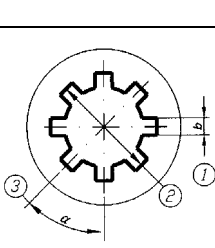
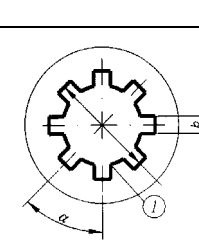
3. ПРИМЕРЫ ПОЛНОЙ И СОКРАЩЕННОЙ ЗАПИСИ СОДЕРЖАНИЯ ПЕРЕХОДОВ обработки резанием и графического изображения обрабатываемых поверхностей (ГОСТ 3.1702–79)

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

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
Развернуть (расточить, зенкеровать и т.п.) коническое отверстие, выдерживая размеры l – 3		Развернуть (расточить, зенкеровать и т.п.) отверстие l	
Расточить канавку, выдерживая размеры l – 3		Расточить канавку l	
Нарезать (шлифовать и т.п.) резьбу выдерживая размер l		Нарезать (шлифовать и т.п.) резьбу l	
Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец буртика, выдерживая размер l		Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец буртика l	
Строгать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) поверхность, выдерживая размер l		Строгать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) поверхность l	
Шлифовать (фрезеровать, строгать и т.п.) уступ, выдерживая размеры l и 2		Шлифовать (фрезеровать, строгать и т.п.) уступ l	
Протянуть (строгать, фрезеровать шлифовать и т.п.) паз, выдерживая		Протянуть (строгать, фрезеровать шлифовать и т.п.) паз l	

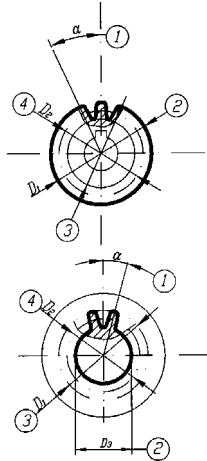
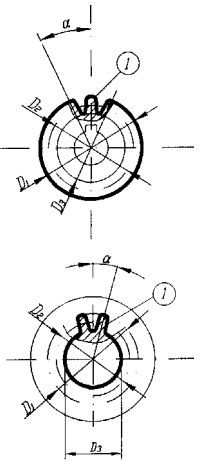
размеры $1 - 3$			
--------------------	--	--	--

Продолжение табл. 3

Полная запись перехода	Эскиз	Сокращенная запись перехода	Эскиз
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	
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	

Продолжение табл. 3

Полная запись пе-	Эскиз	Сокращенная запись	Эскиз
-------------------	-------	--------------------	-------

рехода		перехода	
Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т.п.) зубья, выдерживая размеры I – 4		Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать и т.п.) зубья I	

4. Ключевые слова технологических переходов и их условные коды

Ко д	Ключевое слово	Ко д	Ключевое слово
01	Вальцевать	25	Рассверлить
02	Врезаться	26	Расточить
03	Галтовать	27	Сверлить
04	Гравировать	28	Строгать
05	Довести	29	Суперфинишировать
06	Долбить	30	Точить
07	Закруглить	31	Хонинговать
08	Заточить	32	Шевинговать
09	Затыловать	33	Шлифовать
10	Зенкеровать, зенковать	34	Цековать
11	Навить	35	Центровать
12	Накатать	36	Фрезеровать
13	Нарезать
14	Обкатать	80	Выверить

Продолжение табл. 4

Ко д	Ключевое слово	Ко д	Ключевое слово
15	Опилить	81	Закрепить
16	Отрезать	82	Настроить
17	Подрезать	83	Переустановить
18	Полировать
19	Притирать	86	Переместить
20	Приработать	87	Поджать
21	Протянуть	88	Проверить
22	Развернуть	89	Смазать
23	Развальцевать	90	Снять
24	Раскатать	91	Установить

5. Технология вспомогательных и технологических переходов

Наименование операции	Содержание перехода
Вспомогательные переходы	Установить деталь. Установить деталь, закрепить, снять. Снять деталь. Установить деталь, выверить, закрепить. Подать пруток до упора. Закрепить. Снять остаток. Запрессовать деталь на оправку. Открепить деталь. Переустановить деталь, закрепить. Выдвинуть пруток на длину. Перезакрепить деталь. Поджать центром. Установить расточную оправку. Выверить оправку по приспособлению. Установить накладной кондуктор. Откинуть кондукторную плиту. Повернуть кондуктор с деталью на угол... Переустановить деталь в кондукторе. Закрепить. Повернуть стол с деталью на угол... Снять кондуктор. Уложить деталь в тару. Повторить переходы...
Токарные операции	Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размер 1 и 2. Точить фасонную поверхность в размеры 1, 2 и 3. Точить поверхность с подрезкой торца в размеры 1, 2. Точить поверхность с образованием фаски в размеры 1, 2, 3. Одновременно точить n поверхностей в размеры 1, 2, 3 и 4. Точить галтель (радиус) в размер 1. Точить фаску в размер 1. Точить конус в размеры 1, 2, 3, 4. Точить сферу в размер 1. Точить шейку под люнет в размеры 1, 2, 3. Накатать сетчатое рифление в размер 1 по ГОСТ*... Накатать прямое рифление 0 размер 1 по ГОСТ... Нарезать профиль червяка, выдерживать размеры и ТУ согласно таблице эскиза.

Продолжение табл. 5

Наименование операции	Содержание перехода
	Подрезать торец начисто (только для заготовок из прутка). Подрезать торец в размер 1. Подрезать торец буртика в размер 1. Проточить риску в размеры 1, 2, 3. Подрезать торец с проточкой канавки в размеры 1, 2, 3. Проточить канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить торцевую канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить радиусную канавку в размеры 1,2, 3. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размеры 1, 2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ... Нака-

	<p>тать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размеры 1, 2. Надрезать заготовку с образованием фаски в размеры 1, 2, 3. Разрезать заготовку на n деталей размер 1. Отрезать временный центр в размер 1. Отрезать деталь в размер 1. Центровать торец размер 1. Центровать торец в размеры 1, 2, 3. Править центровое отверстие в размеры 1, 2. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размеры 1, 2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размеры 1, 2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1, 2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Зенковать фаску в размер 1. Расточить фаску в размер 1. Расточить коническое отверстие в размеры 1, 2, 3 на проход. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1, 2. Подрезать дно в размер 1. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить выточку в размеры 1, 2, 3. Расточить сферу (радиус) в размер 1. Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1, 2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Калибровать отверстие в размер 1. Полировать поверхность до . Раскатать отверстие в размер 1. Обкатать поверхность и размер 1. Навить пружину в размеры 1, 2, 3. Отрубить пружину в размер 1</p>
Сверлильные операции	<p>Центровать поверхность в размер 1. Центровать торец в размеры 1, 2, 3. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размеры 1, 2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1, 2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Зенковать фаску в размер 1. Расточить кольцевую канавку в размеры 1, 2, 3. Рассверлить отверстие в размеры 1, 2. Сверлить отверстия в размер 1 на проход. Одновременно сверлить отверстия в размеры 1 и 2 на проход. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1, 2. Зенковать отверстие в размеры 1, 2, 3. Зенковать выточку в размеры 1, 2. Зенковать бобышку в размер 1. Зенковать внутреннюю бобышку в размер 1. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размеры 1, 2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ... Вырезать деталь в размер 1</p>

Продолжение табл. 5

Наименование операции	Содержание перехода
Расточные операции	<p>Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размеры 1, 2. Подрезать торец в размер 1. Фрезеровать поверхность в</p>

	<p>размер 1. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1, 2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1, 2. Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1, 2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Расточить выточку в размеры 1, 2, 3. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить фаску в размер 1. Раскатать отверстие в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1 на проход</p>
Фрезерные операции	<p>Фрезеровать поверхность в размер 1 на проход. Фрезеровать поверхности в размеры 1, 2. Фрезеровать уступ в размеры 1, 2. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Фрезеровать фаску в размер 1. Фрезеровать n поверхностей (торец, ребро и т.д.) в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать шпоночный паз в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать шлиц в размеры 1, 2. Фрезеровать торец в размер 1. Фрезеровать торцы в размер 1. Фрезеровать паз «ласточкин хвост» в размеры 1,2 (с одной стороны). Фрезеровать паз «ласточкин хвост» в размеры 1, 2, 3 (с другой стороны). Фрезеровать окно в размер 1, 2, 3. Фрезеровать гнездо в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать скос в размеры 1, 2. Фрезеровать ребро в размер 1. Фрезеровать шестигранник в размер 1. Фрезеровать квадрат в размер 1. Фрезеровать лыску в размер 1. Фрезеровать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Фрезеровать неполные витки червяка на входе и выходе резца до 0,5 толщины (размер1). Фрезеровать радиус в размер 1. Фрезеровать спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Разрезать деталь на ... штук в размер 1. Отрезать заготовку (деталь) в размер 1. Строгать поверхность в размер 1</p>
Строгальные операции	<p>Строгать поверхности в размеры 1, 2. Строгать уступ в размеры 1, 2. Строгать паз в размеры 1, 2, 3. Строгать ребро в размер 1. Строгать канавку в размеры 1, 2, 3. Строгать фаску в размер 1. Строгать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Строгать паз «ласточкин хвост» в размеры 1, 2 (с двух сторон)</p>
Долбежные операции	<p>Долбить уступ в размеры 1, 2. Долбить паз в размеры 1, 2, 3. Долбить окно в размеры 1, 2, 3</p>
Протяжные операции	<p>Протянуть отверстие в размер 1. Протянуть паз в размеры 1, 2. Протянуть шлицевое отверстие в размеры 1, 2, 3, 4. Протянуть окно в размеры 1, 2, 3. Протянуть поверхность в размер 1</p>

Наименование операции	Содержание перехода
Зубообрабатывающие операции	<p>Фрезеровать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Долбить зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Строгать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Протянуть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Фрезеровать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4. Шевинговать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Шлифовать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Хонинговать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Притереть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Закруглить зубья в размер 1. Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размеры 1, 2. Накатать рифления в размеры 1, 2, 3, 4, 6. Накатать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4</p>
Шлифовальные операции	<p>Шлифовать поверхность в размер 1. Шлифовать поверхность в размеры 1, 2. Шлифовать поверхность и торец в размеры 1, 2. Шлифовать галтель (радиус) в размер 1. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать конус в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать сферу в размер 1. Шлифовать канавку в размеры 1, 2, 3. Шлифовать отверстие в размер 1 на проход. Шлифовать отверстие в размеры 1, 2. Шлифовать коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Шлифовать дно в размеры 1, 2. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать торец в размер 1. Шлифовать поверхность в размер 1 на проход. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать уступ в размеры 1, 2. Шлифовать ребро в размер 1 на проход. Шлифовать паз в размеры 1, 2, 3. Шлифовать центровую фаску в размер 1. Шлифовать резьбу в размер 1 на проход. Шлифовать резьбу в размеры 1, 2. Шлифовать коническую резьбу в размер 1, по ГОСТ ... Шлифовать профиль n заходного червяка, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Шлифовать радиус закругления по профилю червяка в размер 1. Шлифовать n шлицев в размеры 1, 2, 3, 4</p>
Отделочные операции	<p>Хонинговать отверстие в размер 1 до . Суперфинишировать поверхность в размер 1 до . Суперфинишировать отверстие в размер 1 до . Полировать отверстие до . Полировать поверхность до</p>
Разметоч-	<p>Проверить размеры заготовки. Разметить ба-</p>

ные операции	зовые плоскости, осевые линии, центры, контур детали
--------------	--

Продолжение табл. 5

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

* Номера ГОСТов условно не указаны.

