



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

---

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО

"БГТУ"

О.Н. Федонин

«28» мая 2024 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
для выполнения практических занятий  
по дисциплине  
**ОПЦ.04 Технология машиностроения**

Специальность:	<b>15.02.16 Технология машиностроения</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ):	базовая
Присваиваемая квалификация:	Техник-технолог
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование
Год приема на обучение на 1-й курс:	2024

Брянск 2024

**Методические указания по выполнению практических занятий**  
по учебной дисциплине **ОПЦ.04 Технология машиностроения** (далее — МУ)  
для специальности **15.02.16 Технология машиностроения**

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ

Л.М.Курашова

МУ рассмотрена и одобрена на заседании  
предметно-цикловой комиссии  
«Технология машиностроения»  
от «28» мая 2024 г., протокол № 7

Председатель ПЦК

Л.М. Курашова

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебной работе

Л.А.Лазарева

© Курашова Л.М.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Методические указания к выполнению практической работы для студентов.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Материалы для выполнения практических и лабораторных работ...</b>	<b>10</b>
<b>Практическое занятие№1</b> Определение точности формы и точности взаимного расположения поверхностей детали при обработке.....	<b>10</b>
<b>Практическое занятие№2</b> Определение операционных припусков и операционных размеров с допусками расчетно-аналитическим и опытно-статистическим (табличным) методами на обработку одной поверхности заданной детали по установленному технологическому процессу.....	<b>15</b>
<b>Практическое занятие№3</b> Отработка деталей на технологичность с использованием качественного и количественного методов оценки технологичности.....	<b>26</b>
<b>Практическое занятие№4</b> Анализ заводского технологического процесса механической обработки заданной детали.....	<b>34</b>
<b>Практическое занятие№5</b> Заполнение комплекта технологической документации на заводской технологический процесс обработки детали.....	<b>37</b>
<b>Практическое занятие№6</b> Проведение хронометража в учебно-производственных мастерских колледжа.....	<b>48</b>
<b>Практическое занятие№7</b> Нормирование круглошлифовальной операции....	<b>58</b>
<b>Практическое занятие№8</b> Проектирование фрезерной операции.....	<b>73</b>
<b>Практическое занятие№9</b> Нормирование протяжной операции.....	<b>84</b>
<b>Практическое занятие№10</b> Нормирование внутришлифовальной операции..	<b>91</b>
<b>Практическое занятие№11</b> Нормирование зубодолбежной операции.....	<b>103</b>
<b>Практическое занятие№12</b> Нормирование зубошевиговальной операции...	<b>113</b>
<b>Практическое занятие№13</b> Разработка технологической схемы сборки и технологического процесса сборки сборочной единицы.....	<b>119</b>

<b>Практическое занятие №14</b> Проектирование участка механического цеха...	124
<b>Лабораторная работа №1</b> Проектирование операции, выполняемой на токарном станке с ЧПУ.....	137
<b>Лабораторная работа №2</b> Проектирование операции, выполняемой на сверлильном станке с ЧПУ.....	146
<b>Лабораторная работа №3</b> Проектирование зубофрезерной операции.....	150
<b>Приложение 1</b>	160

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению практических работ разработаны, согласно рабочей программе ОП.08 «Технология машиностроения» для специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» и требованиям к результатам обучения Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Практические работы направлены на овладение обучающимися видом профессиональной деятельности:

**ВПД1** Разработка технологических процессов изготовления деталей машин и соответствующих профессиональных компетенций (ПК)

**ВПД2** Участие в организации производственной деятельности структурного подразделения.

**ВПД3** Участие во внедрении технологических процессов изготовления деталей машин и осуществление технического контроля.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями, обучающийся в ходе выполнения и защиты практических работ должен:

### **уметь:**

- применять методику отработки деталей на технологичность;
- применять методику проектирования операций;
- проектировать участки механических цехов;
- использовать методику нормирования трудовых процессов.

### **знать:**

- способы обеспечения заданной точности изготовления деталей;
- технологические процессы производства типовых деталей и узлов машин.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны формировать общие компетенции (ОК):

**ОК 1.** Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

**ОК 2.** Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

**ОК 3.** Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

**ОК 4.** Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

**ОК 5.** Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

**ОК 6.** Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

**ОК 7.** Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

**ОК 8.** Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

**ОК 9.** Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Специалист по технологии машиностроения должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности:

**ПК 1.1.** Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

**ПК 1.2.** Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

**ПК 1.3.** Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

**ПК 1.4.** Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

**ПК 1.5.** Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

**ПК 2.1.** Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

**ПК 2.2.** Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

**ПК 2.3.** Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.

**ПК 3.1.** Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

**ПК 3.2.** Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

Практические работы следует проводить по мере прохождения студентами теоретического материала.

Практические работы рекомендуется производить в следующей последовательности:

- вводная беседа, во время которой кратко напоминаются теоретические вопросы по теме работы, разъясняется сущность, цель, методика выполнения работы;
- самостоятельное выполнение необходимых расчетов;
- обработка результатов расчетов, оформление технологической документации, отчета;
- защита практической работы в форме собеседования по методике проведения и результатам проделанной работы.

# **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

К выполнению практической работы необходимо подготовиться до начала занятия, используя рекомендованную литературу и конспект лекций, а также ознакомиться с пунктом практического занятия «Общие и теоретические положения по теме практического занятия».

Студенты обязаны иметь при себе комплект письменных принадлежностей включающих в себя, в том числе линейку, карандаш, калькулятор. Отчеты о проведении практических занятий и лабораторных работ выполняются на листах писчей бумаги (с одной стороны) формата А4 оформленными рамками и основной надписью согласно ГОСТ 2.104-2006 : первый лист отчета по практическому занятию и лабораторной работе – форма 2 , второй и последующие листы – форма 2а. Комплект отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам брошюруется в папку-скоросшиватель с титульным листом (Приложение 1) .

2. Отчеты по практическим занятиям и лабораторным работам оформляются в письменном виде, аккуратно и должны включать в себя следующие пункты:

Практическое занятие №\_\_\_\_

Тема: \_\_\_\_\_

Цель практического занятия (лабораторной работы)\_\_\_\_\_

2.1 Материальное обеспечение занятия\_\_\_\_\_

2.2 Порядок выполнения занятия (записать порядок выполнения практического занятия, лабораторной работы)

2.3 Индивидуальное задание (записывается условие задания соответствующее номеру варианта для данного студента.)

2.4 Далее, по середине листа, пишется «Ход работы» и выполняются этапы практического занятия, согласно выше приведенному порядку.



2.5 Выполняется запись «Вопросы для самопроверки». В этом пункте обучающие письменно отвечают на контрольные вопросы, приведенные в методических рекомендациях к практическому занятию.

2.6 По завершению занятия обучающиеся составляют вывод, в котором отражают результаты практического занятия исходя из его целей.

3. Выбор варианта задания для практического занятия выполняется исходя порядкового номера по журналу учебной группы.

В том случае, если количество вариантов заданий к практическому занятию не превышает десяти, то обучающийся с порядковым номером одиннадцать( двадцать один) по учебному журналу группы выполняет задание соответствующее варианту №1 и далее по списку.

4. Подготовка к защите отчета по практическому занятию заключается в письменном его оформлении исходя из требований указанных выше, а так же подготовке теоретического материала для устного собеседования по теме занятия.

5. При оценивании практического занятия учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы (соблюдение методики выполнения, точность расчетов, получение результатов в соответствии с целью работы);
- качество заполнения технологической документации;
- качество оформления отчета по практическому занятию (в соответствии с установленными требованиями);
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите результатов занятия (глубина ответов, знание методики выполнения работы, использование специальной терминологии).

5. Сроки защиты практического занятия: Отчет по результатам проведения практического занятия необходимо представить к защите уже на следующем за ним занятии. В случае если, следующее практическое занятие проводится в этот же календарный день, то сроком сдачи отчета

определяется дата, следующая за ним согласно расписанию учебных занятий.

6. Если отчет по работе не сдан во время (до выполнения следующей работы) по неуважительной причине, оценка за практическое занятие снижается на балл.

## **2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1**

**Тема занятия:** «Определение точности формы и точности взаимного расположения поверхностей детали при обработке».

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия:** отработать практические навыки в установлении наименования и содержания условного обозначения заданных отклонений; отработать возможность выдержать требование точности формы и точности взаимного расположения поверхностей детали при обработке в зависимости от типа станка.

**Материальное обеспечение:**

- Методические указания к практическому занятию №1.
- Нормативно-справочная литература; ГОСТ 2.308-2011.
- Чертёжные принадлежности.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.

### **1. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ.**

Одной из основных задач технологов и других участников производства в механических цехах является обеспечение необходимой точности изготавливаемых деталей.

Реальные детали машин, изготовленные с помощью механической обработки, имеют параметры, отличающиеся от идеальных значений, т.е. имеют погрешности, но размеры погрешностей не должны превышать

допускаемых предельных отклонений (допусков). Допуск – это арифметическая разность наибольшего и наименьшего отклонений. Для обеспечения заданной точности обработки должен быть правильно спроектирован технологический процесс с учетом экономической точности, достигаемой различными методами обработки. Важно учитывать, что каждый следующий переход должен повышать точность на 1...4 квалитета.

В ряде случаев используют расчетные методы для определения возможной величины погрешности обработки. Так определяют погрешности токарной обработки, от действия сил резания, возникающих вследствие недостаточной жесткости технологической системы.

Под точностью механической обработки понимают степень соответствия изготавливаемого изделия требованиям чертежа по размерам и техническим условиям.

Точность выполнения размеров регламентируется допусками, проставляемыми на рабочих чертежах детали; точность выполнения формы и точность взаимного расположения поверхностей регламентируются техническими условиями на чертеже детали

## **2. ЗАДАНИЯ И ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ**

### **ЗАДАНИЕ 1 :Определение точности формы поверхностей детали при обработке**

**Условие задания:** На рисунке 1 и в таблице 1 указаны варианты поверхностей с допускаемыми отклонениями формы.

**Требуется:** установить наименование и содержащие обозначения указанных отклонений; установить возможность выполнить обработку на указанном станке, соблюдая заданную точность. Недостающими размерами задаться.

**Таблица 1 Варианты заданий**

№ варианта	Форма поверхности	Тип станка
I	Отверстие	Внутришлифовальный
II	Плоскость	Плоскошлифовальный
III	»	»

**Продолжение таблицы 1**

IV	Грань	Круглошлифовальный
V, VI	Отверстие	Хонинговальный
VII	Цилиндр	Токарно - винторезный
VIII	Плоскость	Продольно - строгальный
IX	Цилиндр	Токарный многорезцовый
X	»	Круглошлифовальный

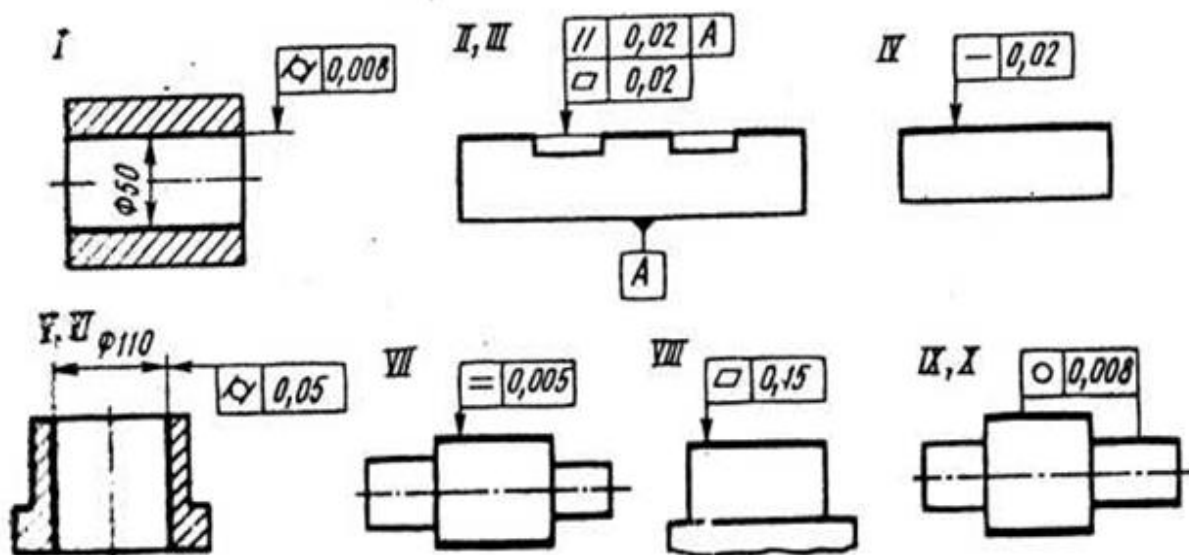


Рисунок 1 Чертежи к заданию

### **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ №1**

На наружной поверхности вала (рисунке 1) задан допуск формы, обозначенный условным знаком по СТ СЭВ 368—76. Окончательную обработку этой поверхности предполагается выполнить шлифованием на круглошлифовальном станке модели 3М151.

**Требуется:** установить наименование и содержание условного обозначения указанного отклонения; установить возможность выдержать требование точности формы этой поверхности при предполагаемой обработке.

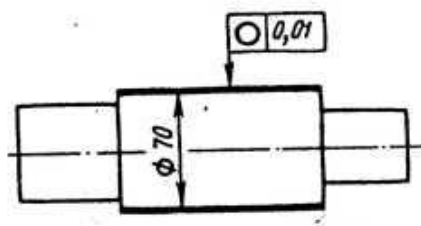


Рис.1

**Решение:**

1. По представленному эскизу точность формы цилиндрической поверхности выражается допуском круглости и составляет 10 мкм. Согласно ГОСТ 24643-81, этот допуск соответствует 6-й степени точности формы. Под термином «Допуск круглости» понимают наибольшее допустимое значение отклонения от круглости. Частными видами отклонения от круглости являются овальность, огранка и др.

2. На круглошлифовальном станке модели 3М151 можно производить обработку заготовок с наибольшим диаметром до 200 мм и длиной до 700 мм. Следовательно, он пригоден для обработки данной заготовки. Отклонение от круглости при обработке на этом станке составляет 2,5мкм

На основании изложенного делаем заключение о возможности выполнить обработку с заданной точностью.

**ЗАДАНИЕ 2 :Определение точности взаимного расположения поверхностей детали при обработке**

**Условие задания:** На рисунке 2 показаны варианты обработки поверхностей.

**Требуется:** расшифровать обозначение содержания допуска; разработать технологические мероприятия, обеспечивающие выполнение этого требования.

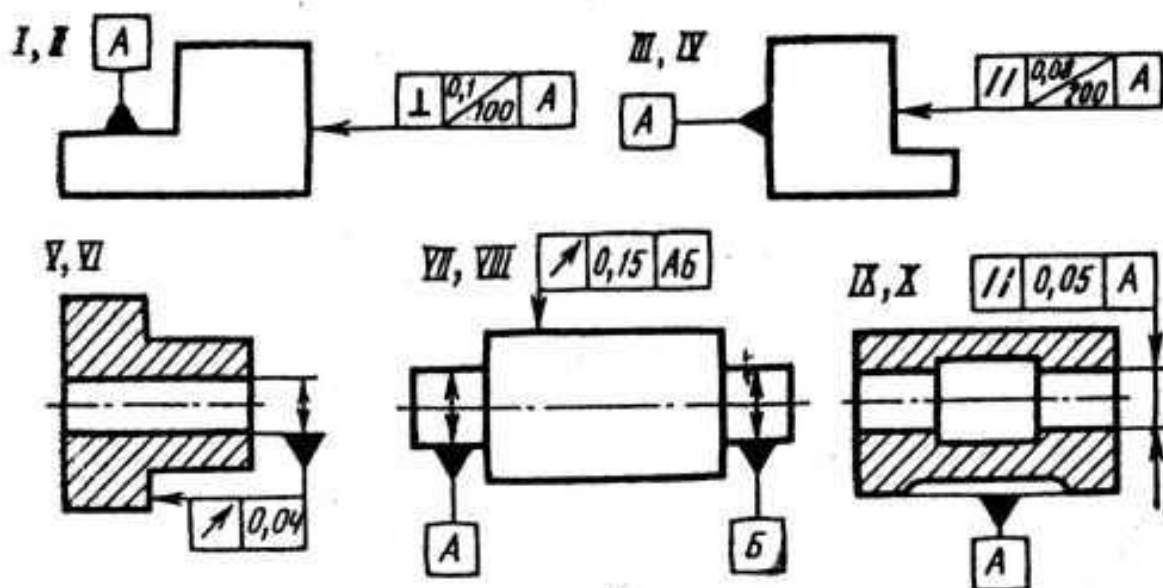


Рисунок 2 Варианты обработки поверхностей

### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ №2

На эскизе (рисунке 3) обозначено техническое требование к точности взаимного расположения поверхностей детали.