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

Наименование	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Опоры:			
неподвижная			
подвижная			
плавающая			
регулируемая			
Зажимы:			
одиночный			
двойной			
Установочные устройства:			
неподвижный центр		—	—

Продолжение табл. 6

Наименование	Обозначение на видах
--------------	----------------------

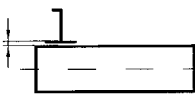
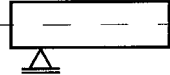
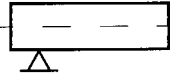
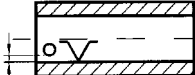
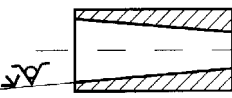
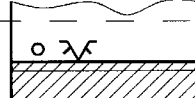
Форма	спереди, сзади	сверху	снизу
вращающийся центр		—	—
плавающий центр		—	—
цилиндрическая оправка			
шариковая (роликовая) оправка			
поводковый патрон			

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

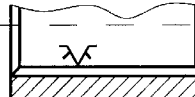
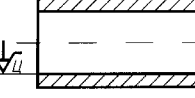
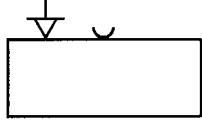
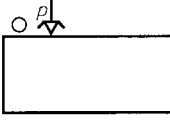

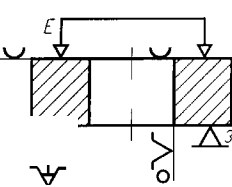
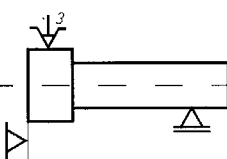
Форма поверхности	Обозначение
Плоская	
Рифленая, резьбовая, шлицевая	
Сферическая	
Цилиндрическая, шаровая	
Призматическая	
Коническая	
Ромбическая	
Трехгранная	

8. Примеры нанесения обозначений креплений на схемах

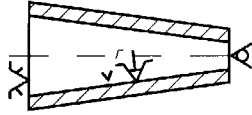
Вид креплений	Обозначение
В неподвижном гладком центре	
В рифленом центре	
В плавающем центре	
Во вращающемся центре	
В обратном вращающемся центре с рифленой поверхностью	

В поводковом патроне	
С подвижным люнетом	
С неподвижным люнетом	
На цилиндрической оправке	
На конической роликовой оправке	
На резьбовой оправке с наружной резьбой	

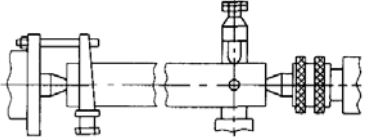
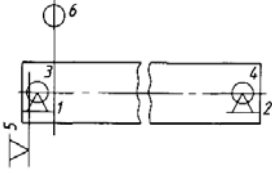
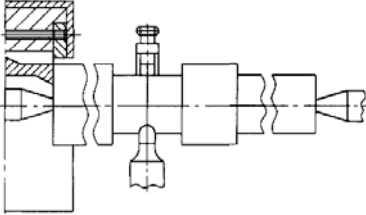
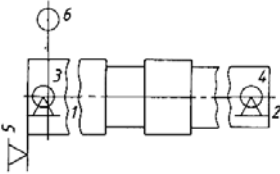
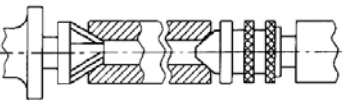
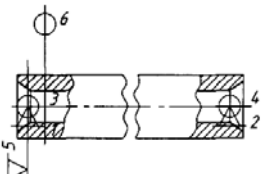
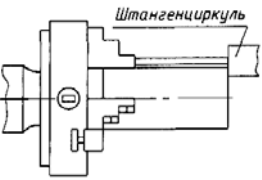
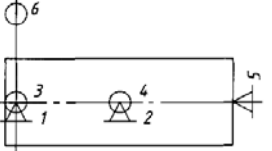
Продолжение табл. 8

Вид креплений	Обозначение
На шлицевой оправке	
На цанговой оправке	
На регулируемой опоре со сферической выпуклой поверхностью	
В пневматическом зажиме с рифленной поверхностью	
В тисках с пневмоприводом с призматическими губками	
В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец с упором на три опоры и с электроприводным устройством двойного зажима имеющим сферические поверхности	
В трехкулачковом патроне с упором в торец с поджимом вращающимся центром и с подвижным люнетом	

В конической оправке с гидропластовым зажимным устройством с упором на рифленую поверхность торца и с поджимом вращающимся центром

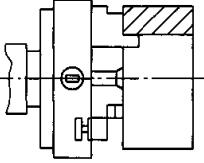
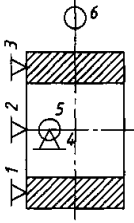
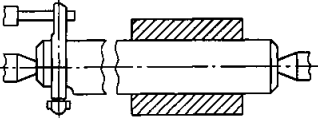
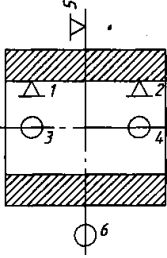
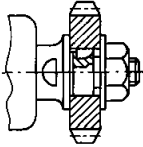
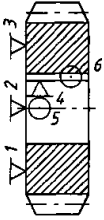
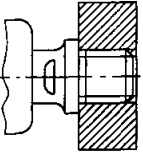
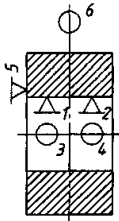
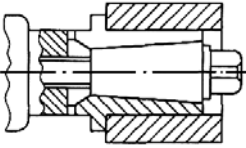
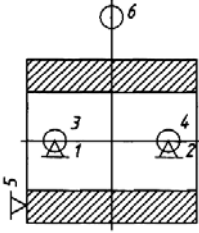


9. Примеры схем базирования деталей

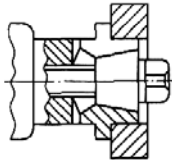
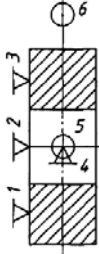
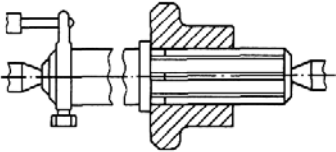
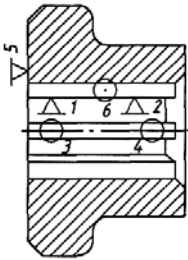
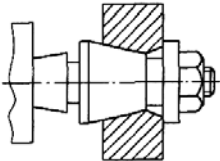
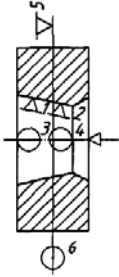
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>В центрах с поводком с вращающимся центром и подвижным люнетом</p> 	
<p>В центрах с поводком с вращающимся центром и подвижным люнетом</p> 	
<p>В центрах с рифленным и вращающимся центром</p> 	
<p>В трехкулачковом самоцентрирующем патроне с базированием по наружному диаметру без упора в торец</p> 	

Продолжение табл. 9

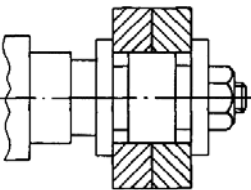
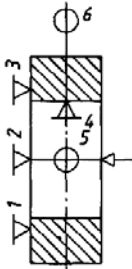
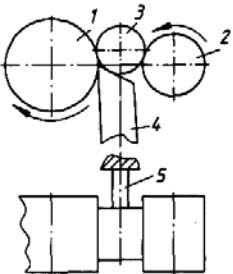
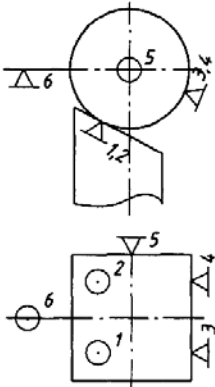
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
----------------------------	---------------------------------

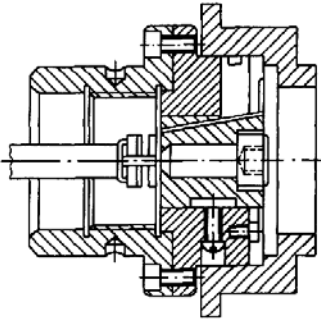
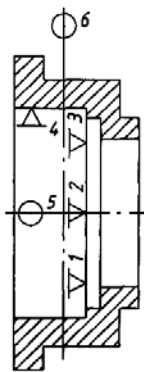
<p>В трехлапчатом патроне в разжим с базированием по торцу</p> 	
<p>На жесткой центральной конусной или цилиндрической оправке с натягом в центрах с базированием по отверстию</p> 	
<p>На консольной оправке со шпонкой с базированием по торцу</p> 	
<p>НА РЕЗЬБОВОЙ КОНСОЛЬНОЙ ОПРАВКЕ С БАЗИРОВАНИЕМ ПО РЕЗЬБЕ</p> 	
<p>Описание и схема установки</p>	<p>Теоретическая схема базирования</p>
<p>На разжимной консольной оправке с базированием по отверстию</p> 	

Продолжение табл. 9

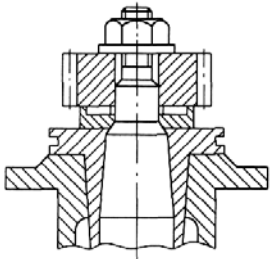
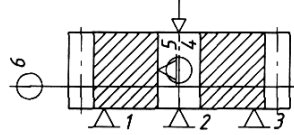
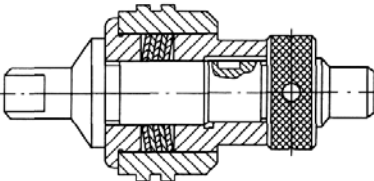
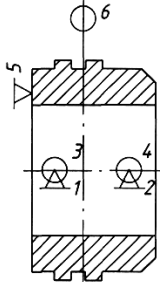
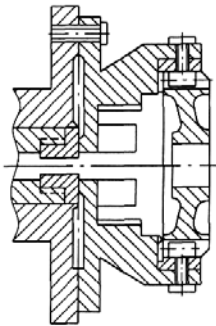
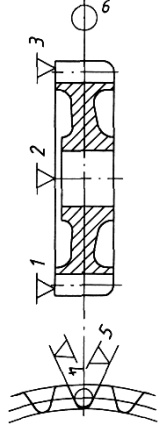
<p>На разжимной консольной оправке с базированием по торцу</p> 	
<p>На шлицевой оправке в центрах с базированием по отверстию</p> 	
<p>На жесткой конусной консольной оправке с базированием по отверстию</p> 	

Продолжение табл. 9

Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>На жесткой консольной оправке с базированием по торцу</p> 	
<p>По обрабатываемой поверхности при бесцентровом врезном шлифовании</p>  <p>1 – шлифовальный круг; 2 – ведущий круг; 3 – заготовка; 4 – опора; 5 – продольный</p>	

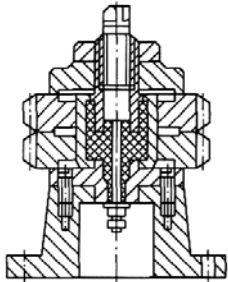
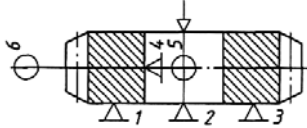
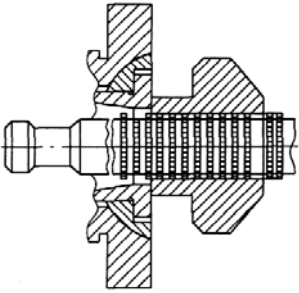
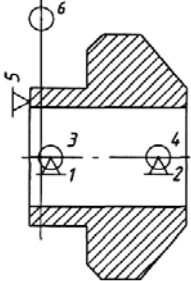
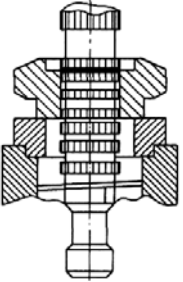
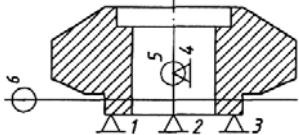
<p>упор</p> <p>На оправке с креплением по отверстию</p> 	
--	---

Продолжение табл. 9

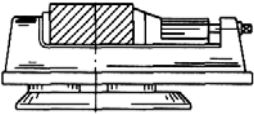
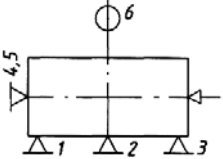
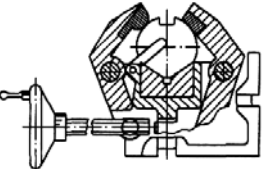
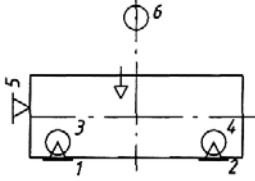
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>На жесткой оправке с креплением по торцу</p> 	
<p>На оправке в разжим с базированием по отверстию</p> 	
<p>В приспособлении с роликами с базированием по торцу</p> 	

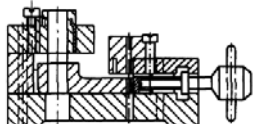
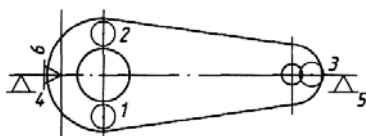
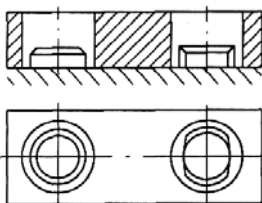
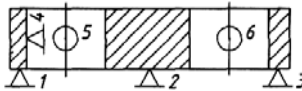
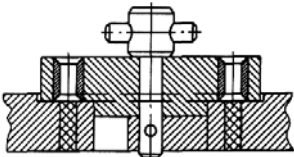
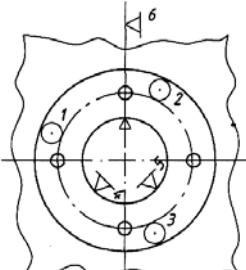
Продолжение табл. 9

Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
----------------------------	---------------------------------

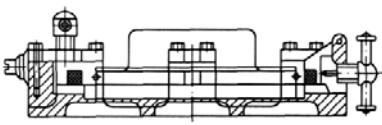
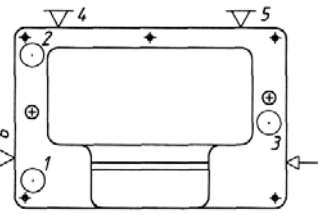
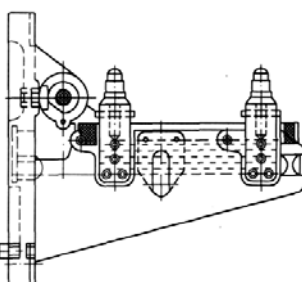
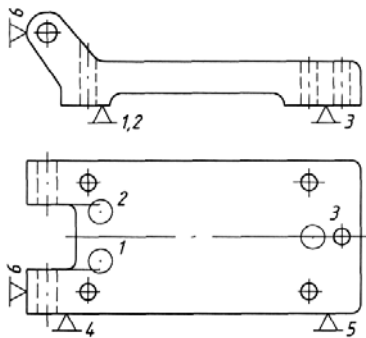
<p>Крепление на оправке с гидропластом</p> 	
<p>Базирование по отверстию по сферической опоре при протягивании</p> 	
<p>Базирование по торцу и с жесткой опорой при протягивании</p> 	

Продолжение табл. 9

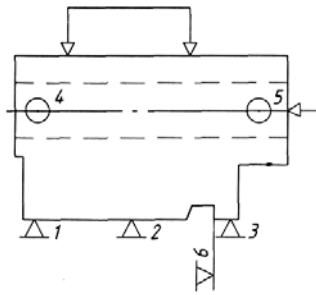
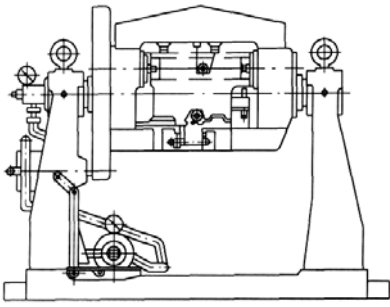
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>В машинных тисках</p> 	
<p>В призматических тисках</p> 	

<p>Крепление в призмах</p> 	
<p>На плоскость, круглый и срезанный пальцы с вертикальными осями</p> 	
<p>В накладном кондукторе</p> 	

Продолжение табл. 9

Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>В кондукторе</p> 	
<p>В кондукторе на поворотном столе</p> 	

В кондукторе на поворотном приспособлении

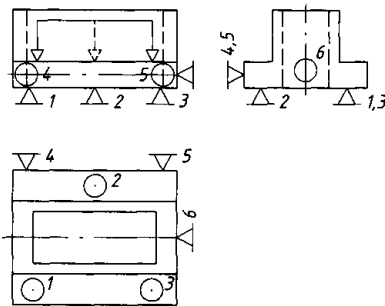
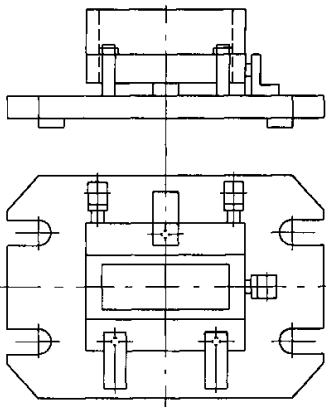


Продолжение табл. 9

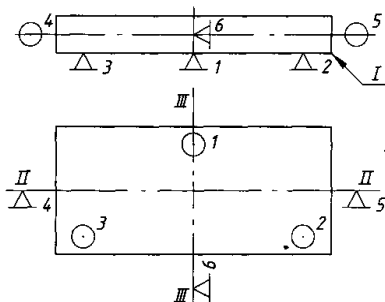
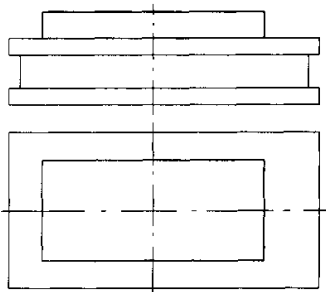
Описание и схема установки

Теоретическая схема базирования

По плоскости основания и двум боковым сторонам









По плоскости (на магнитной плите)



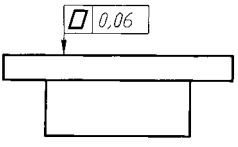
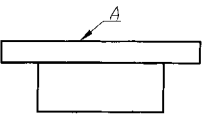
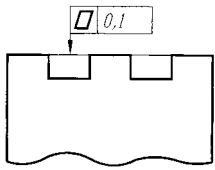
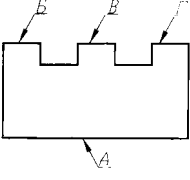
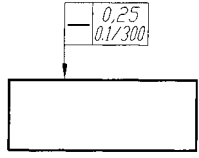
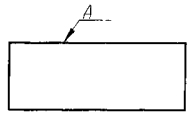
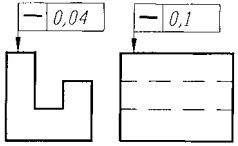
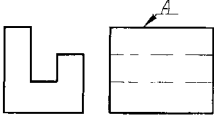
Примечание. На теоретических схемах базирования цифрами 1 – 6 обозначены опорные точки.

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

Группа допусков	Вид допуска	Обозначение
Допуски формы	Допуск на прямолинейность	—
	Допуск на плоскостность	
	Допуск на круглость	○
	Допуск на цилиндричность	
	Допуск на профиль продольного сечения	=
Допуски расположения	Допуск на параллельность	//
	Допуск на перпендикулярность	⊥
	Допуск на наклон	∠
	Допуск на соосность	◎
	Допуск на симметричность	≡
	Позиционный допуск	⊕
	Допуск на пересечение осей	×
	Допуск на радиальное биение	
	Допуск на торцовое биение	
	Допуск на биение в заданном направлении	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск на полное радиальное биение	
	Допуск на полное торцовое биение	
	Допуск на профиль заданного профиля	
	Допуск на форму заданной поверхности	

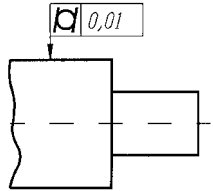
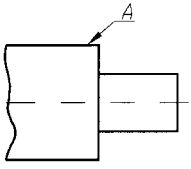
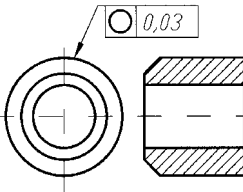
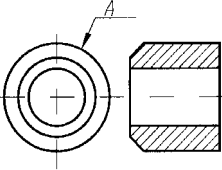
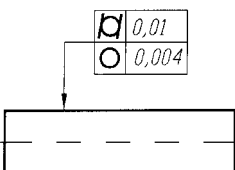
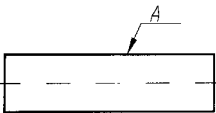
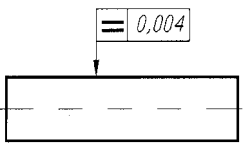
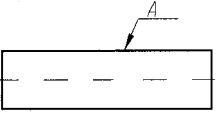
11. Примеры указания на чертежах отклонений формы и расположения поверхностей по ГОСТ 24642–81

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

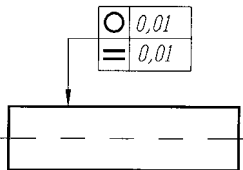
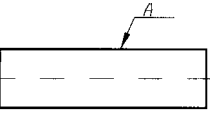
Отклонение от плоскостности		 <p>Неплоскостность поверхности А не более 0,06 мм</p>
		 <p>Непараллельность поверхности Б, В, Г относительно поверхн. А не более 0,01 мм</p>
Отклонение от прямолинейности		 <p>Непрямолинейность поверхности А не более 0,25 мм по всей длине и не более 0,1 мм на длине 300 мм</p>
		 <p>Непрямолинейность поверхности А в поперечном направлении не более 0,4 мм, в продольном направлении не более 0,1 мм на длине</p>

Продолжение табл. 11

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным значком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже

Отклонение от цилиндричности		 <p>Нецилиндричность поверхности А не более 0,01 мм</p>
Отклонение от круглости		 <p>Некруглость поверхности А не более 0,01 мм</p>
Отклонение от цилиндричности		 <p>Некруглость и отклонение профиля продольного сечения поверхности А не более 0,01 мм</p>
Отклонение профиля продольного сечения		 <p>Отклонение профиля продольного сечения поверхности А не более 0,01 мм</p>

Продолжение табл. 11

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным значком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение профиля продольного сечения		 <p>Нецилиндричность поверхности А не более 0,01 мм, некруглость не более 0,01 мм</p>

Отклонение от параллельности		<p>Непараллельность поверхностей А и В не более 0,1 мм</p>
		<p>Непараллельность поверхности В относительно поверхности А не более 0,01 мм на длине 100 мм</p>
		<p>Отклонение поверхности А от общей прилегающей плоскости не более 0,1 мм</p>

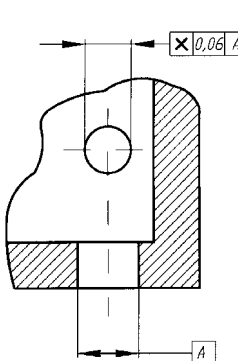
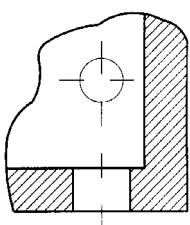
Продолжение табл. 11

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным значком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от перпендикулярности		<p>Неперпендикулярность поверхности В относительно основания не более 0,1 мм</p>
		<p>Неперпендикулярность оси отв. В относительно оси отв. А не более 0,04 мм</p>

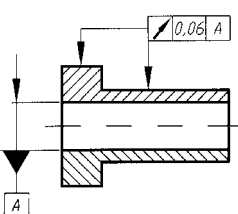
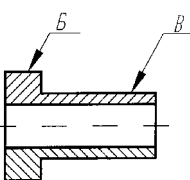
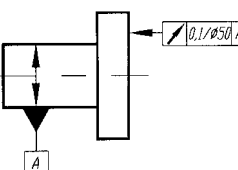
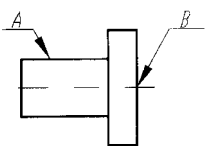
		 Неперпендикулярность оси отв. Б относительно поверхности А не более 0,1 мм
Отклонение от соосности		 Несоосность отв. Б относительно отв. А не более 0,08 мм
		 Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм

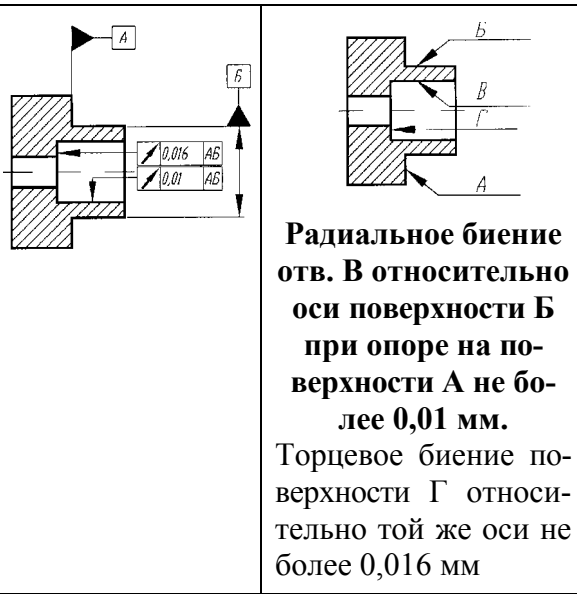
Продолжение табл. 11

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным значком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Отклонение от симметричности		 Несимметричность поверхности Б относительно оси отв. не более 0,1 мм
		 Несимметричность отв. относительно общей плоскости симметрии пазов не более 0,2 мм

Отклонение от пересечения осей		 <p data-bbox="590 403 877 492">Непересечение осей отв. не более 0,06 мм</p>
--------------------------------	--	---

Продолжение табл. 11

Наименование	Обозначение на чертежах	
	условным значком (предпочтительно)	текстом в технических требованиях с указанием на чертеже
Радиальное и торцевое биение		 <p data-bbox="590 1097 877 1243">Радиальное биение поверхностей Б и В относительно оси отв. не более 0,01 мм</p>
		 <p data-bbox="590 1478 877 1668">Торцевое биение поверхности Б относительно оси поверхности А не более 0,1 мм на диаметре 50 мм</p>



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

Система отверстия		Система вала	
Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка	Посадка по системе ОСТ	Рекомендуемая для замены посадка
\underline{A}_1	$\underline{H6}$	\underline{H}_1	$\underline{K6}$
T_1	m5	B_1	h5
\underline{A}_1	$\underline{H6}$	$\underline{П}_1$	$\underline{J6}$
$\underline{П}_1$	j_s5	B_1	h5
\underline{A}_1	$\underline{H6}$	\underline{C}_1	$\underline{H6}$
\underline{C}_1	h5	B_1	h5
\underline{A}_1	$\underline{H6}$	$\underline{Д}_1$	$\underline{G6}$
$\underline{Д}_1$	g5	B_1	h6
	$\underline{H7}$		
\underline{A}	$\underline{H7}$	$\underline{Гр}$	$\underline{T6}$
$\underline{Пр}$	r6	B	h6
	s6		
	$\underline{H7}$		$\underline{S7}$
\underline{A}	$\underline{H7}$	$\underline{Пр}$	$\underline{R7}$
$\underline{Пл}$	p6	B	h6
	r6		h6
\underline{A}	$\underline{H7}$	$\underline{Г}$	$\underline{N7}$
$\underline{Г}$	n6	B	h6
\underline{A}	$\underline{H7}$	\underline{H}	$\underline{K7}$
\underline{T}	m6	B	h6
\underline{A}	$\underline{H7}$	$\underline{П}$	$\underline{J_s7}$
\underline{H}	k6	B	h6
\underline{A}	$\underline{H7}$	\underline{C}	$\underline{H7}$
$\underline{П}$	j_s6	B	h6
\underline{A}	$\underline{H7}$	$\underline{Д}$	$\underline{G7}$
\underline{C}	h6	B	h6
\underline{A}	$\underline{H7}$		
$\underline{Д}$	g6		
\underline{A}	$\underline{H7}$		
\underline{X}	f6		