Предполагается окончательную обработку верхней плоскости выполнить чистовым фрезерованием на вертикально - фрезерном станке согласно операционному эскизу, изображенному на рисунке 4.

**Требуется:** изложить наименование и содержание технического требования; установить по технологическим справочникам точность взаимного расположения поверхностей детали в зависимости от типа оборудования; сделать заключение о возможности выполнить указанное требование.

#### **Решение:**

1. Условным знаком на рабочем чертеже показан допуск параллельности верхней плоскости относительно нижней плоскости, обозначенной А. Под допуском параллельности понимают наибольшее допускаемое значение отклонения от параллельности. В нашем случае допуск равен 0,2 мм на площади 150 X 150 мм.

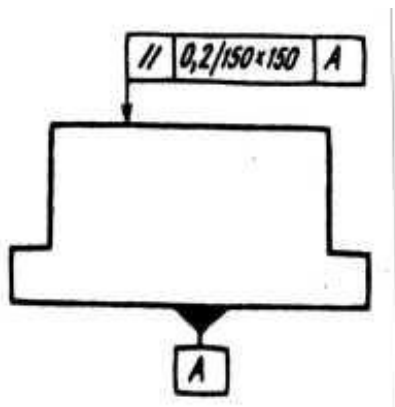


Рисунок 3

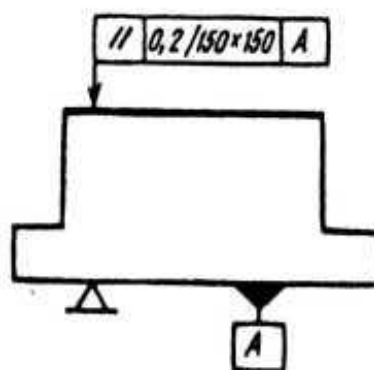


Рисунок 4

2. В таблицах технологических справочников, находим предельные отклонения нашего случая: они равны 40... 100 мкм и 25...60 мкм на длине 300 мм, а значит на длине 150 мм они будут равны 12,5... 30 мкм. Из всех этих данных принимаем для гарантии наибольшее значение — 100 мкм, т.е. — 0,1 мм.

3. Делаем заключение — требуемая точность взаимного расположения обработанной плоскости относительно базовой плоскости А будет обеспечена.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Тема:** Определение операционных припусков и операционных размеров с допусками расчетно-аналитическим и опытно-статистическим (табличным) методами на обработку одной поверхности заданной детали по установленному технологическому процессу.

**Цель занятия:** получение практических навыков в расчете операционных, общих припусков и операционных размеров с допусками расчетно-аналитическим методом; подготовка к курсовому проектированию.

**Материальное обеспечение:**

1. Рабочий чертеж (эскиз) детали.
2. Сведения о серийности производства - производство серийное.
3. Чертежные принадлежности.
4. Микрокалькуляторы



**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан студентами при подготовке к практическому занятию № 2**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.

2. А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков «Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении»; Справочник; М., Маш., 1976г.

3. ГОСТ 7505 - 89; ГОСТ 26645 - 85.

**ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ  
ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

Припуски на мех. обработку - это слой металла, срезаемый или пластически деформируемый в процессе обработки заготовки для получения заданной формы, размеров и качества поверхностей.

Операционный припуск - это слой металла, срезаемый или пластически деформируемый при выполнении определенного технологического перехода.

Общий припуск - это суммарная величина общих припусков по всему технологическому маршруту обработки заданной поверхности.

Расчет припусков аналитическим способом производится по методике профессора В.М Кована. При каждом выполняемом технологическом переходе механической обработки необходимо предусмотреть минимальный припуск, достаточный для ликвидации имеющихся погрешностей выполняемого перехода, влияющих на припуск.

Расчет минимальных припусков в зависимости от вида обработки производится по формулам, приведенным в таблице 1:

Таблица 1. Формулы расчета припусков в зависимости от вида обработки.

Вид обработки	Расчетная формула
1. Последовательная обработка противоположных или отдельно расположенных поверхностей.	$Z_{\min} = R_{z\,i-1} + T_{i-1} + p_{i-1} + E_i$
2. Параллельная обработка противоположных плоскостей.	$2Z_{\min} = 2(R_{zi} + T_{i-1} + p_{i-1} + E_i)$
3. Обработка наружных или внутренних поверхностей вращения.	
4. Обтачивания цилиндрической поверхности заготовки, установленной в центрах; бесцентровое шлифование.	$2Z_{\min} = 2(R_{zi} + T_{i-1} + p_{i-1})$
5. Развертывание плавающей развёрткой, протягивание отверстий.	$2Z_{\min} = 2(R_{zi} + T_{i-1})$
6. Суперфиниш, полирование и раскатка (обкатка).	$2Z_{\min} = 2R_{zi-1}$
Шлифование после термообработки: А) при наличии  Б) при отсутствии	$Z_{\min} = R_{zi-1} + p_{i-1} + E_i$ $2Z_{\min} = 2(R_{zi-1} + p_{i-1} + E_i)$ $Z_{\min} = R_{zi-1} + p_{i-1}$ $2Z_{\min} = 2(R_{zi-1} + p_{i-1})$

В этих формулах:

**$Z_{\min}$**  - минимальный припуск на данном технологическом переходе.

**$R_{z\,i-1}$**  - величина микро неровностей, получаемых на предшествующем переходе.

**$T_{i-1}$**  - величина (глубина) дефектного слоя, полученного на предшествующем переходе.

**$p_{i-1}$**  - величина пространственных отклонений, полученная на предшествующем переходе.

**$E_i$**  - погрешность установки на данном технологическом переходе.

После определения значений  $R_z$ ,  $T$ ,  $p$ ,  $\epsilon_y$ ,  $\delta$  (предельных отклонений) и расчетных величин  $Z_{\min}$  на технологические переходы, расчет межоперационных размеров производится в следующей последовательности:

Для наружных поверхностей валов	Для внутренних поверхностей (отверстий)
1	2
1. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наименьший предельный размер детали по чертежу	1. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наибольший предельный размер детали по чертежу
2. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением к наименьшему размеру по чертежу расчетного припуска $Z_{min}$	2. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер вычитанием из наибольшего предельного размера по чертежу расчетного припуска $Z_{min}$
3. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением к расчетному размеру следующего за ним смежного перехода расчетного припуска $Z_{min}$	3. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода вычитанием из расчетного размера следующего за ним смежного перехода расчетного припуска $Z_{min}$
4. Записать наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с какими дан припуск (предельные отклонения) на размер для каждого перехода	4. Записать наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их уменьшением расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан припуск (предельные отклонения) на размер для каждого перехода
5. Определить наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру	5. Определить наименьшие предельные размеры путем вычитания допуска из округленного наибольшего предельного размера
6. Записать предельные значения припусков $Z_{max}$ как разность наибольших предельных размеров и $Z_{min}$ как разность наименьших	6. Записать предельные значения припусков $Z_{max}$ как разность наибольших предельных размеров и $Z_{min}$ как разность наименьших

предельных размеров предшествующего и выполняемых переходов	предельных размеров выполняемого на предшествующего переходов
<p>7. Определить общие припуски <math>Z_{\max}</math> и <math>Z_{\min}</math>, суммируя промежуточные припуски на обработку.</p> <p>8. Провести проверку правильности произведенных расчетов по формулам:</p> $Z_i \max - Z_i \min = S_{i-1} - S_i$ $2Z_i \max - 2Z_i \min = S_{di-1} - S_{di}$ $Z_{0\max} - Z_{0\min} = S_3 - S_d$ $2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = S_{d3} - S_{dd}$	
<p>9. Определить общий номинальный припуск по формулам</p> $Z_{0\text{ном}} = Z_{0\min} + H_3 = H_d$ $2Z_{0\text{ном}} = 2Z_{0\min} + H_{d3} = H_{dd}$	<p>9. Определить общий номинальный припуск по формулам:</p> $Z_{0\text{ном}} = Z_{0\min} + B_3 - B_d$ $2Z_{0\text{ном}} = 2Z_{0\min} + B_{d3} - B_{dd}$

### Порядок выполнения работы.

1. Проанализировать исходные данные для расчета припусков.
2. Выполнить расчет припусков, заполняя 12 граф расчетной таблицы, проводя подробные пояснения каждой граф (в соответствии с проводимым примером).
3. Провести проверку выполненного расчета.
4. Сформулировать вывод выполненной работы.

### Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение припуска на мех. обработку.
2. Какие виды припусков Вы знаете?
3. Каково влияние припуска на экономичность процесса обработки?
4. Факторы, влияющие на величину припуска?
5. Какие методы определения припусков вы знаете? Сущность этих методов.

### 8. Домашнее задание:

1. Закончить оформление отчета по практическому занятию № 2
2. Подготовиться к сдаче отчета по практическому занятию № 2
3. Повторить теоретический материал, изученный при подготовке к практическому занятию.

### 9. Схема отчета

Практическое занятие № 2

Тема занятия:

Материальное обеспечение:

Выполнение работы.

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ, РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ НА ОБРАБОТКУ НАРУЖНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

### Практическое занятие № 2

Расчет припусков и установление операционных размеров и допусков на них .

**Задание 1 :** Расчитываем аналитическим способом припуски на обработку наружной поверхности  $\varnothing 48H7^{+0,025}_{+0,075}$ .

Минимальные припуски на обработке наружных и внутренних поверхностей вращения.

$$2Z_{\min} = 2 * \left[ (R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \epsilon_i^2} \right] \quad [2 \text{ с.163}] \quad (1)$$

Где,  $R_{zi-1}$ ,  $T_{i-1}$ ,  $P_{i-1}$  – Соответственно высота микронеровностей, глубина дефектного поверхностного слоя и суммарное значение пространственных отклонений на предшествующем переходе;

$\epsilon_{yi}$ - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

1) Пользуясь чертежом детали и технологическим процессом, записываем в расчётную карту (Таблица 2) в графу 1 обрабатываемую поверхность и порядок её обработки, начиная от заготовки:

Заготовка

Растачивание черновое

Растачивание получистовое

Растачивание чистовое

2) Находим нормативное значение  $R_{zi-1}$  и  $T_{i-1}$  и записываем их в графы 2 и 3:

$$[2 \text{ с.163}] \quad (1)$$

Заготовка

$$R_{zi-1} = 0,8 \text{ мм}$$

[2,с.164]

$$T_{i-1} = 0,8 \text{ мм.}$$

Растачивание черновое

$$R_{zi-1} = 0,2 \text{ мм}$$

[2,с. 167]

$$T_{i-1} = 0,2 \text{ мм.}$$

Растачивание получистовое

$$R_{zi-1} = 0,05 \text{ мм}$$

[2,с. 167]

$$T_{i-1} = 0,05 \text{ мм.}$$

3) Растачиваем пространственные отклонения и погрешность установки и записываем их в графы 4 и 5:

$$p_{\text{заг}} = \sqrt{p_{\text{см}}^2 + p_{\text{кор}}^2}, \text{мм} \quad [2, \text{с. 171)]}$$

Где,  $p_{\text{см}} = 1,0 \text{ мм}$  – допуск смещения, ГОСТ 7505-89;

$p_{\text{кор}} = 0,5 \text{ мм}$  – допуск коробления, ГОСТ 7505-89.

$$p_{\text{заг}} = \sqrt{1^2 + 0,5^2} = 1,118 \text{ мм.}$$

Величина остановочной кривизны после обработки:

$$p_i = k_y \cdot p_{\text{заг}}, \text{ мм (9,с. 181)}$$

$$k_{y1} = 0,06 \text{ (9,с. 181)}$$

$$k_{y2} = 0,05 \text{ (9,с. 181)}$$

$$p_1 = 0,06 \cdot 1,118 = 0,067 \text{ мм}$$

$$p_2 = 0,05 \cdot 1,118 = 0,056 \text{ мм}$$

Погрешность установки заготовки в трехкулачковом пневмопатроне с расточными губками:

$$\varepsilon_y = 0,5 \text{ мм (9, с 26)} \quad [2, \text{с.26}]$$

Далее  $\varepsilon_{yi} = 0$ , так как обработка производится без переустановки.

4) Определяем минимальные припуски по технологическим переходам:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (0,8 + 0,8 + \sqrt{1,1182} + 0,52) = 5,649 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (0,2 + 0,2 + 0,067) = 0,934 \text{ мм}$$

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (0,05 + 0,05 + 0,56) = 0,312 \text{ мм}$$

5) Записываем в графу 7 для конечного перехода наибольший предельный размер по чертежу детали:

$$d_p = 48 + 0,125 = 48,125 \text{ мм}$$

6) Для перехода, предшествующего конечному, определяем расчётный размер и записываем в графу 7:

$$d_1 = 48,125 - 0,312 = 47,813 \text{ мм}$$

$$d_2 = 47,813 - 0,934 = 46,875 \text{ мм}$$

$$d_3 = 46,875 - 5,649 = 41,226 \text{ мм}$$

7) Записываем в графу 10 наибольшие предельные размеры по всем переходам, округляя их до последних цифр допуска на них:

$$d_{1\max} = 47,8 \text{ мм}$$

$$d_{2\max} = 46,9 \text{ мм}$$

$$d_{3\max} = 41,2 \text{ мм}$$

8) Записываем в графу 9 наименьшие предельные размеры по всем переходам:

$$d_{1\min} = 47,8 - 0,1 = 47,7 \text{ мм}$$

$$d_{2\min} = 46,9 - 0,2 = 46,7 \text{ мм}$$

$$d_{3\min} = 41,2 - 2,0 = 39,2 \text{ мм}$$

9) Определяем предельные значения припусков, и записываем их в графы 11 и 12:

$$2Z_{1min} = 48,125 - 47,8 = 0,325 \text{ мм}$$

$$2Z_{1max} = 48,075 - 47,7 = 0,375 \text{ мм}$$

$$2Z_{2min} = 47,8 - 46,9 = 0,9 \text{ мм}$$

$$2Z_{2max} = 47,7 - 46,7 = 1,0 \text{ мм}$$

$$2Z_{3min} = 46,7 - 39,2 = 7,5 \text{ мм}$$

$$2Z_{3max} = 46,7 - 39,2 = 7,5 \text{ мм}$$

10) Определяем припуски на обработку, суммируя промежуточные припуски:

$$2Z_{0max} = 0,375 + 1,0 + 7,5 = 8,875 \text{ мм}$$

$$2Z_{0min} = 0,325 + 0,9 + 5,7 = 6,945 \text{ мм}$$

11) Проверяем правильность расчётов:

$$2Z_{imax} - 2Z_{imin} = \delta_{i-1} - \delta, \text{ (9, с. 164)}$$

Где  $\delta_{i-1}$ ,  $\delta$  - соответственно допуски на размер на предшествующем и выполняемом переходе.

$$0,375 - 0,325 = 0,1 - 0,05$$

$$1,0 - 0,9 = 0,2 - 0,1$$

$$7,5 - 5,7 = 2,0 - 0,2$$

Расчёт произведён верно.

**Задание 2 :** Рассчитаем припуски, и установим операционные размеры и допуски табличным методом на обработку наружного  $\varnothing 192 \pm 0.1$

Таблица 3 – Расчётная



Последовательность обработки	Последовательные отклонения, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Операционный припуск 2Z, мм	Операционный размер, мм	Примечание
1	2	3	4	5	6
Точение чистовое	$\pm 0,1$	Ra=2,5	$2 \cdot 0,5 = 1,0$	$\varnothing 192 \pm 0.1$	ГОСТ 7505-89
Точение получистовое	-0,2	Ra=20	$2 \cdot 1,0 = 2,0$	$\varnothing 192_{-0,2}$	
Точение черновое	-0,4	Rz=200	$2 \cdot 3,5 = 7,0$	$\varnothing 195_{-0,4}$	
Заготовка	$\pm 1,0$	Rz=800	$2 \cdot 5 = 10$	$\varnothing 202 \pm 0.1$	

Таблица 2 – Расчётная карта

Технологические переходы обработки $\varnothing 48^{+0,125}_{+0,075}$	Элементы припуска, мм				Расчётный припуск $Z_i$ min, мм	Расчётный размер, мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельные припуски, мм		Предельные размеры, мм	
	$R_{zi-1}$	$T_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\varepsilon_{yi}$				$d_{min}$	$d_{max}$	$Z_i$ min	$Z_i$ max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	0,8	0,8	1,118	-	-	41,226	2,0	39,2	1,2	-	-
Растачивание черновое	0,2	0,2	0,067	0,5	5,649	46,875	0,2	46,7	46,9	5,7	7,5
Растачивание получистовое	0,05	0,05	0,056	-	0,934	47,813	0,1	47,7	47,8	0,9	1,0
Растачивание чистовое	-	-	-	-	0,312	48,125	0,05	48,075	48,125	0,325	0,375
Итоги										6,925	8,875

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3**

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Тема занятия:** Отработка деталей на технологичность с использованием качественного и количественного методов оценки технологичности

**Цель занятия:** Ознакомиться с порядком оформления технологического процесса, отдельной операции механической обработки детали.

**Материальное обеспечение:**

1. Рабочий чертеж обрабатываемой детали.
2. Чертеж заготовки.
3. Объем выпуска детали в год (тип производства).
4. Маршрутный технологический процесс механической обработки детали, выполненный ЕСТД.
5. Чертежные принадлежности: линейка угольник, циркуль и другие.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан студентами при подготовке к практическому занятию № 3**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.

2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.

#### **1. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ.**

Успешное решение задач, которые стоят и будут в дальнейшем стоять перед машиностроением, возможно только при создании новых и совершенствовании действующих машин с целью достижения более высоких эксплуатационных характеристик при одновременном сокращении их массы, габаритов и стоимости, повышении долговечности, простоте ухода и надежности в работе. Одновременно в самом машиностроении необходимо совершенствовать технологические процессы изготовления изделий, улучшать использование всех средств технологического оснащения, внедрять в производство прогрессивные методы организации производства.

Одним из эффективных путей решения этих задач является внедрение принципов технологичности конструкций. Под этим термином понимают такое проектирование, которое при соблюдении всех эксплуатационных качеств обеспечивает минимальные трудоемкость изготовления, материалоемкость и себестоимость, а также возможность быстрого освоения выпуска изделий в заданном объеме с использованием современных методов обработки и сборки.

Технологичность — важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских и технологических резервов для выполнения задач по повышению технико-экономических показателей изготовления и качества изделий. Работа по улучшению технологичности должна производиться на всех стадиях проектирования и освоения в производстве выпускаемых изделий.

При выполнении работ, связанных с технологичностью, следует руководствоваться группой стандартов, входящих в Единую систему технологической подготовки производства (ЕСТПП), а именно ГОСТ 14.201—83... 14.204 — 73, а также ГОСТ 2.121—73 «Технологический контроль в конструкторской документации».

Технологичность конструкции деталей обуславливается:

- а) рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
  - б) технологичностью формы детали;
  - в) рациональной простановкой размеров;
  - г) назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.
- :

Технологичность детали зависит от типа производства; выбранного технологического процесса, оборудования и оснастки; организации производства, а также от условий работы детали и сборочной единицы в изделии и условий ремонта.

Признаками технологичности конструкции детали, например, подкласса валов являются наличие у ступенчатых валов небольших перепадов диаметров

ступеней, расположение ступенчатых поверхностей с убыванием диаметра от середины или от одного из концов, доступность всех обрабатываемых поверхностей для механической обработки, возможность применить для изготовления детали исходную заготовку прогрессивного вида, которая по форме и размерам близка к форме и размерам готовой детали, возможность применять для обработки высокопроизводительные методы.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

**Задача1.** Один и тот же элемент конструкции детали машины может быть конструктивно решён различно. Эти решения представляют двумя эскизами (варианты на рис. 1)

Требуется провести анализ сравнительных эскизов конструкций на технологичность и обосновать выбор элемента конструкции детали.

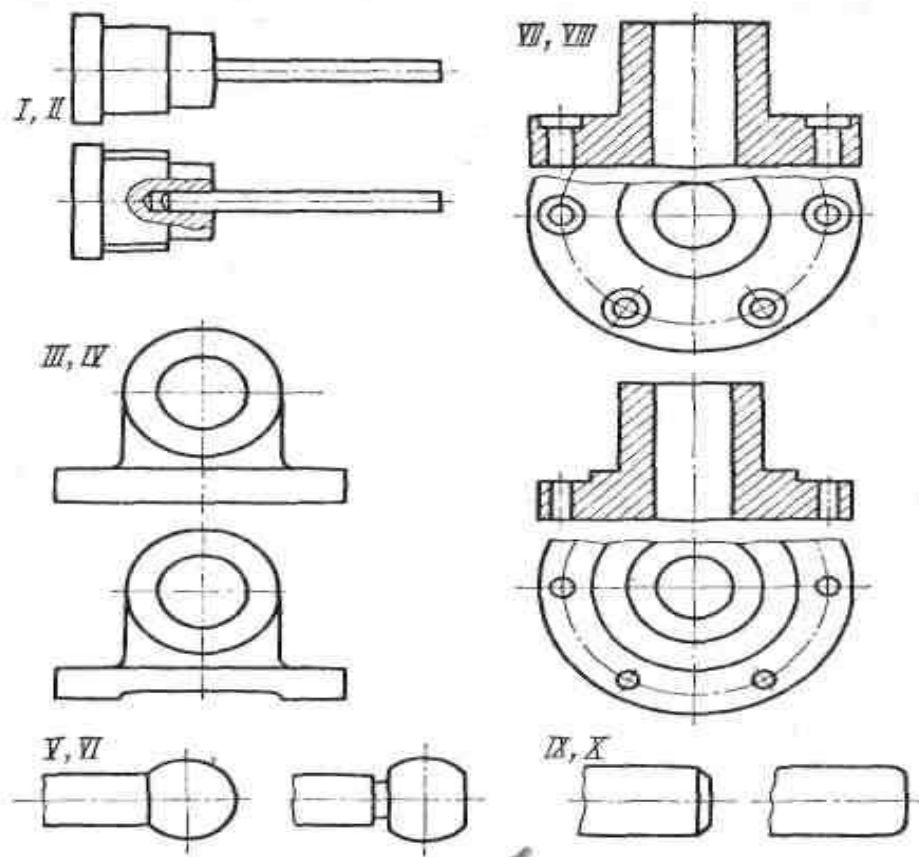


Рисунок 1 Эскиз детали

**Задача 2.** О рассматриваемой детали, исходной заготовке и о её базовом аналоге или прототипе известны основные данные, приведенные в таблице 1 для десяти вариантов.

Требуется определить показатели технологичности конструкции детали.

Таблица 1

№ варианта	Количество поверхностей детали $Q_{\text{э}}$	Количество унифицированных элементов $Q_{\text{у.э}}$	Масса, кг		Трудоемкость, мин		Себестоимость, руб		Средний квалитет точности $A$	Средняя шероховатость, Бср, мкм
			Детали $m_d$	Исходной заготовки $m_0$	Детали $T_d$	Базового аналога $T_0$	Детал $C_d$	Базового аналога $C_0$		
I; VI	19	12	0,6	1,1	28	31	1,7	2,1	8	0,63
II; VII	28	17	0,3	0,4	16	24	0,9	1,3	9,5	3,2
III; VIII	73	45	3,1	3,8	78	86	3,4	4,1	7,8	1,1
IV; IX	41	27	0,2	0,4	31	39	1,2	1,4	6,8	0,4
V; X	55	40	4,8	5,5	68	89	4,8	5,3	7,9	2,5

### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

**Пример 1.** С целью повысить технико-экономические показатели технологического процесса предложено два варианта выполнения у детали элементов в конструкции корпуса, изготавливаемого из отливок (рис. а, б).

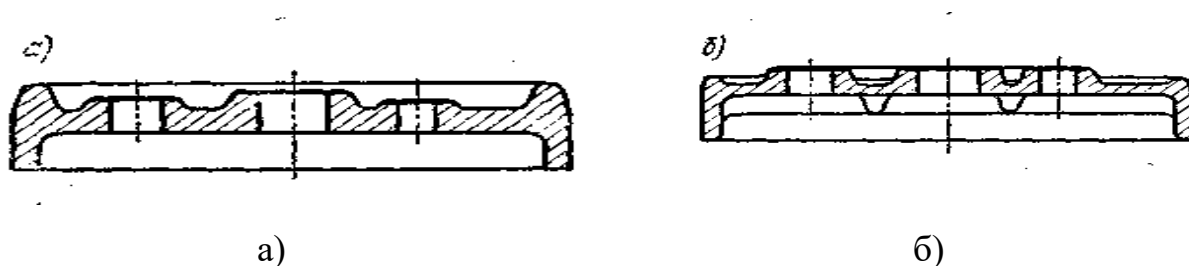
**Т р е б у е т с я :** Оценить их технологичность качественным методом.

**Решение.** Бобышки и пластики на корпусе детали (рис.а) располагаются на разных уровнях, и обработку каждой бобышки приходится вести по

индивидуальной наладке. Недостаточная жесткость верхней части детали не позволяет применить методы высокопроизводительной обработки.

В конструкции на рис. 6 все обрабатываемые поверхности расположены в одной плоскости и поэтому могут обрабатываться в одном установе, например, на вертикально-фрезерном или продольно-фрезерном станке. Добавленные на внутренней стороне детали ребра увеличивают жесткость корпуса. При обработке это будет способствовать уменьшению деформации заготовки от сил резания и закрепления и позволит вести обработку с высокими режимами резания или одновременно несколькими инструментами. При этом повысится точность и качество обработанных поверхностей.

Уровень имеющихся у детали необрабатываемых платиков, находится ниже обработанных плоскостей. Это позволит более производительно вести обработку «на проход».



**Пример 2.** Корпус массой  $m_d = 2 \text{ кг}$  (см.рис.2) изготавливается из чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412-79. Метод получения исходной заготовки - литье в земляную форму, по 1 классу точности (ГОСТ 1855-55); масса заготовки  $m_0 = 2,62 \text{ кг}$ .

Трудоемкость механической обработки детали  $T_n = 45$  мин при базовой трудоемкости (аналога)  $T_{б.н.} = 58 \text{ мин}$ .

Технологическая себестоимость детали  $C_t = 2,1$  руб. при базовой технологической себестоимости аналога  $C_{б.т.} = 2,45 \text{ руб}$ .

Данные конструкторского анализа детали по поверхностям представлены в таблице.2.

Требуется определить показатели технологичности конструкции детали

Таблица 2

Наименование поверхности	Количество поверхностей	Количество унифицированн ых элементов	Квалитет точности	Параметр шероховатости, мкм
Отверстие главное	1	1	7	0,32
Торец фланца	2	-	12	1,25
Фаска	2	2	12	20
Резьбовое отверстие	8	8	9	0
Верх основания	2	-	12	5
Отверстия основания	4	4	12	40
Низ основания	1	-	12	2,5
ИТОГО...	$Q_3=20$	$Q_{y.э.}=15$		

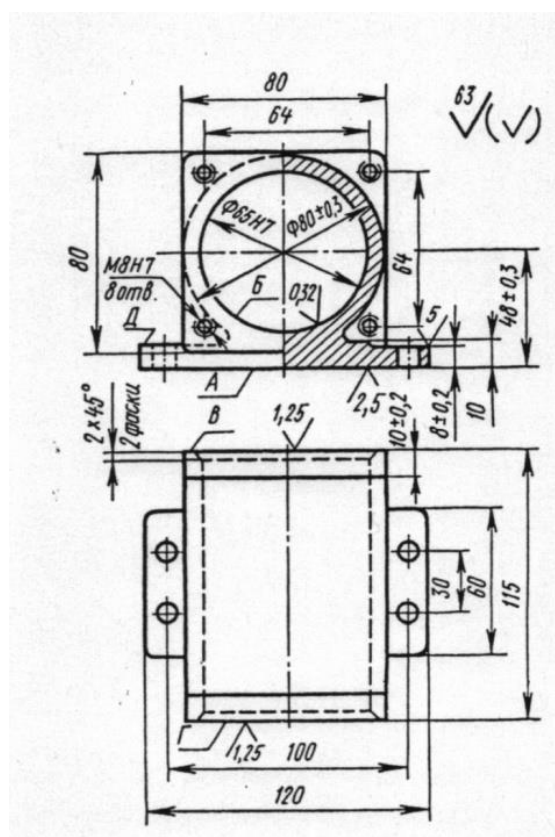


Рисунок 2



**Решение.1.** К основным показателям технологичности конструкции относятся:

- абсолютный технико-экономический показатель-трудоемкость изготовления детали  $T=45$ мин;
- уровень технологичности конструкции по трудоемкости изготовления

$$K_{y.t.}=T_{и}/T_{б.и}=45/58=0,775$$

Деталь по этому показателю технологична, так как трудоемкость ее сравнительно с базовым аналогом ниже на 22,5%;

технологическая себестоимость детали  $C_T=2.1$ руб.;

уровень технологичности конструкции по технологической себестоимости

$$K_{y.c}=C_T/C_{б.т}=2,1/2,45=0,857$$

Деталь технологична, так как себестоимость ее сравнительно с базовым аналогом снизилась на 14,3%.

$$K_{y.э}=Q_{y.э}/Q_э=15/20=0,75$$

По этому показателю деталь технологична, так как  $K_{y.э}>0,6$

масса детали  $m_d=2$ кг;

коэффициент использования материала

$$K_{и.м}=m_d/m_o=2/2,62=0,76$$

Для исходной заготовки этого типа такой показатель свидетельствует об удовлетворительном использовании материала;

коэффициент точности обработки

$$K_{т.ч}=1-(1/A_{ср}),$$

где  $A_{ср}$ – среднийквалитет точности:

$$A_{ср}=(n_1+2n_2+3n_3+...+19n_{19})/\sum n_i$$

В этой формуле  $n_i$ – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19-му квалитетам. В нашем случае

$$A_{ср}=(7\cdot 1+9\cdot 8+12\cdot 5+14\cdot 6/20=11,15;$$

$$K_{т.ч}=1-(1/11.15)=1-0,009=0,91$$

Так как  $K_{т.ч}>0,8$ , то деталь по этому показателю является технологичной;

коэффициент шероховатости поверхности

$$K_{ш}=1/B_{ср},$$

где  $B_{ср}$ — средняя шероховатость поверхности, определяемая в значениях параметра  $R_a$ , мкм:

$$B=(0,01n_1+0,02) n_2+40 n_{13}+80 n_{14}) \sum n_i$$

В этой формуле  $n_1; n_2; \dots; n_{14}$  —количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра  $R_a$ .

В нашем случае

$$B_{ср}=(0,02 \cdot 1+1,25 \cdot 2+2,5 \cdot 1+5 \cdot 2+20 \cdot 10+40 \cdot 4)/20=375,32/20=18,77 \text{ мкм};$$

$$K_{ш}=1/18,77; K_{ш}=0,05$$

Поскольку  $K_{ш}<0,32$ , по этому показателю деталь технологична.

## Вопросы для самопроверки

- 8.1. Дать определение понятию «Технологичность конструкции изделия»
- 8.2. Пути повышения технологичности.
- 8.3. Какие методы оценки технологичности конструкции изделия Вы знаете?
- 8.4. В каком случае возникает необходимость в оценке технологичности конструкции изделий?
- 8.5. Сущность качественного метода оценки технологичности изделия.
- 8.6. Сущность количественного метода оценки технологичности изделия.
- 8.7. Какие показатели технологичности Вы знаете?

## 9. Домашнее задание

- 9.1. Оформить отчет по практическому занятию №3.
- 9.2. Проработать теоретический материал по выполненной работе и подготовиться к сдаче отчета.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4**

**Тема занятия:** «Анализ заводского технологического процесса механической обработки заданной детали.».

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия:** Ознакомиться с порядком оформления технологического процесса, отдельной операции механической обработки детали.

### **Материальное и документальное обеспечение**

1. Рабочий чертеж обрабатываемой детали
2. Чертеж заготовки
3. Объем выпуска детали в год (тип производства)
4. Маршрутный технологический процесс механической обработки детали, выполненной ЕСТД.
5. Чертежные принадлежности: линейка, угольник, циркуль и др.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №4.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.
3. Стандарты ЕСТД и ЕСТПП.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Рассмотреть исходные данные, наименование детали, материал, габаритные размеры, массу, технические условия ее изготовления, объем выпуска в год, вид и массу заготовки. Установить класс детали по технологической классификации. Дать заключение о технологичности детали.

2. По установленному типу производства, в котором обрабатывается деталь подсчитать коэффициент использования материала (к и.м.) заготовки. Как результат проделанной работы необходимо определить соответствие вида

принятой заготовки типу производства, вспомнив при этом , в каком типе производства какие виды заготовки применяются

3. Рассмотреть маршрутный технологический процесс механической обработки детали и заполнить комплект технологической документации.