<u>A</u> Л	<u>H7</u> e6	<u>C_{2a}</u> B _{2a}	<u>H8</u> h7
<u>A</u> Ш	<u>H7</u> d6	<u>C₃</u> B ₃	<u>H8</u> <u>H9</u> <u>H8</u> <u>H9</u> h8 h8 h9 h9
<u>A_{2a}</u> C _{2a}	<u>H8</u> h7	<u>X₃</u> B ₃	<u>E8</u> <u>E9</u> <u>F8</u> <u>F9</u> h8 h8 h9 h9
<u>A_{2a}</u> Пр2 _{2a}	<u>H8</u> u8	<u>Ш₃</u> B ₃	<u>D9</u> h8
<u>A₃</u> C ₃	<u>H8</u> <u>H9</u> h8 h8 h9 h9	<u>C₄</u> B ₄	<u>H11</u> h11
<u>A₃</u> X ₃	<u>H8</u> <u>H9</u> f9 e8	<u>X₄</u> B ₄	<u>D11</u> h11
<u>A₄</u> C ₄	<u>H11</u> h11		
<u>A₄</u> X ₄	<u>H11</u> d11		
<u>A₅</u> C ₅	<u>H12</u> h12	<u>C₅</u> B ₅	<u>H12</u> h12
<u>A₅</u> X ₅	<u>H12</u> b12	<u>X₅</u> B ₅	<u>B12</u> h12

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

Поля допусков отверстий			Поля допусков валов		
класс точности по системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП	класс точности по системе ОСТ	поле допуска по системе ОСТ	поле допуска по ЕСДП
1	H ₁	K6	1	T ₁	m5
	П ₁ C ₁ = A ₁ Д ₁	J _s 6 H6 G6		H ₁ П ₁ C ₁ = B ₁ Д ₁	k5 j _s 5 h5 g5
2	Г	N7	2	Пр	r6 s6
	Н П C = A Д Х	K7 J _s 7 H7 G7 F8		Пл Г Т Н П C = B Д Х Л	p6 r6 n6 m6 k6 j _s 6 h6 g6 p7 e7
2a	C _{2a} = A _{2a}	H8			
3	C ₃ = A ₃ X ₃	H8 H9 E8 F9			
4	C ₄ = A ₄ X ₄	H11 D11			
5	C ₅ = A ₅ X ₅	H12 B12	2a	Пр1 _{2a} C _{2a} = B _{2a}	s7 h7
7	A ₇	H14	3	Пр1 ₃	u8

	CM ₇	J _s 14		C ₃ = B ₃	h8
8	A ₈	H15	4	Ш ₃	d9 d10
	CM ₈	J _s 15		C ₄ = B ₄	h11
9	A ₉	H16	5	X ₄	d11
	CM ₉	J _s 16		C ₅ = B ₅	h12
10	A ₁₀	H17	7	X ₅	b12
	CM ₁₀	J _s 17		CM ₇	j _s 14
				B ₇	h14
				CM ₈	j _s 15
				B ₈	h15
				B ₉	h16
				B ₁₀	h17

14. Параметры шероховатости поверхности и соответствующие им классы точности

Клас-сы чистоты по-верхности	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	$\frac{80}{\nabla}$ $\frac{6,3}{\nabla}$ $\frac{50}{\nabla}$	$Rz \frac{320}{\nabla}$ $Rz \frac{250}{\nabla}$ $Rz \frac{200}{\nabla}$
2	От 40 до 25	От 160 до 100	$\frac{40}{\nabla}$ $\frac{32}{\nabla}$ $\frac{25}{\nabla}$	$Rz \frac{160}{\nabla}$ $Rz \frac{125}{\nabla}$ $Rz \frac{100}{\nabla}$
3	От 20 до 12,5	От 80 до 50	$\frac{20}{\nabla}$ $\frac{16}{\nabla}$ $\frac{12,5}{\nabla}$	$Rz \frac{80}{\nabla}$ $Rz \frac{63}{\nabla}$ $Rz \frac{50}{\nabla}$
4	От 10 до 6,3	От 40 до 25	$\frac{10}{\nabla}$ $\frac{8}{\nabla}$ $\frac{6,3}{\nabla}$	$Rz \frac{40}{\nabla}$ $Rz \frac{32}{\nabla}$ $Rz \frac{25}{\nabla}$
5	От 5 до 3,2	От 20 до 12,5	$\frac{5}{\nabla}$ $\frac{4}{\nabla}$ $\frac{3,2}{\nabla}$	$Rz \frac{20}{\nabla}$ $Rz \frac{16}{\nabla}$ $Rz \frac{12,5}{\nabla}$
6	От 2,5 до 1,6	От 10 до 8,0	$\frac{2,5}{\nabla}$ $\frac{2,0}{\nabla}$ $\frac{1,6}{\nabla}$	$Rz \frac{10}{\nabla}$ $Rz \frac{8}{\nabla}$
7	От 1,25 до 0,8	От 6,3 до 4,0	$\frac{1,25}{\nabla}$ $\frac{1,0}{\nabla}$ $\frac{0,8}{\nabla}$	$Rz \frac{6,3}{\nabla}$ $Rz \frac{5,0}{\nabla}$ $Rz \frac{4,0}{\nabla}$
8	От 0,63 до 0,40	От 3,2 до 2,0	$\frac{0,63}{\nabla}$ $\frac{0,50}{\nabla}$ $\frac{0,40}{\nabla}$	$Rz \frac{3,2}{\nabla}$ $Rz \frac{2,5}{\nabla}$ $Rz \frac{2,0}{\nabla}$
9	От 0,32 до 0,20	От 1,6 до 1,0	$\frac{0,32}{\nabla}$ $\frac{0,25}{\nabla}$ $\frac{0,20}{\nabla}$	$Rz \frac{1,6}{\nabla}$ $Rz \frac{1,25}{\nabla}$ $Rz \frac{1,0}{\nabla}$
10	От 0,16 до 0,10	От 0,8 до 0,5	$\frac{0,16}{\nabla}$ $\frac{0,125}{\nabla}$ $\frac{0,1}{\nabla}$	$Rz \frac{0,8}{\nabla}$ $Rz \frac{0,63}{\nabla}$ $Rz \frac{0,5}{\nabla}$
11	От 0,08 до 0,05	От 0,4 до 0,25	$\frac{0,08}{\nabla}$ $\frac{0,063}{\nabla}$ $\frac{0,05}{\nabla}$	$Rz \frac{0,4}{\nabla}$ $Rz \frac{0,32}{\nabla}$ $Rz \frac{0,25}{\nabla}$
12	От 0,040 до 0,025	От 0,2 до 0,125	$\frac{0,04}{\nabla}$ $\frac{0,032}{\nabla}$ $\frac{0,025}{\nabla}$	$Rz \frac{0,2}{\nabla}$ $Rz \frac{0,16}{\nabla}$ $Rz \frac{0,125}{\nabla}$

13	От 0,020 до 0,0125	От 0,1 до 0,063	$\nabla_{0,02}$ $\nabla_{0,016}$ $\nabla_{0,012}$	$\nabla_{Rz\ 0,10}$ $\nabla_{Rz\ 0,08}$ $\nabla_{Rz\ 0,063}$
14	От 0,010 до 0,008	От 0,05 до 0,025	$\nabla_{0,010}$ $\nabla_{0,008}$	$\nabla_{Rz\ 0,05}$ $\nabla_{Rz\ 0,04}$ $\nabla_{Rz\ 0,025}$

15. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ И ТОЧНОСТЬ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ОБРАБОТКИ

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
		Ra	Rz	классы точности по ОСТ	качества
Резка газовая	ручная	80...40	320...160	–	–
	машинная	80...12,5	320...50	9	17...15
Отрезка	приводной пилой	50...25* (12,5)	200...100	9	17...15
	резцом	100...25*	400...100	9...7	17...14
	фрезой	50...25*	200...100	9...7	17...14
	абразивом	6,3*...3,2	25...12,5	7	15...12
Строгание	черновое	25...12,5*	100...50	7...5	14...12
	чистовое	6,3...3,2* (2,5)	25...12,5	5; 4	13...11 [10]
	тонкое	1,6...(0,8)	–	4; 3	10...8 [7]
Долбление	черновое	50...25	200...100	7	15; 14
	чистовое	12,5...3,2*	50...12,5	7...5	13; 12
Фрезерование цилиндрической фрезой	черновое	50...25	200...100	7...5	14...12 [11]
	чистовое	6,3...3,2*	25...12,5	4	11 [10]
	тонкое	1,6 (0,63)	–	3; 2a	9; 8 [7]
Фрезерование торцевой фрезой	черновое	12,5...6,3	50...25	7...5	14...12 [11]
	чистовое	6,3...3,2* (1,6)	25...12,5	4	11 [10]
	тонкое	1,6...(0,8)	–	3; 2	9; 8 [17]
Фрезерование концевой фрезой	черновое	25...1,25	100...50	7...5	14...12
	чистовое	6,3...3,2	25...12,5	4	11
Обтачивание продольной подачей	обдирочное	100...25	400...100	9...8	17...15
	получистовое	12,5...6,3	50...25	7...5	14...12
	чистовое	3,2...1,6* (0,8)	12,5...6,3	3; 2	9...7
	тонкое (алмазное)	0,8...0,4* (0,2)	–	2; 1	6

Обтачивание поперечной подачей	обдирочное	100...25	400...100	9	17; 16
	получистовое	12,5...6,3	50...25	7	15; 14
	чистовое	3,2*	12,5...10	7...4	13...11
	тонкое	1,6...(0,8)	—	4...2a	11...8

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 15

Вид обработки			Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
			Ra	Rz	классы точности по ОСТ	качества
Сверление	до 15 мм	без кондуктора	12,5*(10)..6,3	50...25	7...5	14...12
		по кондуктору	—	—	4	11
	св. 15 мм	без кондуктора	25*(10)...12,5	100...50	7...5	14...12
		по кондуктору	—	—	4	11
Рассверливание			25*...12,5 (6,3)	100...50	7...5	14...12
Зенкерование	черновое (по корке)		25...12,5	100...50	8...5	15...12
	чистовое		6,3...3,2*	25...12,5	5; 4	11; 10
Растачивание	черновое		100...50	400...200	9...8	17...15
	получистовое		25...12,5	100...50	7...5	14...12
	чистовое		3,2...1,6*(0,8)	—	3; 2a	9; 8
	тонкое (алмазное)		0,8...0,4*(0,2)	—	2	7
Развертывание	получистовое		12,5...6,3	50...25	3	10; 9 [8]
	чистовое		3,2...1,6*	12,5..6,3	2a	7; 8 [8]
	тонкое		0,8...(0,4)	—	2	7 [6]
Протягивание	получистовое		6,3	25	3	9; 8
	чистовое		3,2...0,8*	12,5...4,0	3; 2	8; 7
	отделочное		0,4...(0,2)	—	2	7
Зенкование плоское с направлением			12,5...6,3	50...25	—	—
Зенкование угловое			6,3...3,2	25...12,5	—	—
Шабрение	грубое		6,3...1,6	25..6,3	4	11
	тонкое		0,8...(0,1)	—	3; 2a	9; 8
Слесарная опилковка			25...(1,6)	100...6,3	4; 3	11...8

Зачистка наждачным полотном (после резца и фрезы)		1,6...(0,2)	–	4; 3	11...8
Шлифование круглое	получистовое	6,3...3,2	25... 12,5	4; 3	11...8
	чистовое	1,6...0,8*	–	3...1	8...6
	тонкое	0,4...0,2* (0,1)	–	2; 1	5
Шлифование плоское	получистовое	3,2	12,5	4; 3	11...8
	чистовое	1,6...0,8*	–	3; 2	8...6
	тонкое	0,4...0,2* (0,1)	–	2	7; 6
Прошивание	чистовое	1,6...0,4 (1,25)	–	3; 2	9...7
	тонкое	1,6 (0,05)	–	2	7; 6

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 15

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
		Ra	Rz	классы точности по ОСТ	качества
Калибрование от-верстии шариком или оп-равкой	после сверления	1,6...0,4 (0,32)	–	3; 2	9; 8
	после растачивания	1,6...0,4 (0,32)	–	2	7
	после развертывания	1,6...0,05	–	2	7
Обкатывание и раскатывание роликами или шариками при Ra, исходном 12,5...3,2		1,6...0,4 (0,32)	–	3...1	9...6
Наклепывание шариками при Ra, исходном 3,2...0,8		0,8...0,2	–	–	–
Развальцовка	чистовая	1,6...0,4	–	2; 1	7
	тонкая	0,2...0,1	–	2; 1	6
Притирка	чистовая	3,2...0,4	12,5...2,0	2; 1	7; 6
	тонкая	1,6...0,1 (0,08)	–	1	5
Полирование	обычное	1,6...0,2 (0,08)	–	2; 1	6
	тонкое	0,1...(0,05)	–	1	5
Доводка	грубая	0,4*	–	2; 1	7; 6
	средняя	0,2*...0,1	–	2; 1	6; 5
	тонкая	0,05* (0,02)	–	1	5
	отделочная (зеркальная)	0,025...0,010 2 (0,008)	0,125...0,063	–	–