4. Определить вид анализируемого технологического процесса (нужное подчеркнуть в таблице отчета).

5. Рассмотреть формы технологической документации, указать наименование документов , номера форм и стандарты по которым выполнены документы.

6. Определить структуру технологического процесса. Установить сколько всего операций входит в технологический процесс и каких, определить сколько механических, т.е. станочных операций, слесарных, термических, контрольных, промывочных и прочих.

7. Определить черновые и чистовые установочные базы. Внимательно рассмотрев все станочные операции, необходимо определить какие поверхности в обрабатываемой детали являются черновой базой и какие-чистой.

8. Определить структуру операции(количество установок, позиций , переходов).

### **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

**Тема занятия:** «Анализ заводского технологического процесса механической обработки заданной детали.».

**Цель занятия:** Ознакомиться с порядком оформления технологического процесса, отдельной операции механической обработки детали.

#### **Материальное и документальное обеспечение**

1. Рабочий чертеж обрабатываемой детали
2. Чертеж заготовки
3. Объем выпуска детали в год (тип производства)

4. Маршрутный технологический процесс механической обработки детали, выполненной ЕСТД.
5. Чертежные принадлежности: линейка, угольник, циркуль и др.

## СХЕМА ОТЧЕТА О ПРАКТИЧЕСКОМ ЗАНЯТИИ

1. Выводы сделанные из анализа детали (данные заносятся в таблицу)

Наименование детали	Материал стандарт	Класс детали по технологической классификации	Масса детали, кг	Объем выпуска деталей в год, шт	Габаритные размеры детали, мм
Вид заготовки	Масса заготовки	Коэффициент использования материала $K_{и.м.}$	Тип производства		Соответствие вида принятой заготовки типу производства
Заключение о технологичности детали _____					

- б) выводы, сделанные из анализа технологического процесса механической обработки.

Вид технологического процесса по ГОСТу 14.302-73	- по количеству изделий, охватываемых тех. процессом: единичный или типовой			
	- по назначению: рабочий или перспективный			
	- по документации содержания: маршрутный, операционный или маршрутно-операционный			
Формы технологической документации, используемые в анализируемом процессе		Титульный лист по ГОСТ Маршрутные карты по ГОСТ Операционная карта по ГОСТ		
Количество операций в процессе	в том числе			
	станочных	слесарных	термических	контрольных и прочих
Базы	Черновые			
	Чистовые			

в) выводы, сделанные из анализа станочной операции

Наименование операции	Структура операции		
	количество установок	количество переходов	количество позиций
Наименование, степень универсальности и соответствию типу производства			
Оборудование	Приспособление	Инструмент	
		режущий	вспомогательный измерительный

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие классы деталей по технологической классификации вы знаете?
2. В чем заключается анализ технологичности конструкции детали ?
3. Назовите и охарактеризуйте типы машиностроительного производства.
4. Дайте оценку производственным процессам.
5. Что называется операцией, установом, переходом, ходом, позицией? Приведите примеры.
6. Дайте понятие базированию заготовки.
7. Что такое база?
8. Назовите правила выбора черновых и чистовых баз.
9. Какие вы знаете виды технологических процессов (согласно классификации по ГОСТ 3.1109-73 и РД МУ 75-76)?

Вывод: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5**

**Тема занятия:** Заполнение комплекта технологической документации на заводской технологический процесс обработки детали

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия:** Ознакомление с правилами кодирования технологической документации.

**Материальное и документационное обеспечение:**

1. Маршрутный технологический процесс механической обработки детали, выполненной ЕСТД.
2. Бланки маршрутных и операционных технологических карт на механическую обработку детали.
3. Письменные и чертёжные принадлежности.

## **Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №4.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.

2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.

3. Стандарты ЕСТД и ЕСТПП.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Заполнить маршрутную карту в соответствии с ГОСТ и провести кодирование всех необходимых граф пользуясь методическими рекомендациями по оформлению технологической документации.

2. Заполнить операционно- технологическую карту механической обработки на заданную операцию по ГОСТ и провести кодирование всех необходимых граф пользуясь методическими рекомендациями по оформлению технологической документации.

3. Произвести запись переходов по ГОСТ и оформить карту эскизов для данной операции технологического процесса.

4. Установить применяемое оборудование, технологическую оснастку, инструмент и занести эти данные в операционно- технологическую карту.

Итогом работы является выполнение комплекта технологической документации на изготовление детали в соответствии с требованиями ГОСТ состоящий из маршрутной и операционной карт, карты эскизов на одну технологическую операцию.

### **СХЕМА ОТЧЕТА О ПРАКТИЧЕСКОМ ЗАНЯТИИ**

**Тема занятия:** Заполнение комплекта технологической документации на заводской технологический процесс обработки детали

**Цель занятия:** Ознакомление с правилами кодирования технологической документации.

**Материальное и документационное обеспечение:**

4. Маршрутный технологический процесс механической обработки детали, выполненной ЕСТД.
5. Бланки маршрутных и операционных технологических карт на механическую обработку детали.
6. Письменные и чертёжные принадлежности.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №4.**

4. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
5. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.
6. Стандарты ЕСТД и ЕСТПП.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие вы знаете технологические документы и для чего они предназначаются?
2. Перечислите принципы построения технологических процессов.
3. Назовите основные требования к заполнению маршрутных , операционных карт и карт эскизов.

Вывод: \_\_\_\_\_

---

**КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ.**

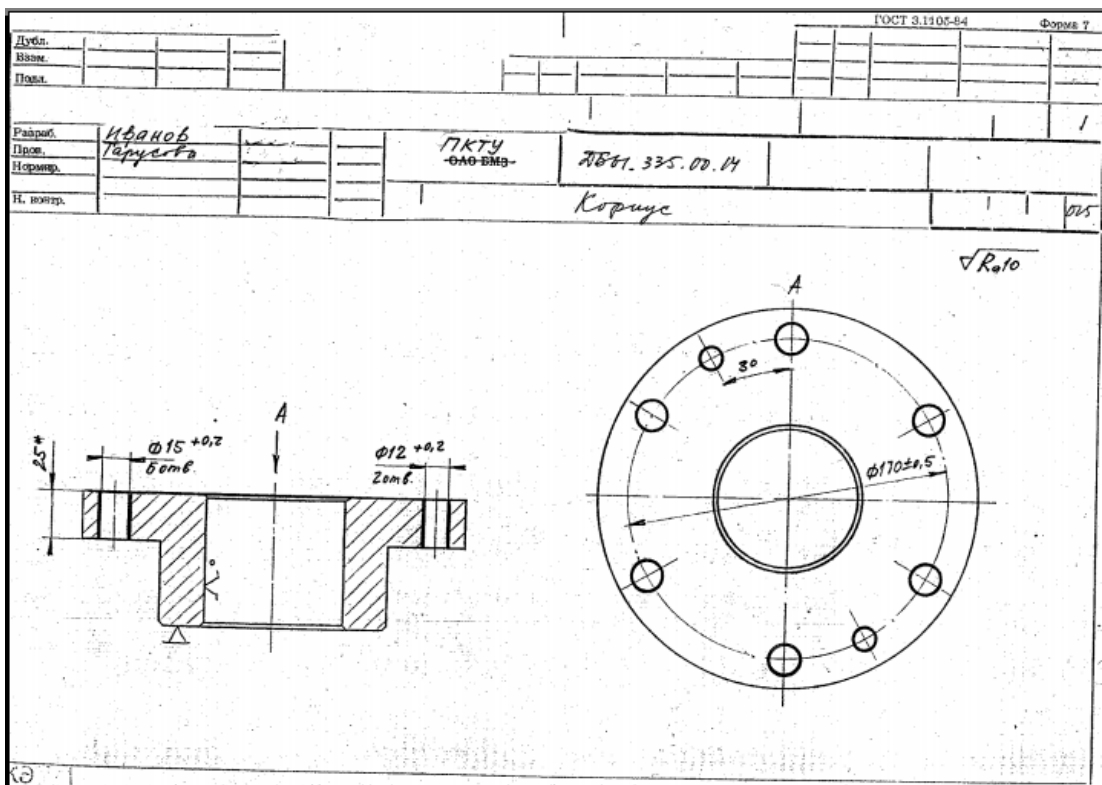
**1. Титульный лист**



	TJ
1980	1.67
1981	1.67
1982	1.67
1983	1.67
1984	1.67
1985	1.67
1986	1.67
1987	1.67
1988	1.67
1989	1.67
1990	1.67
1991	1.67
1992	1.67
1993	1.67
1994	1.67
1995	1.67
1996	1.67
1997	1.67
1998	1.67
1999	1.67
2000	1.67
2001	1.67
2002	1.67
2003	1.67
2004	1.67
2005	1.67
2006	1.67
2007	1.67
2008	1.67
2009	1.67
2010	1.67
2011	1.67
2012	1.67
2013	1.67
2014	1.67
2015	1.67
2016	1.67
2017	1.67
2018	1.67
2019	1.67
2020	1.67
2021	1.67
2022	1.67
2023	1.67
2024	1.67
2025	1.67
2026	1.67
2027	1.67
2028	1.67
2029	1.67
2030	1.67
2031	1.67
2032	1.67
2033	1.67
2034	1.67
2035	1.67
2036	1.67
2037	1.67
2038	1.67
2039	1.67
2040	1.67
2041	1.67
2042	1.67
2043	1.67
2044	1.67
2045	1.67
2046	1.67
2047	1.67
2048	1.67
2049	1.67
2050	1.67
2051	1.67
2052	1.67
2053	1.67
2054	1.67
2055	1.67
2056	1.67
2057	1.67
2058	1.67
2059	1.67
2060	1.67
2061	1.67
2062	1.67
2063	1.67
2064	1.67
2065	1.67
2066	1.67
2067	1.67
2068	1.67
2069	1.67
2070	1.67
2071	1.67
2072	1.67
2073	1.67
2074	1.67
2075	1.67
2076	1.67
2077	1.67
2078	1.67
2079	1.67
2080	1.67
2081	1.67
2082	1.67
2083	1.67
2084	1.67
2085	1.67
2086	1.67
2087	1.67
2088	1.67
2089	1.67
2090	1.67
2091	1.67
2092	1.67
2093	1.67
2094	1.67
2095	1.67
2096	1.67
2097	1.67
2098	1.67
2099	1.67
2100	1.67
2101	1.67
2102	1.67
2103	1.67
2104	1.67
2105	1.67
2106	1.67
2107	1.67
2108	1.67
2109	1.67
2110	1.67
2111	1.67
2112	1.67
2113	1.67
2114	1.67
2115	1.67
2116	1.67
2117	1.67
2118	1.67
2119	1.67
2120	1.67
2121	1.67
2122	1.67
2123	1.67
2124	1.67
2125	1.67
2126	1.67
2127	1.67
2128	1.67
2129	1.67
2130	1.67
2131	1.67
2132	1.67
2133	1.67
2134	1.67
2135	1.67
2136	1.67
2137	1.67
2138	1.67
2139	1.67
2140	1.67
2141	1.67
2142	1.67
2143	1.67
2144	1.67
2145	1.67
2146	1.67
2147	1.67
2148	1.67
214	

ГОСТ 3.134															
Дет.															
Наим.															
Поз.															
Ручка	Иванов			2 1											
Пров.	Тарусова			4561.335.00.14											
Наим.				Корпус											
Н. контр.															
М 01	Сталь 20 ГОСТ 1050-88														
М 02	Мат.	ВВ	МА	ЕН	Н. рас.	КМ	Код зап.	Профиль и размеры	КД	МЗ					
А	Цех	Уч.	РМ	Юно.	Код наименования операции			Обозначение документа							
В	Код наименования оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Н шт.	Т из	Т шт.
А 03	XX	XX	XX	005	4114	Токарная с ЧПУ	НОТ	XXX	ф 206 x 75	1	10,1				
Б 04	381148	XXXX	16K20Ф3		2	15292	2H	1p	1	1	140	1,0	46,32	5,12	
05															
06															
07	XX	XX	XX	010	4114	Токарная с ЧПУ	НОТ	XXX							
08	381148	XXXX	16K20Ф3		2	15292	2H	1p	1	1	140	1,0	49,29	9,09	
09															
10															
11	XX	XX	XX	015	4121	Сверлильная с ЧПУ	НОТ	XXX							
12	381221	XXXX	2P135Ф2		2	15292	2H	1p	1	1	140	0,48	40,14	6,74	
13															
14															
15	XX	XX	XX	020	4261	Фрезерная с ЧПУ	НОТ	XXX							
16	384612	XXXX	6P13Ф3		2	15292	2H	1p	1	1	140	0,65	42,34	5,34	





## СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №5

<b>Характеристика технологического процесса</b>	<b>Код</b>
Обработка на многошпиндельных автоматах	41
Обработка на одношпиндельных автоматах и полуавтоматах	43
Обработка на станках с ЧПУ	46
Термическая обработка	50
Термическая обработка с нагревом ТВЧ	51
Электрохимическая обработка	72
Электрофизическая обработка	75
Слесарные, слесарно- сборочные работы	88

### Коды профессий по обработке материалов резанием по общесоюзному классификатору

<b>Наименование профессии</b>	<b>Код</b>
Токари	18217
Токари- револьверщики	18286
Токари- карусельщики	18219
Токари- полуавтоматчики	18225
Сверлоовщики	17335
Фрезеровщики	18632
Протяжники	16458
Зуборезчики	12287
Шлифовщики	18873
Зубошлифовщики	12290
Резьбофрезеровщики	17001
Резьбошлифовальщики	17003
Разметчики	16641
Оператор станков с программным управлением	15292

### Коды основных видов заготовок по общесоюзному классификатору

<b>Вид заготовки</b>	<b>Код</b>
Прокат из стали с пределом текучести 45...75 кг/ мм <sup>2</sup>	095002
Прокат из стали с пределом текучести 33...40 кг/ мм <sup>2</sup>	095003
Прокат листовой рядовой и жёсть	097XXX
Прокат листовой качественный	098XXX
Прокат листовой холоднокатанный	099XXX
Трубы стальные горячедеформированные гладкие	131XXX
Трубы тянутые бесшовные	134XXX
Трубы тонкостенные бесшовные	135XXX
Отливки из ковкого чугуна	41111X
Отливки из серого чугуна	41112X

Отливки высокопрочного чугуна	41113X
Отливка из углеродистой стали	41121X
Отливка из конструкционной легированной стали	41123 X
Отливка из высоколегированной стали	41124 X
Отливка из алюминиевых сплавов	41131 X
Отливка из магниевых сплавов	41132 X
Отливка из сплавов на медной основе	41133 X
Отливка из цинковых сплавов	41134 X
Отливка из титановых сплавов	41135 X
Отливки , получаемые литьем в кокиль и центробежным способом	411702
Штамповки горячие из черных металлов	41211 X
Штамповки холодные из черных металлов	41215 X
Штамповки горячие из цветных металлов	41221 X
Штамповки холодные из цветных металлов	41224 X
Поковки из черных металлов	41212 X
Поковки из цветных металлов	41222 X

**Коды технологических операций и технологического оборудования  
согласно общесоюзным классификаторам**

<b>Наименование операции</b>	<b>Код операци и</b>	<b>Код тех. оборудова ния</b>
Токарная	4110	381101
Токарно- винторезная	4114	381148
Токарно- револьверная с вертикальной осью револьверной головки	4111	381131
Токарно- револьверная с горизонтальной осью револьверной головки	4111	381138
Токарно- карусельная	4113	381151
Токарно- копировальная	4117	381115
Токарно- автоматная(автоматы одно- и многошпиндельные)	4112	381111
Токарная специальная	4118	38181X
Токарная с ЧПУ	XXXX	381021
Сверлильная	4120	38121X
Вертикально- сверлильная	4121	381212
Радиально- сверлильная	4123	381217
Центровальная	4124	381825
Сверлильная с ЧПУ	4131	381022
Фрезерная	4260	3816XX
Вертикально- фрезерная	4261	381611
Горизонтально- фрезерная	4262	381612

Продольно- фрезерная	4263	381661
Карусельно- фрезерная	4264	381674
Барабанно- фрезерная	4265	38167X
Копировально- фрезерная	4267	XXXXXX
Фрезерно- центровая	4269	381825
Фрезерная с ЧПУ	XXXX	381824
Долбежная	4175	381718
Протяжная	4180	381756
Горизонтально- протяжная	4151	381751
Вертикально- протяжная для внутреннего протягивания	4182	381753
Вертикально- протяжная для наружного протягивания	4182	381754
Расточная	4220	38126X
Горизонтально- расточная	4221	381261
Вертикально- расточная	4222	381262
Координатно- расточная	4223	381263
Алмазно- расточная	XXXX	XXXXXX
Расточная с ЧПУ	XXXX	XXXXXX
Зубообрабатывающая	4150	XXXXXX
Зубофрезерная для цилиндрических зубчатых колес	4153	381572
Зубофрезерная для прямозубых конических колес	4153	381522
Зубофрезерная для конических колес со спиральным зубом	4153	381523
Зубодолбежная	4152	381571
Зубострогальная	4154	381520
Зубопротяжная	4155	381573
Зубозакругляющая	4156	381575
Зубошевинговальная	4157	381574
Зубошлифовальная	4151	381561
Зубопритирочная	4158	381578
Зубообкатывающая	4158	381578
Болтонарезная	4107	381731
Резьбонарезная	4272	381743
Резьбофрезерная	4272	381623
Резьбонакатная	4108	382424
Шлицефрезерная	XXXX	381672
Шпоночно- фрезерная	XXXX	381671
Шлицешлифовальная	XXXX	381672
Круглошлифовальная	4131	381311
Внутришлифовальная	4132	381312
Плоскошлифовальная	4133	381313
Бесцентрово-шлифовальная	4134	381314
Резьбошлифовальная	4135	381316
Обдирочно- шлифовальная	4137	XXXXXX

Шлифовальная с ЧПУ	XXXX	381025
Отделочная	4190	XXXXXX
Хонинговальная	4192	381836
Полировальная	4191	381834
Суперфинишная	4193	381836
Протирочная	4195	381837
Агрегатная горизонтальная двухсторонняя	4101	381882
Агрегатная горизонтальная трехсторонняя	4101	381883
Агрегатная четырехсторонняя	4101	381884
Агрегатная вертикальная одностоечная	4101	381885
Агрегатная вертикальная многостоечная	4101	381887
Агрегатная с вертикальной и горизонтальной головкой	4101	381888
Слесарная	0190	XXXXXX
Термическая обработка отжиг	5110	XXXXXX
Термическая обработка закалка	5130	XXXXXX
Термическая обработка отпуск	5140	XXXXXX
Контрольная	0220	XXXXXX

### Коды на режущий и измерительный инструмент

Наименование	Код
Резцы из быстрорежущей стали	392110
Резцы оснащенные твердым сплавом	392101
Резцы с механическим креплением пластины	392104
Резцы для станков с ЧПУ	392190
Сверла спиральные общего назначения с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали	392110
Сверла спиральные общего назначения с коническим хвостовиком из быстрорежущей стали	392167
Сверла	391242
Сверла твердосплавные	391303
Сверла для станков с ЧПУ и автоматических линий	391290
Зенкеры из быстрорежущей стали	391610
Зенкеры оснащенные твердым сплавом	391620
Зенковка	391630
Зенкеры и зенковка для станков с Чпу	391690
Развертка из быстрорежущей стали	391720
Развертка оснащенная твердым сплавом	391740
Развертка для станка с ЧПу	391790
Фрезы дисковые из быстрорежущей стали	391802
Фрезы дисковые оснащенные твердым сплавом	391801
Фрезы торцевые	391255
Фрезы концевые	391820

Фрезы насадочные	391830
Фрезы для станков с ЧПУ	391890
Пилы круглые сегментные	392210
Фрезы зуборезные	391810
Фрезы резьбовые	391811
Метчики ручные	391310
Метчики из быстрорежущей стали	391330
Метчики твердосплавные	391350
Метчики для станков с ЧПУ	391391
Плашка резьбонарезная круглая	391510
Головки резьбонакатные	392500
Головки резьбонарезные	392514
Головки зуборезные для конических колес	392460
Долбяки зуборезные	392410
Шеверы дисковые	392430
Протяжки	392302
Инструмент абразивный из электрокорунда	398110
Инструмент абразивный из корбида кремния	398150
Калибр- пробка	393110
Калибр- скоба	393120
Шаблоны	393610
Калибры для шпоночных соединений	393180
Калибры для шлицевых соединений	393181
Калибр для метрических резьб (пробки)	393140
Калибр для метрических резьб (кольца)	393141
Штангенциркуль	393311
Штангенрейсмусы	393320
Микрометры резьбовые	393420
Приборы активного контроля	393630

### Коды приспособлений

Наименование	Код
Центра	392840
Центра поводковые	392846
Центра поводковые для станков с ЧПУ	392849
Центра вращающиеся №2, №3	392841
Центра вращающиеся №4, №5	392842
Центра токарные твердосплавные № 2...5	392843
Приспособления станочные	396100
Патроны трехкулачковые с пневмоприводом	396110
Патроны токарные трехкулачковые с независимым перемещением кулачков	396113



Тиски машинные	396131
Универсально сборные приспособления (УСП)	396181
Головки делительные, универсальные	396151
Вспомогательный инструмент для станка с ЧПУ	392801

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6**

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Тема занятия:** «Проведение хронометража в учебно-производственных мастерских колледжа»

**Цель занятия:** Ознакомиться с методикой проведения хронометража в учебно-производственных мастерских колледжа и с порядком оформления хронометражной карты.

### **Материальное и документальное обеспечение**

1. Операционный технологический процесс нормируемой операции.
2. Бланки хронометражно-нормировочной карты.
3. Секундометр или часы с секундной стрелкой.
4. Микрокалькулятор.
5. Чертежные и письменные принадлежности.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №6**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.

2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.

3. Силантьева Н.А. «Техническое нормирование труда в машиностроении» Учебник для учащихся сред. спец. учеб. заведений по курсу Техническое нормирование труда в машиностроении - 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1990.

## ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ №6

Затраты рабочего времени исполнителей и времени использования оборудования изучают с целью совершенствования организации труда и производства и установления норм труда и нормативов времени.

В зависимости от назначения, количества наблюдаемых объектов и дифференциации изучаемых затрат времени применяются следующие виды наблюдений:

- фотография рабочего времени;
- фотография времени использования оборудования;
- фотография производственного процесса;
- хронометраж;
- фотохронометраж.

**Хронометраж**- это вид наблюдения, при котором изучаются циклически повторяющиеся элементы оперативной работы, отдельные элементы подготовительно-заключительных операций или работы по обслуживанию рабочего места.

Хронометраж проводится с целью получения данных для установления норм времени и нормативов по труду с учетом совершенствования технологического процесса и организации труда на рабочем месте; изучения и внедрения передовых приемов и методов труда: проверки действующих норм; выявления причин невыполнения норм отдельными рабочими.

При хронометраже, как правило, изучается длительность элементов оперативного времени, в особенности ручного, а также отдельных элементов подготовительно-заключительного времени и времени обслуживания рабочего места, данные записываются в хронометражную карту.

Наблюдатель в период подготовки к хронометражу должен на месте изучить технологический процесс выполнения нормируемой операции, проанализировать его и расчленить операцию на составляющие ее элементы.

Изучению и анализу подвергается также режим работы оборудования, качество инструмента и обрабатываемого материала, соответствие их техническим требованиям. Изучается также организация рабочего места. Все выявленные при этом недостатки должны быть рассмотрены совместно с администрацией цеха (учебно-производственных мастерских) и устранены до начала наблюдения. Недостатки, выявленные в самом тех.процессе, т.е. в последовательности выполнения элементов операции, рассматриваются совместно с технологом цеха (учебно-производственных мастерских).

При выборе исполнителя надо учитывать не только процент выполнения им норм, но и его квалификацию (разряд должен соответствовать разряду нормируемой работы).

Изучение и определение длительности отдельных элементов операции можно выполнять двумя основными способами: непрерывным и выборочным.

Непрерывным хронометражем называют такой способ проведения наблюдения, при котором длительность элементов операции замеряется непрерывно от начала до конца операции.

В этом случае при помощи хронометража фиксируется время лишь окончания выполнения каждого элемента операции. Непрерывный хронометраж применяется при изучении операций, где элементы длительностью не менее 10 сек.

Выборочным хронометражем называют такой способ наблюдения, при котором проводятся замеры отдельных элементов операции. Выполняют его с целью определения или уточнения продолжительности элементов длительностью менее 10 сек., а также при необходимости замены забракованных в процессе обработки хронометражных рядов.

Допустимая точность отдельных замеров при хронометраже зависит от длительности изучаемых элементов операции: при длительности их не менее 10 сек. Измерения производятся с точностью до 0,1 сек., при большей длительности – до 0,2 сек.

При проведении хронометража наблюдатель должен делать отметки об отклонениях от установленных параметров (режимов) работы оборудования, о недостатках в организации труда и вообще о всех случаях, когда на нормальное течение трудового процесса оказывали влияние случайные причины, и отмечать те замеры, при проведении которых были допущены ошибки наблюдателем.

Обработка результатов измерений начинается с определения продолжительности выполнения отдельных элементов операции. Затем надо исключить дефектные замеры отметки о дефектности которых сделаны при наблюдении.

После исключения дефектных замеров составляются хронометражные ряды длительности выполнения каждого элемента операции. Далее проводится оценка качества результатов наблюдений. В качестве показателя оценки хроноряда используется фактический коэффициент устойчивости, который определяется по формуле:

$$K_{уф} = \frac{T_{max}}{T_{min}}$$

где  $T_{max}$ -максимальная продолжительность элемента, получаемая при замерах, мин;

$T_{min}$ - то же, минимальная, мин.

Фактический коэффициент устойчивости хроноряда определяется только по элементам с постоянным объемом работ, т.к. колебания ряда при переменном объеме не характеризует качества наблюдения.

Число замеров при переменном объеме работ определяется не по фактическому, а по нормативному коэффициенту устойчивости ряда, определяемому по таблице 1.

Если фактический коэффициент устойчивости хроноряда меньше или равен нормативному, то ряд считается устойчивым, а наблюдение качественным.

Если фактический коэффициент устойчивости превышает нормативный, то хроноряд признается неустойчивым. В этом случае проводятся дополнительные наблюдения взамен признанных дефектными и других, исключенных при обработке.

Дальнейшая обработка результатов наблюдений состоит в определении средней продолжительности выполнения каждого элемента операции.

**Таблица 1 Значение нормативных коэффициентов устойчивости хронометражного ряда**

Тип производства и продолжительность изучаемого элемента работы, сек	Нормативный коэффициент устойчивости хронометражного ряда			
	При машинной работе	При машинно-ручной работе	При наблюдении за работой оборудования	При ручной работе
<u>Массовое</u>				
До 10	1,2	1,5	1,5	2,0
Свыше 10	1,1	1,2	1,3	1,5
<u>Крупносерийное</u>				
До 10	1,2	1,6	1,8	2,3
Свыше 10	1,1	1,3	1,5	1,7
<u>Серийное</u>				
До 10	1,2	2,0	2,0	2,5
Свыше 10	1,1	1,6	1,6	2,3
<u>Мелкосерийное</u> и единичное	1,2	2,0	2,5	3,0

Примечание: Термин «производство» в данном случае относится не к предприятию или цеху в целом, а к операции, на которую устанавливается норма.

Затем анализируются полученные данные с целью проверки рациональности последовательности элементов операции, установленной перед наблюдениями. При этом изыскиваются возможности сокращения затрат времени путем устранения отдельных, не вызываемых необходимостью элементов операции, замены некоторых приемов более рациональными и менее утомительными для рабочего, а также возможность перекрытия машинным временем отдельных элементов ручной работы.

На основании анализа устанавливают наиболее эффективный процесс выполнения операции. После этого определяют оперативное время при выполнении операции или исходные данные для разработки нормативов на ручные и машинно-ручные работы. Оперативное время определяют путем суммирования продолжительности выполнения всех элементов, составляющих оперативное время.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Выбрать место наблюдения, изучить технологический процесс выполнения нормируемой операции, проанализировать его и расчленить операции на составляющие ее элементы.

2. Определить продолжительность выполнения отдельных элементов операции.

3. Исключить дефектные данные замеры, отметки о дефектности которых сделаны при наблюдении.

4. Составить хронометражные ряды длительности выполнения каждого элемента операции.

5. Заполнить хронометражно-нормировочную карту и определить оперативное время.

6. Определить фактический коэффициент устойчивости, тем самым оценить качество результатов наблюдений.

Обработка хроноряда должен содержать:

1. Определение суммарной величины всех замеров в хроноряде.
2. Определение средней величины элемента работы.
3. Определение коэффициента устойчивости хроноряда по формуле:

$$K_y = \frac{T_{\text{макс}}}{T_{\text{мин}}}$$

где  $T_{\text{макс}}$ -максимальный замер;

$T_{\text{мин}}$ - минимальный замер.

4. Сравнение полученного коэффициента устойчивости хроноряда с нормативным, взятым по соответствующим таблицам.

Если фактический коэффициент устойчивости хроноряда меньше или равен нормативному значению, то ряд считается устойчивым.

В тех случаях, когда фактический коэффициент устойчивости превышает установленное нормативное значение, разрешается исключать из ряда одно или оба крайних значения – минимальное и максимальное. Затем определяется новое значение коэффициента устойчивости и проводится его сравнение с нормативным.

Если коэффициент устойчивости после указанного выше исключения крайних значений превышает нормативное значение, то хроноряд признается неустойчивым. В этом случае проводятся дополнительные наблюдения взамен исключенных при обработке.

5. Определение нормальной продолжительности элемента работы путем деления суммы оставшихся замеров на их количество.

Нормативные коэффициенты устойчивости ряда приведены в таблице 1.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Виды наблюдений, проводимые для изучения затрат времени.
2. Что называется хронометражем?
3. Какие работы проводятся перед хронометражем?
4. Непрерывный и выборочный хронометраж.
5. Что должен делать наблюдатель при проведении хронометража?
6. как обрабатываются результаты наблюдений?
7. как оценивается качество результатов наблюдений?

## **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ.**

1. Закончить оформление отчета по практическому занятию №6.
2. Подготовиться к сдаче отчета по данному практическому занятию.
3. Проработать и повторить тему: «Исследование затрат рабочего времени наблюдателем».

### **Схема отчета**

1. Тема занятия
2. Цель занятия
2. Материальное и документальное обеспечение.
3. Отчет по практическому занятию №6 (оформляется в соответствии с методических указаний).
4. Выводы



## Приложение 1

Данные по варианту приведены в таблице 2.

№ вар	Наименование операций и элементов операций	Порядковые номера наблюдений										Тип производства
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Замеры, мин										
Токарная 1												
1	Установить и закрепить деталь	1,2	1,4	1,1	1,0	1,6	2,5	1,2	1,6	1,4	1,2	серийный
2	Включить вращение шпинделя	0,05	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,04	0,09	0,05	0,06	-//-
3	Подвести резец	0,12	0,1	0,14	0,12	0,4	0,14	0,06	0,15	0,16	0,14	-//-
4	Включить подачу	0,06	0,05	0,07	0,04	0,08	0,05	0,11	0,05	0,06	0,05	-//-
5	Проточить поверхность	2,4	2,2	2,3	2,2	2,3	2,4	2,2	2,0	2,2	2,3	-//-
6	Отвести инструмент	0,08	0,09	0,07	0,2	0,08	0,07	0,1	0,09	0,07	0,08	-//-
7	Повернуть резцедержатель	0,1	0,08	0,09	0,07	0,08	0,1	0,2	0,06	0,07	0,09	-//-
8	Изменить величину подачи	0,09	0,1	0,07	0,11	0,08	0,1	0,09	0,3	0,06	0,09	-//-
9	Изменить число оборотов	0,06	0,05	0,09	0,07	0,15	0,08	0,09	0,07	0,06	0,08	-//-
10	Проточить шейку	0,36	0,4	0,41	0,38	0,41	0,9	0,4	0,38	0,37	0,4	-//-
11	Повернуть резцедержатель	0,08	0,07	0,05	0,15	0,1	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	-//-
12	Снять фаску	0,12	0,11	0,15	0,1	0,14	0,12	0,15	0,14	0,31	0,12	-//-

13	Открепить и снять деталь	0,9	0,7	1,1	0,8	0,9	1,9	0,8	1,0	1,1	0,9	-//-
<b>Токарная 2</b>												
14	Установить и закрепить деталь	5,4	4,8	5,6	5,8	6,0	3,6	6,4	11,5	7,4	6,6	Мелкосе- рийный
15	Проточить поверхность	3,8	3,5	3,7	5,1	3,6	3,8	3,7	3,5	3,6	3,7	-//-
16	Подрезать торец	1,4	1,6	1,0	1,3	1,5	1,4	2,2	1,3	1,4	1,5	-//-
17	Расточить отверстие	2,7	2,9	2,8	2,6	2,7	3,5	2,6	2,8	2,7	2,8	-//-
18	Сменить инструмент	0,8	0,6	0,9	0,7	0,8	0,9	1,9	0,7	0,9	0,8	-//-
19	Проточить канавку	0,6	0,48	0,5	0,56	0,54	0,49	0,51	0,55	0,4	0,52	-//-
20	Повернуть суппорт на угол	1,9	2,1	2,4	1,8	2,0	6,4	2,5	2,1	2,6	2,4	-//-
21	Проточить конус	4,4	4,6	4,3	4,8	4,5	4,7	4,4	5,3	4,7	4,6	-//-
22	Повернуть суппорт	0,9	1,1	0,8	1,0	1,2	2,7	1,1	1,2	1,4	1,1	-//-
23	Снять фаску	0,3	0,25	0,28	0,4	0,29	0,35	0,42	0,6	0,36	0,4	-//-
24	Снять фаску	0,21	0,25	0,3	0,24	0,23	0,22	0,18	0,14	0,24	0,26	-//-
25	Открепить и снять деталь	2,1	2,0	1,8	2,6	2,9	3,3	6,1	2,7	3,1	4,0	-//-

## **ИНСТРУКЦИЯ**

### **по технике безопасности при проведении практического занятия №6**

1 К практическому занятию №6 допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при проведении работы.