Хонингование	плоскостей	0,4*...0,1	–	3; 2	8; 7
	цилиндров	0,2*...(0,05)	–	2; 1	7; 6
Лаппингование	предварительное	0,8...0,2	–	2; 1	6
	среднее	0,2	–	2; 1	6
	тонкое	0,1...0,025	–	1	6
Суперфиниширование	плоскостей	0,4...0,2* (0,05)	–	1	5 и выше
	цилиндров	0,4...0,1* (0,05)	–	1	5 и выше
Термохимическое упрочнение	цементация	10...0,32	40...1,6	7...5	14...12
	цианирование	2,5...1,6	–	5; 4	11; 12
	азотирование	0,63...0,08	–	3; 2	9...7
	барирование	1,25...0,16	–	3; 2	9...7
	кадмирование	2,5...0,16	–	3; 2	9...7
Химическое упрочнение	хромирование	5,0...1,25	20...6,3	2; 1	8...6
	сульфидирование	5,0...0,63	20...3,2	3; 2	9...7
	оксидирование	1,25...0,16	–	2; 1	8...6
	никелирование	5,0...0,32	20...1,6	2; 1	8...6

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 15

Вид обработки		Параметр Ra, мкм	Степень точности
Нарезание резьбы	резцом	6,3..3,2 (1,25)	8...6 (5)
	плашкой	12,5...5,0 (2,5)	8 (6)
	фрезой	10,0...3,2* (1,6)	8...5
	резьбонарезной головкой	5,0...3,2* (2,5)	8; 7 (6)
	метчиком	12,5*...3,2 (1,25)	7 (6, 4)
Шлифование резьбы		1,25*...(0,32)	6...4
Накатывание резьбы		5,0...0,16	8...4
Обработка зубьев червячных колес фрезерованием		5,0...1,25	9...7

То же, шевингование червячным шевером		1,25...0,63	7
Обработка зубьев цилиндрических и конических зубчатых колес	шевингование	1,6...0,8 (0,32)	7
	обкатывание	1,25...0,63	7
	шлифование	1,25...0,4 (0,32)	7; 6
	зубохонингование	0,63...0,16	7; 6
	притирка	0,63...0,16	7 (6)
	полирование	0,32...0,08	–
	протягивание	2,5...1,25	8
	холодное выдавливание	2,5...1,25	9; 8
	холодная штамповка	5,0...0,63	9
	прошивание	1,25...0,63	8

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

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

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Разработка технологических операций

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

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

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

Определяют коэффициент загрузки оборудования для каждой технологической операции

$$K_3 = C_p / C_n,$$

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

Пример графика загрузки оборудования приведен на рис. 7.

Приемлемыми считают следующие значения коэффициента загрузки:

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

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

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

$K_3, \%$

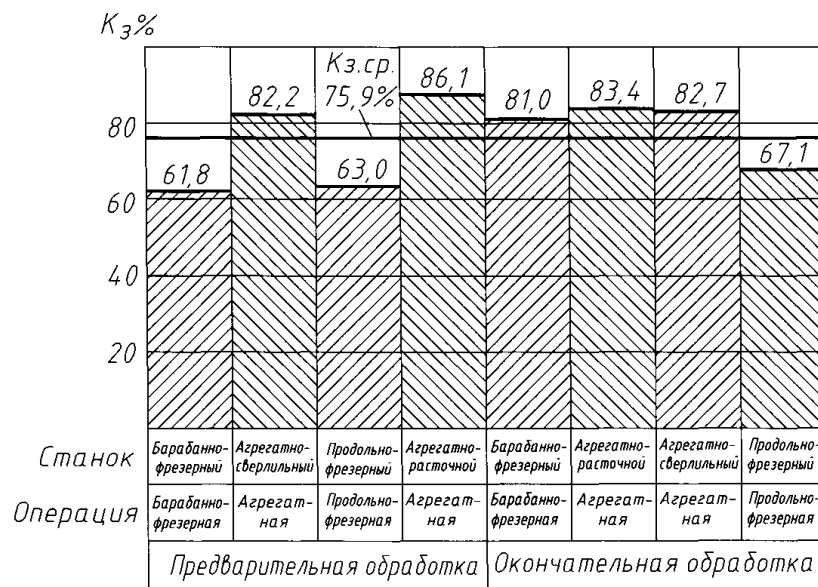


Рис. 7. График загрузки оборудования

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

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

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

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

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

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

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

Исходными данными для расчета режимов резания являются:

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

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

Режимы резания при предварительном фрезеровании рассчитывают в следующем порядке:

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

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

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

5. Определяют частоту вращения фрезы n , мин⁻¹

$$n = \frac{1000 v_{\text{д}}}{\pi D}.$$

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

6. Определяют фактическую скорость резания $v_{\text{ф}}$, м/мин

$$v_{\text{ф}} = \pi D n_{\text{ст}} / 1000.$$

7. Определяют скорость подачи v_S , мм/мин

$$v_S = n_{\text{ф}} S_z z.$$

Полученное значение подачи корректируют по паспорту станка и принимают в качестве фактической $v_{S_{\text{ф}}}$ ($v_{S_{\text{ст}}}$).

8. Определяют фактическую подачу на один зуб фрезы $S_{Z_{\text{ф}}}$, мм/зуб

$$S_{Z_{\text{ф}}} = v_{S_{\text{ф}}} / (n_{\text{ф}} z).$$

9. Определяют величину силы резания P_Z , Н

$$P_Z = \frac{10 C_p t^{x_p} S_{Z_{\text{ф}}}^{y_p} B^{u_p}}{D^{q_p} n_{\text{ф}}^{p_p}} k_p,$$

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

10. Определяют мощность резания N_p , кВт

$$N_p = P_Z v_{\text{ф}} / (60 \cdot 1020),$$

11. Определяют необходимую мощность электродвигателя станка N_3 , кВт

$$N_3 = N_p / \eta,$$

где η – КПД кинематической цепи станка.

Для осуществления процесса резания необходимо, чтобы выполнялось условие

$$N_3 \leq N_{\text{ст}},$$

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

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

12. Определяют основное технологическое время T_0 , мин:

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

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

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

$$S_z = S_0 / z.$$

Результаты расчета режимов резания заносят в соответствующие графы операционной карты.

Расчет режимов резания при сверлении производят в следующей последовательности:

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

$$S_{п.с} = C_S D^{0,6};$$

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

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

17. Значение постоянной C_S для сверл из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал	σ_b , МПа	C_S	Обрабатываемый материал	НВ	C_S
Конструкционная сталь	До 900	0,06 4	Чугун	До 170	0,125 0,075
То же	Св. 900 до 1100	0,05	Цветные металлы	Св. 170	0,125
	Св. 1100	0,03 8			

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

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

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

Подачу также следует уменьшить, учитывая рекомендации справочников:

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

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

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

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

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

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

$$n = \frac{1000 v_{\text{д}}}{\pi D}.$$

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

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

$$v_{\text{ф}} = \pi D n_{\text{ф}} / 1000.$$

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

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

где C_M, q_M, y_M, k_M – из справочной литературы.

6. Определяют осевую силу P_0 , Н

$$P_0 = 10 C_p D^{q_p} S_{\text{ф}}^{y_p} k_{\text{мр}}.$$

7. Определяют мощность резания, N_p , кВт:

$$N_p = M_{\text{кр}} n_{\text{ф}} / 9750.$$

8. Определяют необходимую мощность электродвигателя $N_э$, кВт:

$$N_э = N_p / \eta,$$

где η – КПД кинематической цепи станка.

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

9. Определяют основное технологическое время T_0 , мин

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

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

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

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

для сверления и зенкерования

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

$$P_0 = 10 C_p D^{q_p} t^{x_p} S_{\text{ф}}^{y_p} k_p;$$

для развертывания

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

Осевую силу при развертывании не рассчитывают ввиду незначительной ее величины.

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

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

где n – число заготовок в партии.

Нормы штучного времени определяют по зависимости

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Всю информацию о технологической операции заносят в соответствующие документы.

Пример 1

Операция – 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 $\sigma_{\text{в}} = 780$ МН/м² (78 гкс/мм²).

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

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

Выбор режущего инструмента

Принимаем 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. 18. Диаметр фрезы

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

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

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

Назначение режима резания

1. Устанавливаем глубину резания. Припуск снимаем за один проход

$$t = h = 1,5 \text{ мм.}$$

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

$$\sigma_B > 70 \text{ кгс/мм.}$$

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

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

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

$$S_M = 300 \text{ мм/мин.}$$

8. Определяем мощность, затрачиваемую на резание, кВт

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

где

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

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

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

Учитываем поправочные коэффициенты на мощность:

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

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

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

9. Определяем мощность привода станка.

У станка модели 6Р13 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 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:

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

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

Поправочные коэффициенты на мощность

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

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].

Пример 2

Операция – чистовая токарная обработка заготовки зубчатого колеса на многорезцовом одношпиндельном полуавтомате модели 1А730. Материал заготовки – сталь 45, $\sigma_B = 65 \text{ кгс/мм}$ (650 МПа/мм^2). Операционные размеры и размеры заготовки показаны на рис. 8 (где a – наладка, b – заготовка, b – обработанная деталь).

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

НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

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

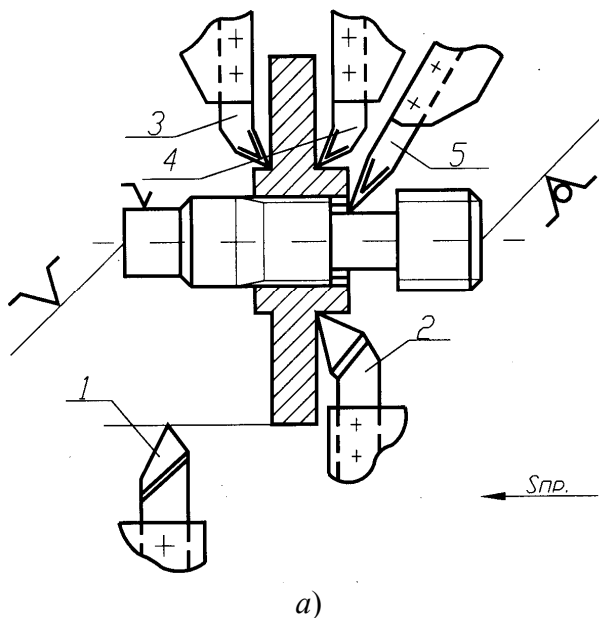
- для резца 1 $t = (D - d) / 2 = (193 - 190) / 2 = 1,5 \text{ мм}$;
- для резца 2 $t = (D - d) / 2 = (73 - 70) / 2 = 1,5 \text{ мм}$;
- для резцов 3 и 4 припуск на сторону $t = h = 2 \text{ мм}$;
- для резца 5 $t = h = 1 \text{ мм}$.

2. Определяем длину рабочего хода продольного и поперечного суппорта

$$L_{p,x} = l_{\text{рез}} + y + l_{\text{доп}},$$

где l – длина резания по лимитирующему инструменту, мм; y – величина врезания и перебега инструмента, мм; $l_{\text{доп}}$ – 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, $l_{\text{рез}} = 24 \text{ мм}$. Величину определяем по ([1] табл. 1, с. 809)



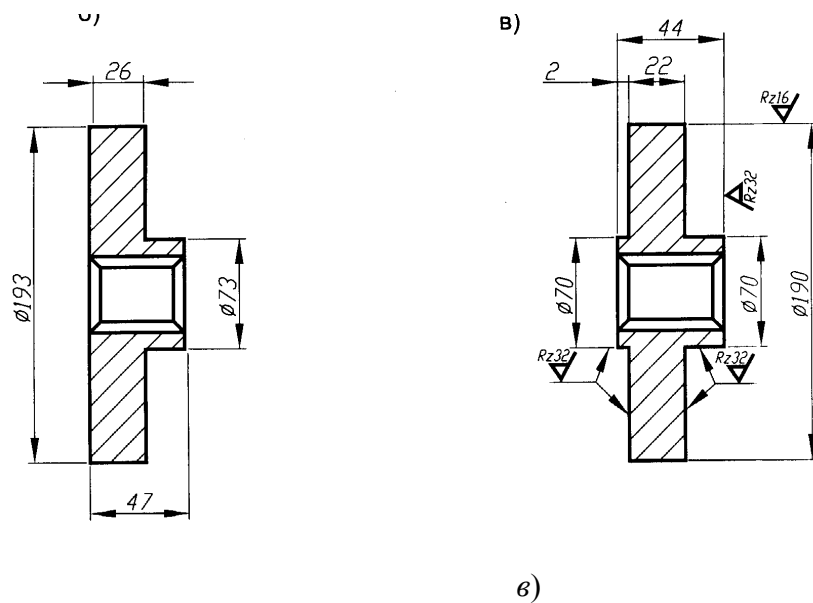


Рис. 8

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

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

$$Y = 1,5 + 4 = 5,5 \text{ мм};$$

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

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

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

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

тогда

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

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

Суммарная глубина резания резцов составляет:

– для продольного суппорта

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

– для поперечного суппорта

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

Для этих значений суммарной глубины резания 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 $S_{рез} = S_{табл} K_s = 0,4 \cdot 0,75 = 0,3$ 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):

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

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

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

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 $S_{0\ прод} = 0,17$ мм/об.

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

$$T = T_m \lambda,$$

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

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

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

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

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 *1* в минутах времени резания составит

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

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

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

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

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

Для резцов 3 и 4 $v_{\text{табл}} = 110$ 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);

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

Расчетная мощность резания

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

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

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

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

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

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

Расчетная мощность резания для каждого резца

$$N_{\text{рез}_{3-4}} = N_{\text{табл}} \frac{v}{100} K_{m_N} K_{v_N} = 2,7 \cdot \frac{170}{100} \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 2,9 \text{ кВт.}$$

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

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

Расчетная мощность резания

$$N_{\text{рез}_5} = N_{\text{табл}} \frac{v}{100} K_{m_N} K_{v_N} = 1,3 \cdot \frac{170}{100} \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,58 \text{ кВт.}$$

Суммарная мощность резания для всей наладки

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

9. Определяем достаточность мощности привода станка

$$\sum N_{\text{рез}} \leq N,$$

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

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

Коэффициент использования мощности станка

$$K_N = N_p / N_M,$$

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

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

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].

Пример 3

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. 9. Обработка производится на четырехпозиционном поворотном столе станка (рис. 10, 11):

I позиция – загрузочная;

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

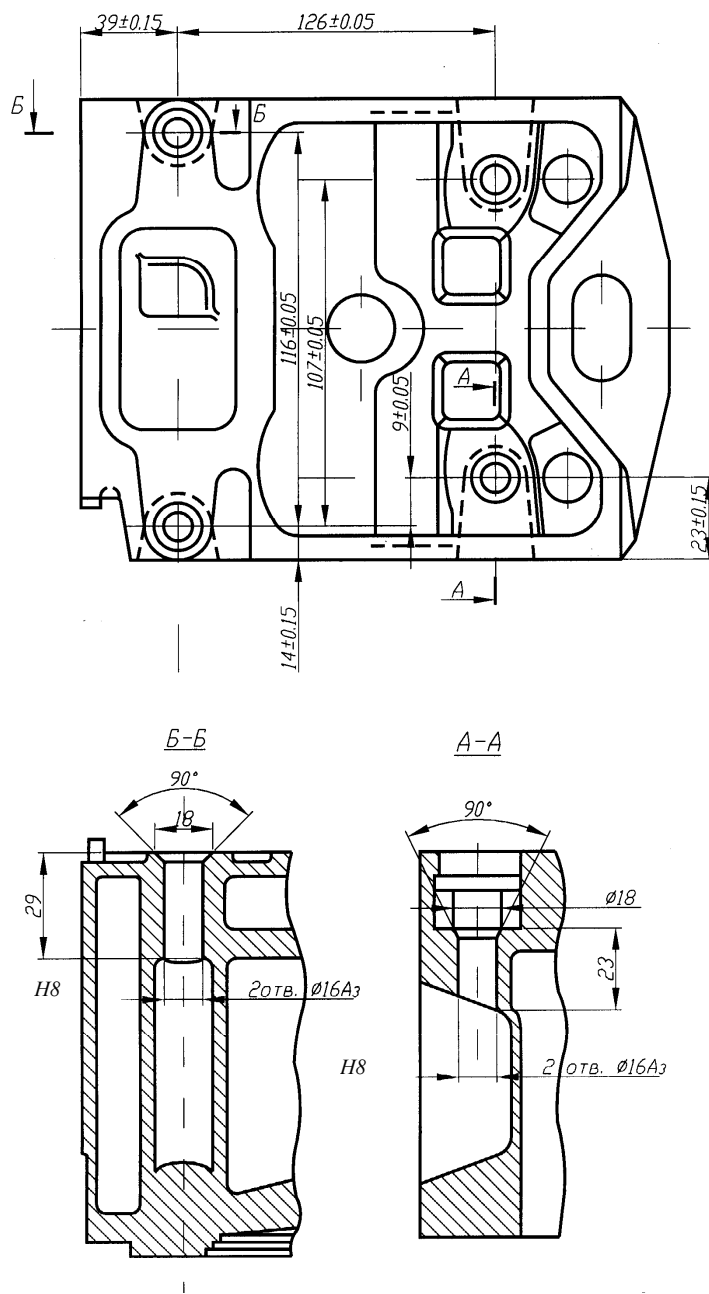


Рис. 9

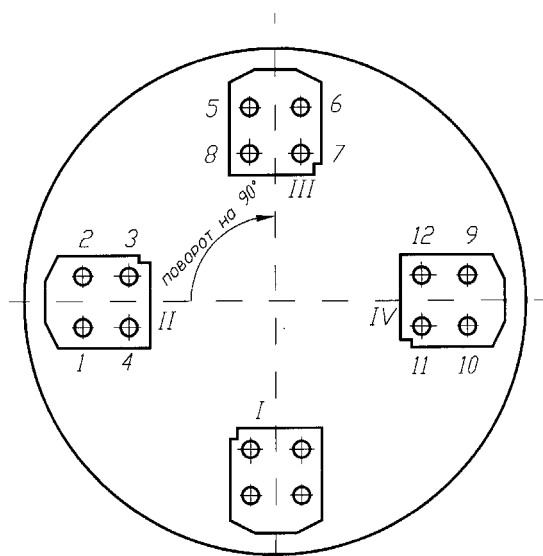


Рис. 11

III	позиция	—	зенкерование	четыре	отверстий	диаметром
15,7 ^{+0,12} мм;						
IV	позиция	—	развертывание	четыре	отверстий	диаметром
16H8 мм.						

Все режущие инструменты изготовлены из быстрорежущей стали P6M5.

Необходимо: назначить режимы резания; определить машинное время.

Назначение режимов резания

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

$$L_{р.х} = l_{рез} + y + l_{доп},$$

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 $L_{р.х} = 29 + 6 = 35$ мм; для зенкеров $L_{р.х} = 29 + 3 = 32$ мм; для разверток $L_{р.х} = 29 + 15 = 44$ мм. Таким образом, длина рабочего хода многошпиндельной головки равна наибольшей длине хода инструмента $L_{р.х} = 44$ мм.

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

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

$$T = T_m \lambda,$$

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

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

Период стойкости этих инструментов, мин

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Расчетная частота вращения шпинделей станка:

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

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

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

6. Расчетное значение минутных подач инструментов:

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

– разверток $S_M = S_M n = 1 \cdot 239 = 239$ 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:

– зенкеров $n = S'_M = 117/0,4 = 294$ мин⁻¹;

– разверток $n = S'_M = 117/1 = 117$ мин⁻¹.

8. Действительная скорость резания:

– зенкеров

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

– разверток

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

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

– для сверл $P_{\text{табл}} = 300$ 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 $P_{\text{табл}} = 48$ кгс (для $S_0 = 0,4$ об/мин при $t = 1$ 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 $N_{\text{табл}} = 1,7$ кВт (найдена для $S_0 = 0,3$ мм/об путем интерполирования значений $N_{\text{табл}}$ при $d = 12$ мм и $d = 16$ 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 $N_{\text{табл}} = 1,9$ кВт (для $S_0 = 0,3$ мм/об при $t = 1$ 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 $L_{\text{р.х}}$, мм

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

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

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

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

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










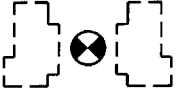
23. Кодовое обозначение категорий станков

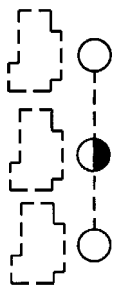

Категории металлорежущих станков	Код
Специализированные станки	11
Специальные станки	12
Крупные станки массой более 10 т	21
Тяжелые станки массой 30...100 т	22
Уникальные станки массой более 100 т	23
Базовая модель из унифицированной гаммы	31
Унифицированная модель, не входящая в гамму	32
Полуавтоматы всех технологических групп	41
Автоматы всех технологических групп	42
Станки, приспособленные для встраивания в автоматические линии	43
Станки, приспособленные для работы с роботами	44
Станки, приспособленные для оснащения автоматическими загрузочными устройствами	45
Станки с программным управлением, приспособленные для встраивания в автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ	46
Станки, оснащенные резьбонарезным приспособлением	47
Станки с гидросуппортом	48
Станки повышенной точности	51
Станки высокой точности	52
Станки особо высокой точности	53
Станки особо точные	54
Станки с цифровой индикацией	55
Станки с цикловыми СУ	57
Станки с револьверной инструментальной головкой	58
Станки с функциональной системой ПУ	61
Станки с оперативной системой ПУ	62

Станки с продуктивными системами ПУ	63
Многоцелевые станки с продуктивными системами ПУ	64
Станки с универсальными системами ПУ	65
Многоцелевые станки с универсальными системами ПУ	66
Станки с целевыми системами ПУ	67
Автоматические линии механообработки из агрегатных станков с функциональными системами управлений (ФСУ)	81
Автоматические линии механообработки из специальных станков с функциональными системами управлений (ФСУ)	82
Автоматизированные линии для сборки узлов машин	83
Автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ	84
Автоматические манипуляторы (промышленные роботы)	85





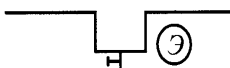





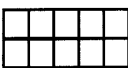



4. условные обозначения при разработке планировки

24. Условное обозначение элементов подъемно-транспортного и технологического оборудования

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


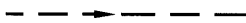



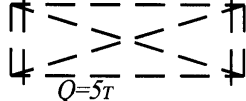
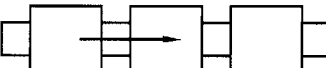
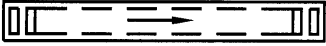


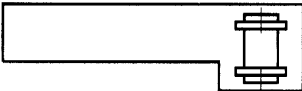
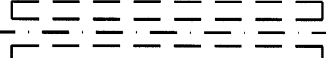
Место рабочего при многостаночном обслуживании	
Ток постоянный	

Продолжение табл. 24

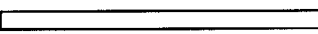





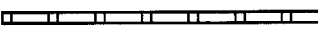
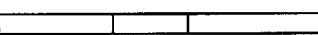
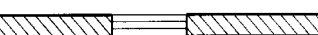
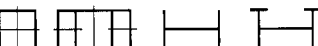
Наименование	Условное обозначение (в плане)
Фонтанчик питьевой	
Точка подвода пара	
Вытяжная вентиляция	
Маслопровод	
Эмульсопровод	
Шинопровод закрытый на подвесках	
Верстак	
Стеллаж	
Шкаф моечный	
Машина моечная	
Щит распределения	
Колодец	
Опрокидыватель	
Ток переменный	

Продолжение табл. 24

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	

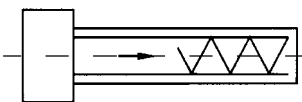
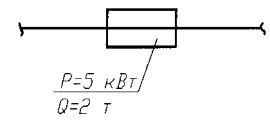
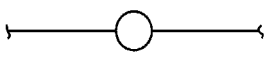

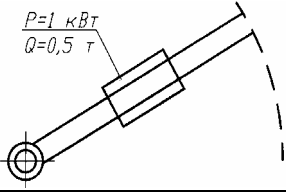
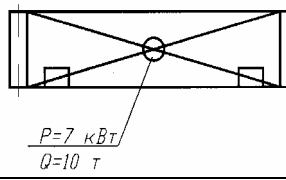
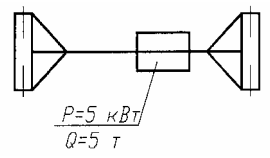
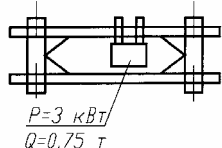
**25. Условное обозначение строительных элементов
подъемно-транспортного и технологического оборудования**

Наименование	Условное обозначение (в плане)
Капитальная стена	
Сплошная перегородка	
Легкая перегородка	
Стеклянная перегородка	
Перегородка из стеклоблоков	
Сетчатая перегородка	
Барьер	
Проем в перегородке или стене	
Окно в стене	
Железобетонные и металлические колонны	

Граница цеха, отделения, участка (не огороженное)	
Проезды и проходы (не огороженное)	
Место складирования заготовок и деталей (не огороженное)	
Контрольный пункт	
Место мастера (не огороженное)	
Электрошкаф	
Пульт управления	

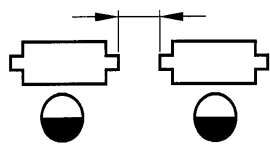
Продолжение табл. 25

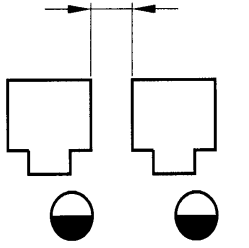
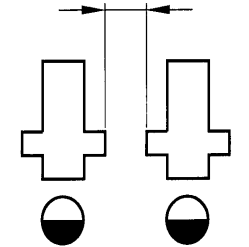
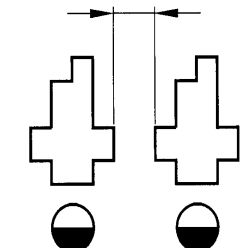
Наименование	Условное обозначение (в плане)
Технологическое оборудование	
Автоматическая линия	
Двухпольные ворота (двери)	
Подъемные ворота (двери)	
Откатные двухпольные ворота (двери)	
Канал для транспортировки стружки	
Склиз, скат	
Ленточный конвейер	
Роликовый неприводной конвейер	
Роликовый приводной конвейер	
Пластинчатый конвейер	

Наименование	Условное обозначение (в плане)
Винтовой шнековый конвейер	
Монорельс с талью	 $P=5 \text{ кВт}$ $Q=2 \text{ т}$
Электроинструмент на монорельсе	
Подвесной цепной конвейер	
Консольный поворотный с электроталью	 $P=1 \text{ кВт}$ $Q=0,5 \text{ т}$
Мостовой кран	 $P=7 \text{ кВт}$ $Q=10 \text{ т}$
Одноблочный опорный кран с электроталью	 $P=5 \text{ кВт}$ $Q=5 \text{ т}$
Подвесной однопролетный кран-штабелер	 $P=3 \text{ кВт}$ $Q=0,75 \text{ т}$

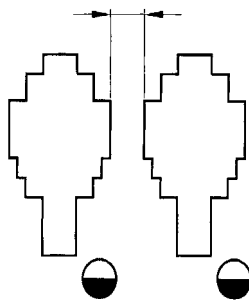
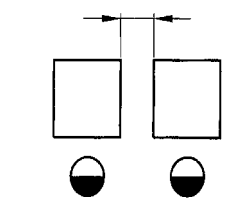
Примечание. Изображение в плане мостовых и подвесных кранов разрешается выполнять штриховыми линиями.