2. При выполнении практической работы

### **НЕОБХОДИМО:**

2.1 Не прикасаться к электрическим проводам, кабелям и электроприборам.

2.2. Остерегаться различных видов стружек, а также вылета инструмента.

2.3. Быть внимательным, не отвлекаться посторонними разговорами и не отвлекать других.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7**

**Тема занятия:** «Нормирование круглошлифовальной операции».

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия:** Приобретение практических навыков в расчете режимов резания и в нормировании круглошлифовальной операции

### **Материальное обеспечение:**

- Методические указания к практическому занятию №7
- Операционный эскиз
- Исходные данные по заготовке, материалу и т.п.
- Технические характеристики круглошлифовальных станков
- Нормативно- справочная литература
- Письменные и чертежные принадлежности
- Микрокалькуляторы.

## **Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №7.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.
3. Мовчан В.Н. «Сборник задач по техническому нормированию труда в механических цехах» 2-е изд. М.: Машиностроение, 1992 г.
4. Справочник технолога машиностроителя/ Том 2 Под. редакцией А.Г.Косиловой, Р.К. Мещярякова, М.: Машиностроение, 1986г.
5. Общемашиностроительные нормы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно- заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: серийное и крупносерийное производство.М.: НИИ труда,1984
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках.Протяжные, шлифовальные и доводочные станки. Ч III 3-е изд.М: НИИ труда,1978.

### **ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

Шлифование является основным методом чистовой отделки наружных цилиндрических поверхностей.

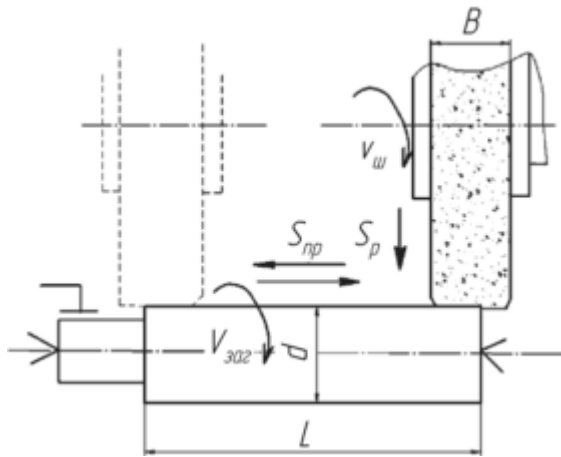
Шлифование наружных цилиндрических и конических поверхностей (называемое круглое шлифование) производят на круглошлифовальных станках при чем обрабатываемая деталь может быть установлена в центре станка, цанге, патроне или в специальном приспособлении.

Различают следующие два способа круглого шлифования:

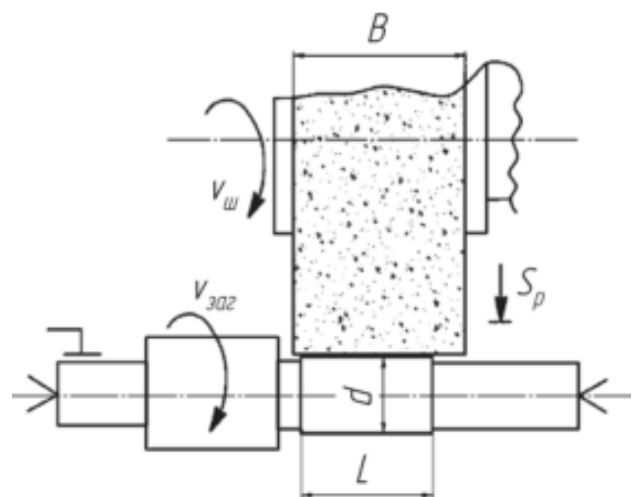
1. Шлифование с продольной подачей (рисунок 1)
2. Шлифование с поперечной подачей (способ врезания- рисунок 2)

Первый способ заключается в том, что в процессе шлифования обрабатываемая деталь совершает продольные движения попеременно в обе стороны; поперечная подача шлифовального круга производится по окончании каждого движения (хода).

При втором способе шлифование производится широким кругом сразу по всей длине шлифуемой поверхности детали. Шлифовальному кругу сообщается поперечная подача по направлению к центральной линии детали. Высота круга выбирается несколько больше, чем длина шлифуемой поверхности детали.



**Рисунок 1** Шлифование с продольной подачей



**Рисунок 2** Шлифование с поперечной подачей

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Анализ исходных данных (условия задачи)
2. Выбор схемы резания
3. Выбор режущего инструмента
4. Расчет режимов резания
5. Определение основного технологического времени
6. Определение штучно- калькуляционного времени

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие виды шлифования для обработки наружных цилиндрических поверхностей вы знаете?
2. Какие технологические параметры обеспечиваются при выполнении того или иного вида шлифования?
3. Какие два способа круглого шлифования вы знаете?

4. Обоснуйте применение двух способов круглого шлифования.
5. Какие контрольные устройства применяют в современной практике?
6. Как определить основное технологическое время для круглого шлифования с продольной и поперечной подачей?

## ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Закончить оформление отчета по практическому занятию №7
2. Подготовиться к защите отчета повторив теоретический материал по теме практического занятия.

## СХЕМА ОТЧЕТА

### Практическое занятие №7

**Тема занятия :** «Нормирование круглошлифовальной операции»

**Цель занятия:** Приобретение практических навыков в расчете режимов резания и в нормировании круглошлифовальной операции

**Материальное обеспечение:**

- Методические указания к практическому занятию №7
- Операционный эскиз
- Исходные данные по заготовке, материалу и т.п.
- Технические характеристики круглошлифовальных станков
- Нормативно- справочная литература
- Письменные и чертежные принадлежности
- Микрокалькуляторы.

**СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ:**

Задача.

На круглошлифовальном станке мод			
производится шлифование шейки вала диаметром $D_3 =$			
мм и длиной $L =$	мм	Обрабатываемый материал	
Характер и шероховатость обработки		Метод шлифования	

Способ установки и закрепления заготовки: в центрах.			
Масса заготовки mз		кг	Число деталей в партии Пд = 100 штук.
Измерительный инструмент; скоба рычажная (исходные данные см. в таблице данных - ).			

- Требуется:
- 1) Выбрать шлифовальный круг
  - 2) Назначить режимы резания
  - 3) Определить основное технологическое время  $T_o$ , мин.
  - 4) Определить штучно-калькуляционное время  $T_{ш-к}$ , мин.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 7

### ЧЕРНОВОЕ ШЛИФОВАНИЕ

1. Исходя из данных условий выбирают характеристику круга по карте 1. Размеры шлифовального круга – по данным станка (см. паспорт станка).
2. Припуск на шлифование  $h_{\text{черн}}$  – устанавливают по карте 2,3. Выбирают скорость вращения  $V_{\text{сокр}}$  и число оборотов заготовки  $n_3$ , руководствуясь при этом картой 3 и паспортными данными станка, приняв ближайшее меньшее обороты. Затем подсчитывают действительную скорость вращения заготовки по формуле:

$$V_{\text{сокр}} = \pi \cdot D_3 \cdot n_3 / 1000, \text{ м/мин} \quad (1)$$

3. Устанавливают период стойкости шлифовального круга по карте 4.
4. Определяют продольную подачу  $S_{\text{пр}}$  по формуле:

$$S_{\text{пр}} = S_d \cdot B_k, \text{ мм/об} \quad (2)$$

Где  $S_d$  – продольная подача в долях ширины круга  $S_d = 0,5..0,8$   
 $B_k$  – ширина шлифовального круга в мм

#### ПРИМЕЧАНИЕ:

Большое значение подачи  $S_{\text{пр}}$  применять для обработки деталей, для которых не допускается высокая температура поверхностного слоя

**ТАБЛИЦА ДАННЫХ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ №7**

№ вариан т	Материал заготовки	Характер обработки и шероховатость	Размер детали, мм		Масса заготовки мкг	Метод шлифования	Модель станка
			Dз	L			
1	Закаленная сталь углеродистая	Ra0,63  чистовая	60	350	8,5	На проход	3151
2			35	140	1,5		3151
3			90	270	14		3Г12
4	Незакаленная сталь высокоуглеродистая	Ra0,32  чистовая	75	500	17,6	С выходом круга в одну сторону	3151
5			100	380	23,8		3151
6			80	300	12,1		3Г12
7			50	285	4,8		3Г12
8	Незакаленная сталь хромистая	Ra1,25  чистовая	45	100	1,6	Без выхода круга в обе стороны	3151
9			120	120	11,2		3Г12
10			65	200	5,9		3Г12
11			85	200	9,3		3151
12			110	150	11,5		3151
13	Закаленная сталь никелевая	Ra1,25  чистовая	12	250	22,5	На проход	3151
14			125	260	25,2		3Г12



15			145	600	78		3Г12
16			150	600	83,5		3Г12
17			40	140	1,6		3151
18	Сталь хромоникелевая незакаленная	Ra1,25 чистовая	45	135	1,9	Выход круга в одну сторону	3151
19			50	95	1,8		3Г12
20			85	185	8,6		3Г12
21	Незакаленная сталь высокоуглеродистая	Ra2,5 черновая	135	600	67,5	Без выхода круга в обе стороны	3151
22			95	400	22,6		3151
23			105	300	20,8		3Г12
24			115	200	16,7		3151
25			120	100	9,2		3Г12
26	Сталь закаленная углеродистая	Ra2,5 черновая	130	240	25,2	На проход	3115
27			125	110	10,8		3Г12
28			135	500	56		3151
29			75	420	14,8		3Г12
30			45	160	2,3		3151

5. Исходя из принятой величины  $S_d$  диаметра заготовки  $D_3$  и скорости вращения заготовки  $V_{\text{сокр}}$  по карте 5 выбирают поперечную подачу  $St$  с учетом поправочных коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  помещенных в карте 5.
6. Заключительным этапом является подсчет основного технологического времени по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot h_{\text{черн}} \cdot K}{n_3 S_{\text{пр}} St}, \text{ мин} \quad (3)$$

При шлифовании на проход:

$$L = l - (1 - 2m_1) B_{k, \text{мин}} \quad (4)$$

При шлифовании в упор

$$L = l - (1 - m_1) B_{k, \text{мин}} \quad (5)$$

Где  $l$  – длина шлифуемой поверхности

$m_1$  - перебег круга за пределы шлифуемой поверхности, равный 0,3-0,5

$K$  - коэффициент, учитывающий дополнительное число проходов на выхаживание шлифуемой поверхности

При черновом шлифовании  $k = 1, 1 \dots 1, 4$

$h_{\text{черн}}$  - припуск на диаметр на чистовое шлифование в мм

$n_3$  - число оборотов заготовки в минуту

$S_{\text{пр}}$  - продольная подача стола в мм на один оборот детали

$St$  - поперечная подача шлифовального круга в мм на глубину резания

$D_k, B_k$  - размер круга

## ЧИСТОВОЕ ШЛИФОВАНИЕ

1. Выбираем характеристику шлифовального круга по карте 1 Размер круга по данным станка.
2. Припуск на шлифование  $h_{\text{чист}}$  – устанавливают по карте 2.
3. Выбирают скорость вращения  $V_{\text{сокр}}$  и число оборотов  $n_3$  заготовки, руководствуясь при этом картой 6 и паспортными данными станка, приняв ближайшие меньшие обороты. Затем подсчитывают действительную скорость вращения заготовки по формуле:

$$V_{\text{сокр}} = \pi \cdot D_3 \cdot n_3 / 1000, \text{ м/мин} \quad (6)$$

4. Устанавливают период стойкости шлифовального круга по карте 4
5. Определяют подачу по формуле

$$S_{\text{пр}} = S_d \cdot B_k, \text{ мм/об} \quad (7)$$

Где  $S_d$  – продольная подача в долях ширины круга  $S_d = 0,25 \dots 0,5$

$B_k$  – ширина шлифовального круга в мм

При шероховатости поверхности Ra 0,063... Ra 0,32

### ПРИМЕЧАНИЕ

Большое значение подачи  $S_d$  применять при обработке заготовок, для которых не допускается высокая температура поверхностного слоя.

6. Исходя из принятой величины подачи  $S_{пр}$ , диаметра  $D_3$  и скорости вращения заготовки  $V_{сокр}$  по карте 7, выбирают поперечную подачу  $St$  с учетом поправочных коэффициентов  $C1$  и  $C2$  помещенных в карте 7
7. Заключительным этапом является подсчет основного технологического времени по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot h \cdot K'}{n_3 S_{пр} St}, \text{ мин} \quad (8)$$

Значение  $K' = 1,25 \dots 1,7$   $L \approx 1$

### ДЛЯ ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

$$T_o = \frac{h}{V_{St}}, \text{ мин} \quad (9)$$

Где  $h$  – припуск в мм

$V_{St}$  – скорость врезной (радиальной) подачи

$$V_{St} = St \cdot n_3, \text{ мм/мин}$$

$St$  – врезная (радиальная подача) – [Справочник технолога машиностроителя, том 2, стр.301]

$$n_3 = \frac{V_{St} \cdot 1000}{\pi \cdot D_3} \quad \text{Мин-1} \quad (10)$$

$V_{сокр} = V_3$  – скорость вращения заготовки [Справочник технолога машиностроителя, том 2, стр.301]

$$V_{сокр} = 20 \dots 40 \text{ м/мин}$$

$St = 0,0025 \dots 0,075 \text{ мм/об-}$  черновое

$St = 0,001 \dots 0,005 \text{ мм/об-}$  чистовое

## РАСЧЕТ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

1. Определение вспомогательного времени  $T_v$ , мин.

$$T_v = T_{vu} + T_{vp} + T_{v \text{ изм.}}, \text{ мин} \quad (11)$$

Где  $T_{vu}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин [7, с. 38...39]

$T_{vp}$ - вспомогательное время связанное с обработкой поверхности, мин. [7,с.126...127,с.129]

$T_{v.изм.}$ - вспомогательное время на контрольные измерения, мин [7,с.187]

2. Определение штучного времени  $T_{шт.}$ , мин

$$T_{шт} = (T_o + T_v * K_v) * (1 + a + v). \text{мин} \quad (12)$$

Где  $T_o$ - основное технологическое время, мин

$T_v$ - вспомогательное время, мин

$K_{tv}$ - поправочный коэффициент на вспомогательное время  $K_{tv}=1$

$a$ - % от оперативного времени на обслуживание рабочего времени. [7, с 130]

$v$ - % от оперативного времени на отдых и личные надобности исполнителя  $v = 4\%$  [7 с.203]

3. Определение подготовительно- заключительного времени  $T_{п.з.}$ , мин.  
[7 ,с.130]

$$T_{п-з} = T_{п-з1} + T_{п-з2} + T_{п-з3}, \text{ мин} \quad (13)$$

Где  $T_{п-з1}$ - время на наладку станка, инструмента и приспособлений, мин)

$T_{п-з2}$  – время на дополнительные приемы, мин

$T_{п-з3}$ – время на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки, мин.

Определение штучно- калькуляционного времени,  $T_{ш.к.}$ , мин.

$$T_{ш - к} = T_{шт} + \frac{T_{п - з}}{n_d}$$

Где  $n_d$ - число деталей в партии (по заданию  $d= 100$  штук).