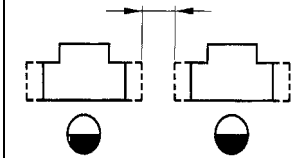
26. НОРМЫ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ОБОРУДОВАНИЕМ И ЭЛЕМЕНТАМИ ЗДАНИЙ

Группы станков	Эскиз	Минимальное расстояние между станками по фронту, мм		
		мелкие станки	средние станки	крупные станки
Токарные, револьверные (патронные)		700	900	1800

Вертикаль- ные мно- гошпин- дельные, карусель- ные, верти- кально- протяжные		—	1000	1800
Вертикаль- но- сверлиль- ные, фре- зерные		700	900	1500
Поперечно- строгаль- ные		700	900	—

Продолжение табл. 26

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

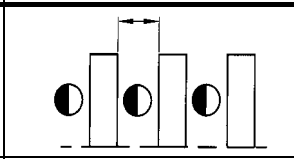
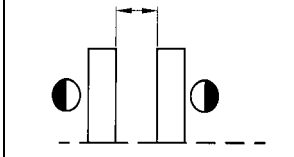
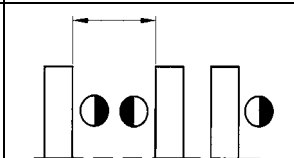
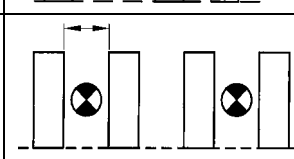
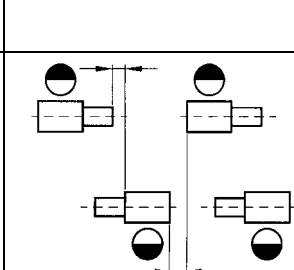
Шлифовальные		700	900	1500
--------------	---	-----	-----	------

Примечания: 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 оргнастки, размеры которых следует учитывать в каждом конкретном случае дополнительно.

Продолжение табл. 26

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
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. 26

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

Примечания:

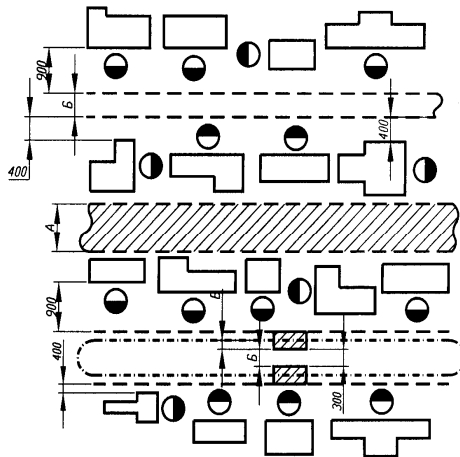
1. При обслуживании станков мостовыми кранами расстояние от стен и колон принимается с учетом возможности обслуживания станков при крайнем положении крюка крана.

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

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

Виды транспортных средств	Схемы поточных линий
Напольный, конвейер (пластинчатый, ленточный, роликовый и др.)	<p>The diagrams illustrate the layout of conveyor lines with various transport vehicles. Key dimensions shown include:</p> <ul style="list-style-type: none"> A: Aisle width (Проезд) B: Vehicle width C: Distance between workstations R: Radius of a curved conveyor section

Подвесной конвейер или таль на моно-рельсе



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

29. Нормы расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами

Виды транспортных средств	Схемы конвейерных линий
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., Гурьянихин В.Ф. Берзин В.Р. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.
5. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. М.: Изд-во стандартов, 1992. 464с.
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, 2005. 40 с.
10. Технология машиностроения: В 2 т. Т.1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. 2-е изд., стереотип. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 564 с.
11. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. М.: Машиностроение, 1988. 736 с.
12. Ванин В.А., Преображенский А.Н., Фидаров В.Х. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 84 с.
13. Технология машиностроения: метод. указ. / Сост.: В.И. Муратов, А.Н. Преображенский, Б.Н. Хватов. Тамбов: ТИХМ, 1986. 32 с.

Приложения

Приложение 1

ВЫБОР ЗАГОТОВОК, ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

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

Вторая ситуация, когда выбор заготовки конструктор оставляет за технологом.

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

Первый вариант является результатом длительного совместного труда конструктора с технологами механического, и заготовительного цехов, основанный на опыте работы детали в процессе эксплуатации машины с учетом ее доработок и доводок. Это характерно для большинства ответственных деталей, определяющих работоспособность машин, например деталей блоков цилиндров и гильз, коленчатых и распределительных валов, торсионов, шатунов, поршневых колеи, лопаток и дисков турбин, вкладышей и др. Известно, что исходной заготовкой блока, цилиндра из серого чугуна автомобильного двигателя в

массовом производстве является отливка в землю при машинной формовке, для блока цилиндров из алюминиевого сплава – отливка, изготовленная литьем под давлением или в кокиль; заготовки для гильз цилиндров в массовом производстве служат отливки, выполненные методом центробежного литья. В последнее время применяют метод центробежного литья в облицованный кокиль (заготовки для двигателя КАМАЗа). Преимущества центробежного литья и литья в кокиль позволяют при этом свести минимальный припуск на механическую обработку самой ответственной поверхности гильзы диаметром $120^{+0,03}$ – "зеркала цилиндров" – до $t_{i \min} = 3,5 \dots 5,5$ мм (рис. 12, а).

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

Так, выпускной клапан двигателя (рис. 12, б), работающий в теплонапряженных условиях, изготавливают из жаропрочных и жаростойких аустенитных сталей 12Х18Н9Т, 45Х14Н14В2М 45Х22Н4М3 и других труднодеформируемых сталей. Для повышения износостойкости детали на рабочие фаски тарелки наплавляют твердые сплавы типа стеллитов, вольфрамкобальтовый сплав ВЗК или нихром Х20Н80, что значительно усложняет процесс изготовления заготовки.

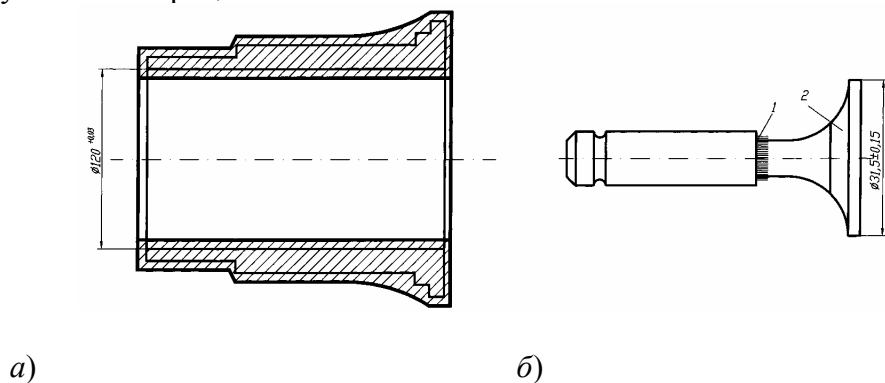


Рис. 12. Заготовки для гильзы цилиндра (а) и для клапана сварной конструкции (б):
1 – место сварки; 2 – место наплавки стеллита

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

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

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

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

$\pm 0,05$ мм при плоскостной, шероховатость поверхности $Ra = 2,5 \dots 1,25$ мкм, коэффициент использования металла до $0,7 \dots 0,75$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таким образом, в рассматриваемом случае целесообразно использовать горячекатаную заготовку.

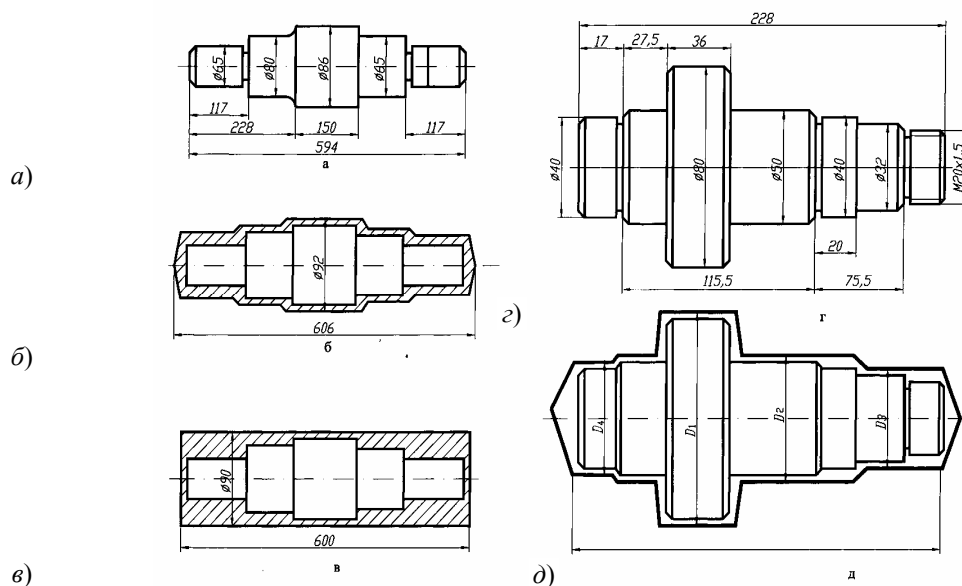


Рис. 13. Вал ступенчатый:

а, з – готовая деталь; *б* – штампованная заготовка;
в – заготовка из горячекатаного проката; *д* – заготовка, полученная ковкой

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

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

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

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Литье

Изготовление заготовок методами литья характеризуют данные, приведенные в табл. 30.

Метод литья в песчано-глинистые формы применяют для всех литейных сплавов, типов производств, заготовок любых масс, конфигураций и габаритов. В общем объеме производства отливок лить-

ем в песчано-глинистые формы получают 80 % всех отливок и лишь 20 % отливок производят специальными методами литья. Он отличается технологической универсальностью и дешевизной.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Конструкция форм аналогична закрытым штампам для горячей объемной штамповки. Формы изготавливают из стали марки ХВГ или 3ХВ8.

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

Обработка давлением

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

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

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

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

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

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

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

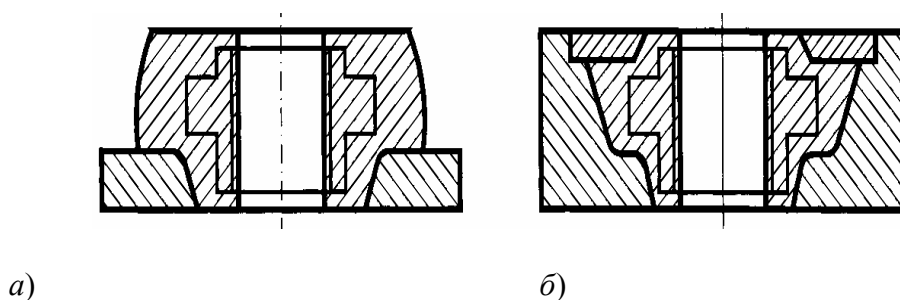


Рис. 14. Поковка, полученная конкой с подкладным кольцом (а) и в подкладном закрытом штампе (б)

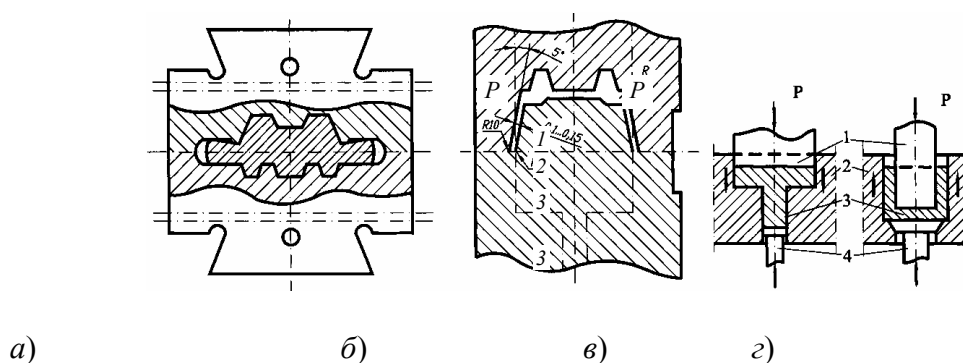


Рис. 15. Схемы молотовых штампов:

a – открытый; *б* – закрытый; *в*, *г* – прямого и обратного выдавливания;
 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – поковка; 4 – выталкиватель

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Комбинированные методы и метод порошковой металлургии

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

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

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

Метод порошковой металлургии позволяет изготавливать заготовки, требующие только отделочной механической обработки. Так, зубчатое колесо сателлита редуктора автомобиля, полученное порошковой металлургией, обеспечивает зубчатое зацепление по 7-й степени точности и посадочный внутренний диаметр по 7-му квалитету. Это позволяет использовать его без последующей механической обработки. Типовыми деталями из порошков являются зубчатые колеса, кулачки, звездочки, ограничители, храповики, втулки и др.

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

СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

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

Определение маршрутов обработки отдельных поверхностей

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

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

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

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

фективности (производительности) и рентабельности. Определение окончательного варианта по этим показателям важно, но сложно и трудоемко.

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

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

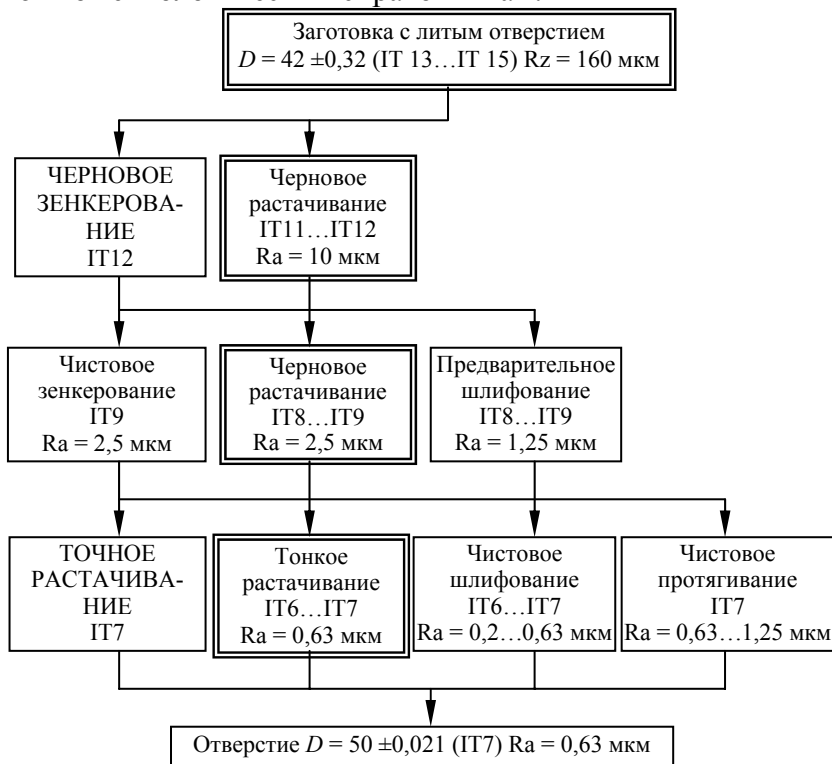


Рис. 16. Варианты построения маршрута обработки отверстия (двойной рамкой отмечены виды обработки в принятом маршруте)

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

- 1) возможность обработки данной поверхности на одном станке за несколько последовательных переходов (снижение погрешности обработки и времени на переустановку заготовки);
- 2) ограничение применения других методов обработки из-за недостаточной жесткости заготовки или из-за конфигурации заготовки;
- 3) необходимость обработки данной поверхности совместно с другими поверхностями заготовки (например, для достижения большей точности их взаимного расположения);
- 4) ограничение по стабильности точности выдерживаемых размеров в условиях крупносерийного и массового производства – растачивание отверстий дает более стабильные результаты точности диаметра.

ральных размеров, чем внутреннее шлифование отверстий, в свою очередь, развертывание отверстий превосходит по этому показателю растачивание резцом;

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

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

Приложение 2

СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

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

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

1. В первую очередь следует обрабатывать поверхности, принятые за чистые (обработанные) технологические базы.

2. Последовательность обработки зависит от системы простановки размеров. В начало маршрута выносят обработку той поверхности, относительно которой на чертеже координировано большее число других поверхностей. Так, при простановке размеров в соответствии с рис. 16, сначала должна быть обработана на поверхность 1, затем 2, ..., 5 и далее остальные поверхности.

3. При невысокой точности исходной заготовки сначала следует обрабатывать поверхности, имеющие наибольшую толщину удаляемого материала (для раннего выявления литейных и других дефектов, например раковин, включений, трещин, волосовин и т.п., и отсеивания брака). Далее последователь-

ность операций необходимо устанавливать в зависимости от требуемой точности поверхности: чем точнее должна быть поверхность тем позднее ее необходимо обрабатывать, так как обработка каждой последующей поверхности может вызывать искажение ранее обработанной поверхности (снятие каждого слоя металла с поверхности заготовки приводит к перераспределению остаточных напряжений, что и вызывает деформацию заготовки). Последней нужно обрабатывать ту поверхность, которая является наиболее точной и ответственной для работы детали в машине.

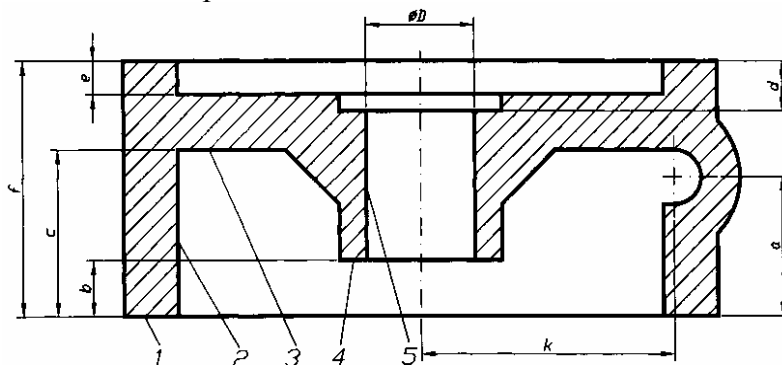


Рис. 17. Система простановки размеров и последовательность обработки поверхностей заготовки

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

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

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

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

При изготовлении прецизионных деталей особое значение приобретает стабилизация их размеров. Автодеформация – самопроизвольное изменение формы и размеров металлических деталей – может быть вызвана двумя причинами: постепенным изменением остаточных напряжений (релаксаций) и нестабильностью структуры. Величина автодеформаций сопоставима допусками размеров и формы поверхностей прецизионных деталей. Все технологические операции изготовления деталей по их влиянию на структуру и остаточные напряжения можно разделить на две группы:

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

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

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

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

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

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

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

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

Определение типа оборудования и оснастки

Уточнение наименования и содержания операции механической обработки позволяет правильно выбрать станок из имеющегося парка (по паспорту) или по каталогу. По виду (методу) обработки устанавливают группу станка (всего 9 групп): токарный (1-я группа), сверлильный или расточной (2-я груп-

па) и т.д. В соответствии с назначением станка, его компоновкой, степенью автоматизации или видом применяемого инструмента определяют тип станка: токарный одношпиндельный, токарный многошпиндельный, токарно-револьверный, токарно-револьверный полуавтомат, отрезной с дисковой пилой, отрезной ножовочный, вертикально-фрезерный консольный, вертикально-фрезерный бесконсольный и т.п. Выбор типа станка прежде всего определяется возможностью обеспечить определенное формообразование, выполнение технических требований, предъявляемых к изготавливаемой детали в отношении точности формы, расположения и шероховатости поверхностей. Если эти требования выполнимы на различных станках, то при выборе учитывают следующие факторы:

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

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

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

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

5) наименьшая себестоимость обработки (ориентировочная или сравнительная);

6) наименьшая отпускная цена станка;

7) реальная возможность приобретения станка;

8) необходимость использования имеющихся станков.

Для определенного заранее типа производства можно предложить следующие рекомендации по выбору станков. Для единичного производства чаще всего применяют станки, отличающиеся гибкостью и универсальностью формообразования поверхностей, большим диапазоном габаритов обрабатываемых поверхностей и отсутствием автоматизации. К их числу можно отнести универсальные станки с ручным управлением серийного производства, например токарно-винторезные, токарно-карусельные, радиально- и вертикально-сверлильные, горизонтально- фрезерные консольные, круглошлифовальные и т.п. В мелкосерийном и среднесерийном производствах для обработки партий заготовок используют станки с меньшей универсальностью, но с большей производительностью и с автоматизацией управления: токарно-револьверные полуавтоматы, сверлильные одно- и многошпиндельные полуавтоматы, барабанно-фрезерные, токарно-винторезные с ЧПУ, вертикально-сверлильные с ЧПУ и др. Узкая специализация, высокая производительность и высокий уровень автоматизации характерны для станков крупно- серийного и массового производств; к ним можно отнести агрегатные станки, гибкие автоматические линии из станков с ЧПУ, жесткие автоматические линии из агрегатных и специальных станков.

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

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

Применение того или иного типа инструмента зависит от следующих основных факторов: вида станка; метода обработки; материала обрабатываемой заготовки, ее размера и конфигурации; требуемых точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей; типа производства (единичное, серийное, массовое). При выборе инструмента и установлении метода обработки назначают измерительный инструмент, необходимый для определения размеров поверхностей заготовки и других ее параметров точности. В маршрутную карту заносят наименование, тип, размер. В единичном производстве, когда

размеры изготавливаемых деталей весьма разнообразны, применяют измерительный инструмент универсального назначения: линейки, штангенциркули, микрометры, нутромеры, глубиномеры, штихмассы и т.д. В серийном и массовом производствах применяют специальный измерительный инструмент – калибры, пробки, шаблоны, а также измерительные приспособления, часто многоместные и автоматизированные.

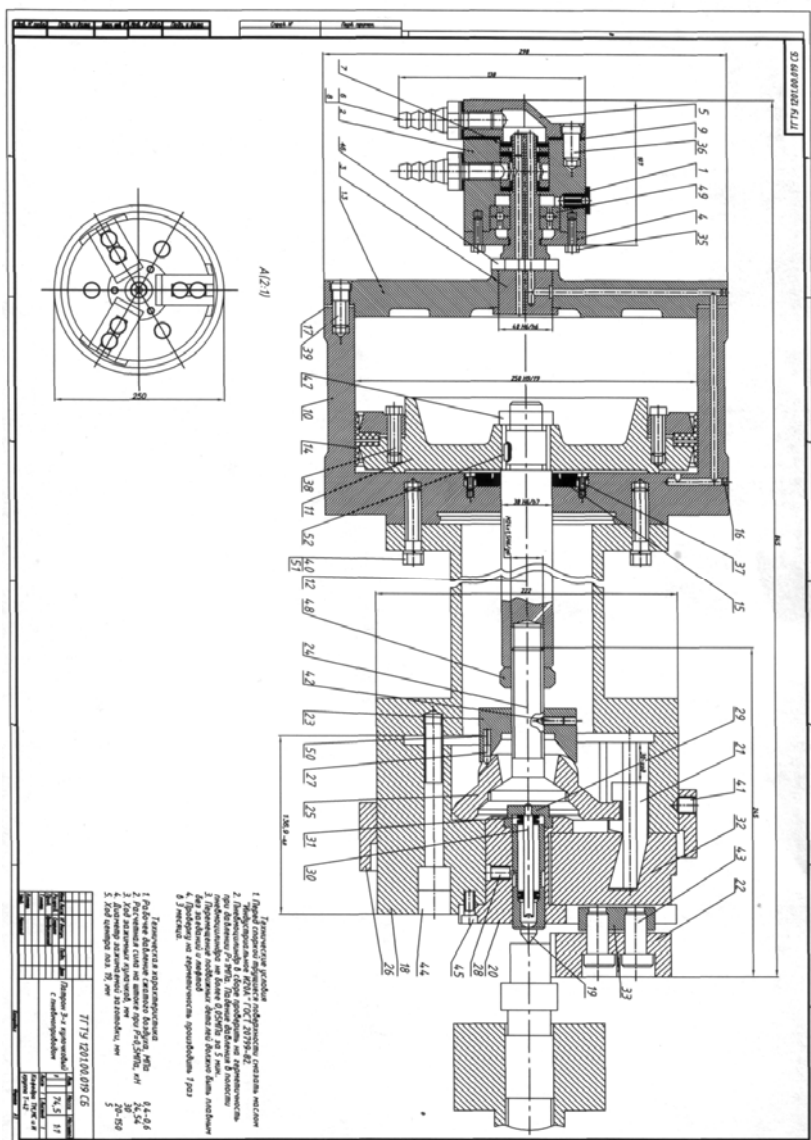


Рис. 24