Круглое шлифование в центрах			Карта 1
Выбор характеристики круга для круглого шлифования(в центрах)			
Обрабатываемый материал		Вид шлифования	Характеристика шлифовального круга
Углеродистая сталь	незакалённая	Черновое	15A40C2...CT1K
		чистовое	14A25C1...C2K
	Закалённая	Черновое	24A40CM2..C2K
		чистовое	25A25CM2...C1K
Высокоуглеродистая сталь	незакалённая	Черновое	14A40C2...C1K
		чистовое	15A25C1...C2 K
	Закалённая	Черновое	24A25CM2...C1 K
		чистовое	25ACM1...CM2K
Марганцовая сталь		Черновое	25AC2...CT1K
		чистовое	25A25C1...C2K
Хромистая сталь	незакалённая	Черновое	25A 40 C1...C2 K
		чистовое	25A25CM2...C1K
	Закалённая	Черновое	14A40C2...C1 K
		чистовое	14A25 CM2...C1 K
Никелевая сталь	незакалённая	Черновое	13A 40C1...C2 K
		чистовое	14A25C1K
	Закалённая	Черновое	24A40CM1K
		чистовое	25A25CM2K
Хромоникелевая сталь	незакалённая	Черновое	14A40CT1K
		чистовое	15A25C1K
	Закалённая	Черновое	25A40C1K
		чистовое	25A16CM2K

Круглое шлифование(в центрах)					Карта 2
Припуски на шлифование (на диаметр)					
Незакаленная сталь					
Диаметр детали в ммDз	Длина детали L в мм				
	До 100	Свыше 100до 300	Свыше 300до 500	Свыше 500до 700	Свыше 700до 1000
6-10	0,25	0,3	0,35	-	-
10-18	0,3	0,35	0,4	-	-
18-30	0,35	0,4	0,45	-	-
30-50	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
50-80	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
80-120	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
120-180	0,6	0,6	0,65	0,7	0,7
180-260	0,7	0,7	0,7	0,75	0,75

<b>Закаленная сталь</b>					
6-10	0,3	0,35	0,4	-	-
10-18	0,35	0,4	0,45	-	-
18-30	0,4	0,45	0,5	-	-
30-50	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
50-80	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7
80-120	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
120-180	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
180-260	0,8	0,8	0,85	0,85	0,9
<b>ПРИМЕЧАНИЕ:</b> полученный по таблице общий припуск распределяется на черновое шлифование 60-80% и на чистовое шлифование 40-20%					

<b>Круглое шлифование (в центрах)</b>						<b>Карта 3</b>
<b>Скорость вращения и число оборотов заготовки в минуту при черновом шлифовании с продольной подачей</b>						
Dз мм	20	30	50	80	120	200
V <sub>Сокр</sub> м\мин	10-20	11-22	12-24	13-26	14-28	15-30
nз об\мин	161-232	117-234	77-154	52-104	37-74	24-48
<p>а. Примечание: Большие скорости вращения детали применять: при обработке деталей, для которых не допускается высокая температура на поверхности вследствие опасности образования прижогов и трещин;</p> <p>б. При работе твердыми кругами</p>						

<b>Круглое шлифование (в центрах 0</b>					<b>Карта 4</b>
<b>Средние периоды стойкости шлифовальных кругов</b>					
<b>А.Черновое шлифование</b>					
Ширина шлифовального круга Вк , мм	Диаметр шлифовального круга Dк, мм				
	350	450	500	600	
	Период стойкости Тв, мин				
До 40	5	5	6	7	
От 40 до 63	6	7	8	10	
Свыше 63	-	-	-	12	
<b>Чистовое шлифование</b>					
Класс точности		1	2	3	
Период стойкости Т мин		40	33	25	

Круглое шлифование (в центах)				Карта 5 лист 1 Всего листов 2	
Поперечные подачи круга на ход стола St мм\ход .На черновом шлифовании					
Dз мм	V <sub>Сокр</sub> м\мин	Продольная подача в долях ширины круга Sд			
		0,5	0,6	0,7	0,8
		Поперечная подача St мм\ ход			
20	10	0,0216	0,0180	0,0154	0,0135
	15	0,0144	0,0120	0,0103	0,0090
	20	0,0108	0,0090	0,0077	0,00677
30	11	0,0222	0,0185	0,0158	0,0139
	16	0,0152	0,0127	0,0109	0,00955
	22	0,0111	0,0092	0,0079	0,00695
50	12	0,0237	0,0197	0,0169	0,0148
	18	0,0157	0,0132	0,0113	0,0099
	24	0,0118	0,0098	0,0084	0,0074
80	13	0,0242	0,0201	0,0172	0,0151
	19	0,0165	0,0138	0,0118	0,0103
	26	0,0126	0,0101	0,0086	0,00755
120	14	0,0264	0,0220	0,0189	0,0165
	21	0,0176	0,0147	0,0126	0,0110
	28	0,0132	0,0110	0,0095	0,0083
200	15	0,0287	0,0239	0,0205	0,0180
	22	0,0196	0,0164	0,0140	0,0122
	30	0,0144	0,0103	0,0103	0,0090
Поправочные коэффициенты K <sub>1</sub> и K <sub>2</sub> на поперечную подачу St в зависимости от периода стойкости шлифовального круга K <sub>1</sub>					
Принятая стойкость Т мин	Диаметр шлифовального круга				
	400	500		600	
	Значение коэффициента K <sub>1</sub>				
6	1,25	1,4		1,6	
9	1,0	1,12		1,25	
15	0,8	0,9		1,0	
Обрабатываемого материала K					
Обрабатываемый материал			Значение K <sub>2</sub>		
Закаленная сталь			0,095		
Не закаленная сталь			1,0		
Чугун			1,05		
Стойкость Т принята по карте 4					

Круглое шлифование (в центрах)				Карта 6
Скорость вращения и число оборотов заготовки в минуту при чистовом шлифовании с продольной подачей				
Диаметр заготовки Dз мм	Обрабатываемый материал			
	Незакаленная сталь и чугун		Жарапрочная и закаленная сталь	
	V <sub>Сокр</sub> м\мин	nз об\мин	V <sub>Сокр</sub> м\мин	nз об\мин
20	15-60	239-478	20-30	320-478
30	18-35	191-382	22-35	243-382
50	20-40	127-254	25-40	159-254
80	25-50	100-200	30-50	120-200
120	30-60	80-159	35-60	93-159
200	35-70	56-112	40-70	64-112

Круглое шлифование (в центрах)				Карта 7 лист 1 Всего листов 2	
Поперечные подачи круга на ход стола St в мм при чистовом шлифовании					
Dз мм	V <sub>Сокр</sub> м\мин	Продольная подача на оборот детали S <sub>пр</sub> - в мм/об			
		16	20	25	32
		Поперечная подача St мм/об			
20	16	0,07	0,0056	0,0045	0,0035
	20	0,0056	0,0045	0,0036	0,0028
	25	0,0045	0,0036	0,0029	0,00224
	32	0,0035	0,0028	0,0023	0,00175
30	20	0,0069	0,0055	0,0044	0,0034
	24	0,0055	0,0044	0,0035	0,0027
	32	0,0043	0,00342	0,00274	0,0021
	40	0,0034	0,0027	0,0022	0,00168
50	23	0,0077	0,0062	0,00493	0,00386
	29	0,0061	0,0049	0,00390	0,00306
	36	0,0049	0,00395	0,00315	0,00247
	45	0,0039	0,00316	0,00252	0,00198
80	25	0,0090	0,0072	0,0058	0,0045
	32	0,0071	0,0056	0,0045	0,035
	40	0,0057	0,0045	0,0036	0,028
	50	0,0046	0,0036	0,0029	0,0018
120	30	0,0092	0,00735	0,00585	0,00458
	38	0,0073	0,0058	0,00462	0,00362
	48	0,0058	0,0046	0,0037	0,00286
	60	0,00465	0,0037	0,0030	0,00228
	35	0,0101	0,0081	0,0065	0,00505
	44	0,0080	0,00645	0,00517	0,00402



	55	0,0064	0,00516	0,00415	0,00322
	70	0,0050	0,00405	0,00326	0,00254
Поправочные коэффициенты на поперечную подачку см. карту 7 лист 2					

Круглое шлифование (в центах)				Карта 7 лист 2 Всего листов 2		
Поправочный коэффициент C1 на поперечную подачу при чистовом шлифовании в зависимости от точности и припуска на чистовое шлифование						
Шероховатость Ra	Припуск на диаметр					
	0,11-0,15	0,20	0,30	0,50	0,70	1,0
	Значение коэффициента C1					
0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,12
0,63	0,5	0,63	0,8	1,0	1,2	1,4
1,25	0,63	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75
2,5	0,8	1,0	1,25	1,6	1,9	2,25
Поправочный коэффициент C2 на поперечную подачу при чистовом шлифовании в зависимости от качества обрабатываемого материала и диаметра шлифовального круга						

Обрабатываемый материал	Диаметр шлифовального круга Dк., мм		
	400	500	600
	Значение коэффициента C2		
Закаленная сталь	0,8	0,9	1,0
Незакаленная сталь	0,95	1,1	1,2
чугун	1,3	1,45	1,6

## ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ.

### 1.Круглошлифовальный станок мод. 3151.

Наибольший диаметр и длина шлифования: 200х750 мм.

Мощность двигателя шлифовальной бабки и КПД:  $N_m=7\text{кВт}; \eta=0,08$

Число оборотов обрабатываемой заготовки в минуту  $n(\text{об/мин})$ : 75;150;300.

Число оборотов шлифовального круга в минуту  $n(\text{об/мин})$ : 1080,1240

Продольные подачи круга в мм за один ход стола: 0,004-0,03

Размеры шлифовального круга в мм:  $D_k=600$   $B_k=60$

## **2. Круглошлифовальный станок мод 3Г12**

Наибольший диаметр и длина шлифования: 150х750 мм

Мощность двигателя шлифовальной бабки и КПД:  $N_m=3,7\text{кВт}; \eta=0,08$

Число оборотов обрабатываемой заготовки в минуту  $n(\text{об/мин})$ : 45;70;115,175,275,450.

Число оборотов шлифовального круга в минуту  $n(\text{об/мин})$ : 2200

Продольные подачи стола  $\text{мм/мин}$  (регулируется бесступенчато)  $V_{\text{спр.}}=0,5-5 \text{ м/мин}$

Размеры шлифовального круга в мм:  $D_k=300$   $B_k=30$

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8**

**Тема занятия: «Проектирование фрезерной операции»**

**Продолжительность занятия: 2 часа**

**Цель занятия :** Ознакомление с наладкой станка для обработки плоских поверхностей

**Материальное обеспечение:**

1. Данные о детали или рабочий чертеж обрабатываемой детали
2. Данные о заготовке (вид, способ получения, масса, размеры, качество точности, припуски на обработку, тип производства и размер партии обрабатываемой детали)
3. Паспорт и каталоги фрезерных станков
4. Стандарты на режущий, контрольно- измерительный, вспомогательный инструмент и станочные приспособления.
5. Бланк операционно- технологической карты на механическую обработку детали
6. Измерительные инструменты: линейка, угольник, циркуль, штангенциркуль и др.
7. Чертежные принадлежности: линейка, угольник, циркуль и др.

## **Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.
3. Справочник технолога машиностроителя/ Том 1, изд.3 переработанное Под. редакцией А.Г.Косиловой, Р.К. Мещякова, М.: Машиностроение, 1986г.
4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технологического нормирования работ на металлорежущих станках, ч.1, Машиностроение , 1974.

### **ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ.**

Фрезерование в массовом производстве совершенно вытеснило применявшиеся ранее строгание и долбление. При фрезеровании можно обеспечить значительно большую производительность- благодаря применению многолезвийного инструмента- фрезы. Производительность фрезерования выше ещё и потому, что можно обрабатывать несколько заготовок несколькими одновременно работающими инструментами. Кроме того значительно сохраняется продолжительность рабочих и холостых ходов заготовки и инструмента.

Подача осуществляется путем перемещения обрабатываемой детали , закреплённой на столе станка. Фреза получает вращение от шпинделя станка. Плоские поверхности можно фрезеровать торцевыми и цилиндрическими фрезами. Фрезерование торцевыми фрезами более производительно, чем цилиндрическими, это объясняется тем, что при торцевом фрезеровании происходит одновременно резание металла несколькими зубьями, причем возможно применение фрез большого диаметра с большим числом зубьев.

Фрезерные станки подразделяют на следующие виды :

1. Горизонтально- фрезерные
2. Вертикально- фрезерные
3. Универсально- фрезерные
4. Продольно- фрезерные
5. Карусельно- фрезерные
6. Барабанно- фрезерные
7. Специальные

Фрезерные станки первых трех видов являются станками общего назначения и применяются во всех видах производства ; остальные относятся к высокопроизводительным и применяются в серийном, преимущественно в крупносерийном и массовом производстве.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Разработать операцию по обработке плоскости с заполнением операционно- технологической карты.
2. Изучить исходные данные о детали,заготовки, характере операции и внести их в операционно- технологическую карту
3. Установить метод обработки плоскости заданной детали и дать краткое обоснование его выбора. Сформулировать наименование операции и установить её содержание/ количество установок, переходов, проходов/ записать в операционно- технологическую карту.
4. Выбрать оборудование, технологическую оснастку, режущий, контрольно- измерительный инструмент и дать краткое обоснование их выбора.
5. Заполнить операционно- технологическую карту для данной операции. Выполнить эскиз на карте эскизови схем в соответствии с требованиями ГОСТа 3.1104-74
6. Выбрать элементы режимов резания, рассчитать норму времени и занести их операционно- технологическую карту.
7. Изучить методы наладки станка для выполнения операции.

8. Провести обработку трех деталей и измерить операционные размеры.
9. Дать заключения о достигнутой точности.
10. Заполнить форму отчета по этапам раздела 6.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ОТЧЕТА**

К отчету прикладывается операционно- технологическая карта с эскизом на рассматриваемую операцию.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.**

- 1.Какие вы знаете методы фрезерования плоскостей?
2. Дайте технологическую характеристику методам фрезерования плоскостей?
3. Перечислите порядок назначения режимов резания на фрезерование плоскостей?
4. Назовите основные требования к выполнению операционно- технологических эскизов?
- 5.Назовите основные требования к заполнению операционно- технологических карт?
- 6.Сущность процесса фрезерования?
- 7.Пути повышения производительности при фрезеровании?
- 8.Разновидности фрезерных станков.
- 9.Какие фрезы вам известны?

## **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**

1. Оформить отчет по практическому занятию.
2. Конспект лекции

3. Подготовить к сдаче отчет по практическому занятию

## **ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ**

**Тема занятия:** «Проектирование фрезерной операции»

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия :** Ознакомление с наладкой станка для обработки плоских поверхностей

**Необходимые материалы и данные:**

1. Данные о детали или рабочий чертеж обрабатываемой детали- деталь- планка; материал- чугун СЧ 18-36 ГОСТ 1412-70 НВ 170-229, масса- 6 кг.
2. Данные о заготовке(вид, способ, получения масса, размеры)- заготовка- отливка с коркой (II класс точности); масса- 6,8 кг; размеры обрабатываемой поверхности  $L \times B = 200 \times 80$  мм; установочная поверхность заготовки необработанная.
3. Данные о характере операции (черновая, чистовая, шероховатость, класс точности, припуск на обработку, тип производства и размер партии обрабатываемых деталей)- черновая обработка плоскости; точность обработки  $h\ 12/50 - 0,3$  шероховатость  $Ra = 20$  мкм ; припуск на обработку 1,5 мм;; тип производства серийный; размер партии  $n = 150$  шт.
4. Паспорта и каталоги фрезерных и плоскошлифовальных станков
5. Стандарты на режущий , контрольно- измерительный , вспомогательный инструмент и стояночные приспособления.
6. Бланк операционно- технологической карты на механическую обработку детали.
7. Измерительные инструменты: линейка, угольник, циркуль, штангенциркуль и др.
8. Чертежные принадлежности: линейка, угольник, циркуль и др.
9. Справочники и учебные пособия .

## ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

Наименование детали		Тип производства	Размер партии. шт
Планка		серийный	150
<b>Метод обработки и краткое обоснование выбора</b>	Из существующих методов черновой обработки плоскости принимаем симметричное торцевое фрезерование, имеющие ряд преимуществ перед строганием и фрезерованием цилиндрической фрезой. Исключается и черновое обдирочное плоское шлифование, т.к. для этого метода велик припуск его принимают припуски менее 1 мм.		
<b>ВЫБОР И КРАТКОЕ ОБОСНОВАНИЕ</b>	<b>ОБОРУДОВАНИЕ</b>		Обработку детали можно выполнить на вертикально-фрезерном станке средних размеров – мод. 6М 12 П N=7,5 кВт, $\eta = 0,75$ , $N_{шп} = 7,5 \cdot 0,75 = 5,6$ кВт. Применение более производительных станков работающих торцевыми фрезами, вряд ли целесообразно, ввиду малых партий деталей.
	<b>ПРИСПОСОБЛЕНИЕ</b>		Учитывая условия фрезерования и серийный тип производства, применяем тиски станочные с пневмоприводом.
	<b>ИНСТРУМЕНТА</b>	<b>режущего</b>	$D = (1,1 \dots 1,7)B$ $Z = (1,6 \dots 2) \sqrt{D}$ – чист. $Z = 1,2) = 1,2 \sqrt{D}$ – черн. В качестве режущего инструмента применяем торцевую фрезу $D = 110$ , $Z = 12$ ; материал пластинок ВК 8. Фреза с крупным зубом ГОСТ 9304-69 тип 2/d=32 мм; $\gamma_v = 15^\circ$ ; $\lambda_T = 12^\circ$ ; $\alpha = 14^\circ$
		<b>Контрольно-измерительного</b>	Применяем шаблон специальный; для обработки результатов – штангенциркуль ШЦ I $\alpha = 0$ – 125 ГОСТ 166 – 80
		<b>Вспомогательного</b>	Применяем оправку с коническим хвостовиком без лапки и продольной шпонкой для насадочных торцевых фрез по ГОСТу 13787-68

## ВЫБОР РЕЖИМА РЕЗАНИЯ И РАСЧЕТ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

### Выбор режимов резания

1. По величине припуска на обработку принимается глубина резания  $t=h=1,5$  мм

2. По методическим указаниям в разделе выбор режимов резания:

– Влияние жидкости технологической системы (см.187) для данного случая по табл. А,Б,В устанавливаются поправочные коэффициенты на подачу  $K_{sz}=1,0$  и на скорость  $K_v=1,0$  цифра типовой схемы при обработке торцевой фрезой.

3. По карте 108 для симметричного вида установки фрезы со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава допускается подача  $S_z = 0,2-0,24$  мм\зуб при нормальной жесткости системы [4.3 с.209]

По карте 116 определяется нормальные режимы резания:  $V_n=179$  м\мин,  $n_n=518$  об\мин  $S_{mn}=1100$  мм\мин (режимы резания приняты для диаметра фрезы 110 мм с числом ножей 12)

4. Поправочные коэффициенты на режимы резания карта 116 для неизменных условиях работы в зависимости:

- от твердости чугуна

$$K_{M_v}=K_{M_y}=K_{M_{sm}}=0,79$$

- от состояния обработанной поверхности

$$K_{N_v}=K_{N_y}=K_{N_{sm}}=0,8$$

- от отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы

$$K_{B_v}=K_{B_y}=K_{B_{sm}}=1,0$$

-от главного угла в плане

$$K_{\varphi_v}=K_{\varphi_y}=K_{\varphi_{sm}}=1,0$$

Поправочный коэффициент на скорость резания, число оборотов в минутную подачу в зависимости от числа зубьев фрезы:

$$K_{zv}=K_{zn}=1; K_{zsm}=1 \text{ (карта 199)}$$

Тогда



$$V = V_H * K_{M_V} * K_{N_V} * K_{B_V} * K_{\varphi_V} * K_V * K_{Z_V} = 1.79 * 0.79 * 0.8 * 1 * 1 * 1 * 1 = 113 \text{ м/мин}$$

$$n = n_H * K_{M_y} * K_{N_y} * K_{B_y} * K_{\varphi_y} * K_{Z_n} = 518 * 0.79 * 0.8 * 1 * 1 * 1 * 1 = 327 \text{ об/мин}$$

$$S_M = S_{MH} * K_{M_{SM}} * K_{N_{SM}} * K_{B_{SM}} * K_{\varphi_{SM}} * K_{Z_{SM}} = 1100 * 0.79 * 0.8 * 1 * 1 * 1 * 1 = 695 \text{ мм/мин}$$

5. Выбранный режим корректируется по паспортным данным станка, подбирается ближайшее значение и устанавливаются = 315 об/мин

$$V_S = V_M = 630 \text{ об/мин}$$

После корректировки находится фактическая скорость резания и подачи на один зуб фрезы :

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 * 100 * 315}{1000} = 99,0 \text{ м/мин}$$

$$S_z = \frac{S_M}{n * z} = \frac{630}{315 * 12} = 0,16 \text{ мм/зуб}$$

6. Производится проверка выбранного режима по мощности.

Нормативная мощность , потребная на резание  $N_H$  составляет 3,3 кВт (карта 115)

Поправочный коэффициент в зависимости от главного угла в плане  $K_{уН}=1$ ;  
Тогда

$$N_{рез} = N_H * K_{уН} = 3,3 * 1 = 3,3 \text{ кВт}$$

Необходимая мощность станка

$$N_{пр} = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{3,3}{0,75} = 4,4 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного движения станка мод.

М 12 П осуществим

Определение основного технологического времени ( $T_0$ )

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{S_M} * i = \frac{200 + 18}{630} = 0.34 \text{ мин}$$

$$l_1 + l_2 = 18 \text{ мм (продолжение 4 , лист 6)}$$

Наладка станка на выполнение операций		
Необходимо установить , выверить и закрепить принятое приспособление , установить скорректированную по станку подачу и частоту вращения		
Результаты замеров		
Номер детали	Операционные размеры	Заключение о годности
Первая	49,9	Годна
Вторая	49,85	Годна
Третья	49,8	Годна

Таблица- Исходные данные							
Вариант	Материал заготовки, МПА	Вид состояния поверхности	Размер обрабатываемой поверхности		Масса детали м <sub>д</sub> , кг	Припуск h, мм	Масса заготовки м <sub>з</sub> , кг
			B	l			
1	СТ20Л\500	отливки с коркой	40	300	4,9	1,5	5,6
2	СТ30Л\500		50	200	4	3	4,7
3	СТ45Л\650		60	400	9,8	2	10,5
4	СТ35Л\500		70	150	4,3	4	5
5	СТ45\600	прокат без корки	90	250	9,2	2	9,9
6	СТ40Х\650		80	350	11,4	1,5	12,2
7	СТ20Х\600		100	450	18,4	4	19,2
8	СТ50\600		45	500	9,2	3	10
9	СТ45Г\650	поковки с коркой	55	550	12,3	2	13
10	СТ35Г\550		65	600	15,9	2	16,7
11	СТ20Г\600		75	300	9,2	1,5	10
12	СТ20ХГС\650		85	200	6,9	4	7,7
13	СТ30Г\500		95	100	3,9	3	4,6
14	СТ70\750		105	300	12,9	2	13,6
15	СТ40\650		30	400	4,9	1,5	5,6
16	СТ70\550	поковки без корки	40	600	9,8	3	10,5
17	СТ40\650		50	500	10,2	2	11
18	СТ20\550		60	350	8,6	4	9,3
19	СТ50\650		70	250	7,1	2	7,8
20	СТ45\650		75	450	13,8	3	14,5
21	СТ40Х\650		85	750	26	1,5	26,7
22	СТ20Л\500	отливки с коркой	80	500	16,3	4	17
23	СТ30Л\550		90	600	22	3	22,7
24	СТ45Л\650		100	400	16,3	2	17
25	СТ35Л\500		65	650	17,2	3	18
26	СТ18ХГТ\600	прокат без корки	55	300	6,37	3	7,5
27	СТ45Г\650		50	200	4,1	4	4,8
28	СТ45\600		45	700	12,9	2	13,6
29	СТ50\600		60	400	9,8	2	10,5
30	СТ40\650		75	500	15,3	1,5	16

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9**

**Тема занятия:** Нормирование протяжной операции

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия:** Приобретение практических умений и навыков в нормировании протяжной операции.

**Материальное обеспечение :**

1. Исходные данные по заготовкам, материалу и т.п.
2. Технические характеристики станков мод. 7A510, 7A520
3. Нормативно- справочная литература
4. Чертежные принадлежности
5. Микрокалькулятор.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Мовчан В.Н. «Сборник задач по техническому нормированию труда в механических цехах» 2-е изд. М.: Машиностроение, 1992 г.

### **ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

Протягивание- один из наиболее производительных методов обработки резанием самых разнообразных поверхностей, обеспечивающих высокую точность и частоту обработки. Но для протягивания нужен дорогой и сложный инструмент, поэтому экономически этот способ обработки оправдывается лишь при большом объеме продукции, т.е. в массовом и крупносерийном производствах.

Протягивание- это процесс обработки поверхности специальным инструментом – протяжкой, зубья которой за один ход снимают весь припуск  $Z$ . На протяжке кроме основных режущих зубьев имеются калибрующие, придающие обрабатываемой поверхности требуемую точность и шероховатость.

Различают три основных вида протягивания:

1. По профильной схеме (рисунок 1,а), осуществляемое протяжками, все зубья которых имеют профиль, подобный профилю (контуру)поперечного сечения, обрабатываемой поверхности, различаясь только размерами, причем каждый зуб последовательно снимает слой металла по форме профиля обрабатываемой поверхности;

2. По генераторной схеме (рисунок 1,б), осуществляемое фигурными протяжками, зубья которых имеют переменный профиль с дугообразной или прямолинейной формой главной режущей кромки, постепенно переходящей к заданному профилю обрабатываемой поверхности;

3. По прогрессивной схеме(рисунок 1,в), осуществляемое протяжками, у которых все режущие зубья разбиты на группы обычно по два зуба, причем каждый зуб группы формирует только определенный участок профиля обрабатываемой поверхности. При этом режущие кромки зубьев перекрывают друг друга.

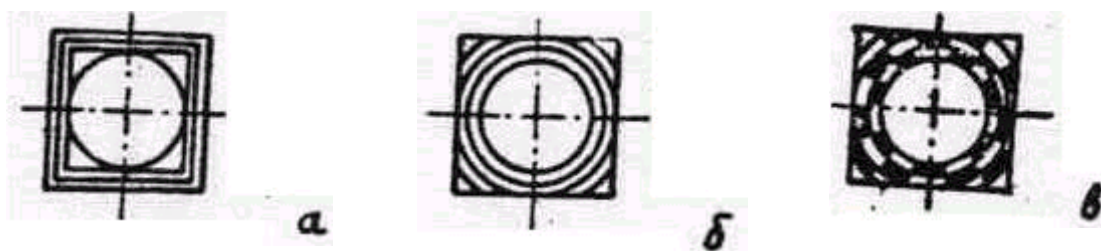


Рисунок 1 Схемы резания при протягивании

Первая схема применяется при протягивании поверхности со снятием тонкого слоя металла по всей ширине обработки. Обработка по корке при этой схеме не производится.

Генераторная схема упрощает изготовление протяжек, так как в этом случае нет необходимости в заточке зуба протяжки по всему фасонному затылку.

Прогрессивная схема в основном применяется при протягивании не обработанных предварительно поверхностей.

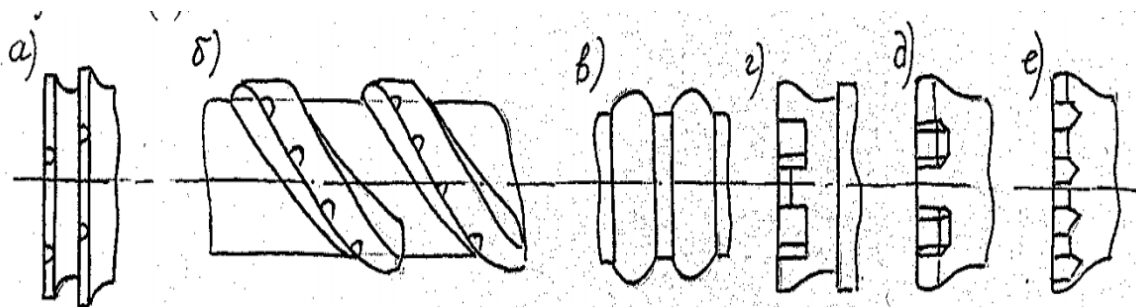
Размеры припусков под протягивание при обработке цилиндрических отверстий колеблются от 0,5 до 1,5 мм на диаметр, в зависимости от диаметра отверстий. Точность обработки – 8...7 кв. Для глубоких отверстий ( $l > 4d$ ) припуск увеличивается на 25...50%. Такие же припуски принимают при протягивании шлицевых отверстий, если впадины обрабатывают одновременно с отверстием комбинированной протяжкой.  $R = 0,8...0,4$  мкм

По конструкции зубьев протяжки бывают режущими и уплотняющими. В первом случае зубья имеют острые режущие кромки, а во втором – округленные, работающие на уплотнение обрабатываемой поверхности.

По профилю протяжки подразделяются на плоские, круглые и фасонные. Различают также сборные протяжки со вставными зубьями и наборные, оснащенные пластинками твердого сплава. Разность высоты 2-х смежных зубьев определяет толщину слоя металла, срезаемого каждым зубом протяжки, или размер подъема на зуб, который зависит от свойств обрабатываемого материала, материала протяжки, жесткости заготовки, формы протягиваемой поверхности и т.д.

Для разделения широкой стружки на поверхности лезвий прорезаны стружкоразделительные канавки (от 6 до 12). Число калибрующих зубьев составляет 3..8. Чем выше требования к точности обработки, тем больше калибрующих зубьев должна иметь протяжка. У калибрующих зубьев подъема на зуб нет.

Наиболее распространенными являются круглые протяжки с прямыми зубьями (а).



Иногда их выполняют сборными в целях экономии быстрорежущей стали. Для протягивания глубоких отверстий применяют протяжки с винтовыми зубьями (б), работающие с поступательным движением вдоль оси.

Уплотняющая протяжка с округленными зубьями показана на рис. (в).

Шлицевые протяжки выполняют так же, как и круглые, в зависимости от формы шлица, зубья изготавливают с прямым (г), угловым (д) или елочным (е) профилем.

Для протягивания многогранных отверстий применяют квадратные, шестигранные, прямоугольные и др. профили протяжки.

Особенностью их конструкции является наличие нескольких ступеней по длине с различными подъемами на зуб.

Для одновременной обработки различных поверхностей шлицевого отверстия применяют комбинированные протяжки, которые предварительно протягивают гладкое отверстие, а затем шлицы. Такие протяжки имеют вначале зубья круглой формы, за которыми расположены зубья, соответствующие форме шлица.

Шпоночные протяжки предназначены для протягивания в отверстиях шпоночных канавок.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### Задача.

На горизонтально-протяжной станке модели \_\_\_\_\_ протягивают цилиндрическое отверстие диаметром  $D = \text{_____}$  мм, шероховатостью  $Ra = \text{_____}$  длиной  $l_2 = \text{_____}$  мм.

Одновременно протягивается одна заготовка.

Протяжка изготовлена из материала \_\_\_\_\_

Длина до первого режущего зуба  $l_1 = \text{_____}$  мм

Шаг режущих зубьев  $t = \text{_____}$  мм

Общая длина протяжки  $L = \text{_____}$  мм

Схема резания \_\_\_\_\_; способ установки детали: на опорной плите с

креплением прижимными планками.

Количество зубьев в секции  $Z_c = \text{_____}$  ( для прогрессивных схем резания).

**Требуется:**

- 1) назначить режим резания;
- 2) определить основное технологическое время;
- 3) определить штучно-калькуляционное время на операцию.

**Данные к задаче приведены в таблице 1.**

1. Определение группы обрабатываемости протягиваемого материала- ГО – [9.2 с.189...191 карта 1].

2. Определение группы качества протягиваемой поверхности ГК- по качеству точности [9.2 с.192 карта 2].

3. Определение длины рабочего хода протяжки

$$L = L_1 + l_2 + l_4 \text{ (мм)}, \quad (1)$$

$l_2$ - длина протягиваемой поверхности

$l_4$  - длина перебега = 30-50 мм

4. Определение скорости резания м\мин по группе обрабатываемости и качеству поверхности заготовки [9.2 с.193 карта 3]

5. Определение основного технологического времени

$$T_o = \frac{l_3}{1000 \cdot V \cdot q} \cdot \left[ 1 + \frac{V}{V_{xx}} \right], \text{ (мин)} \quad (2)$$

$q$  - количество одновременно протягиваемых заготовок

$V_{xx}$  - наибольшая скорость обратного хода протяжки- табл.2 – паспортные данные)



Таблица 2 Паспортные данные

Модель	Тяговая сила	Мощность	Скорость рабочего хода	Скорость холостого хода	$\eta$
7A510	10000кГс	14кВт	От 1,5 до 13 м/мин	25 м/мин	0,75
7A520	20000кГс	18.7 кВт	От 1,5 до 11	25м/мин	0,75

6. Определение вспомогательного времени,  $T_v$ , мин

$$T_v = T_{vu} + T_{vp} + T_{v \text{ изм}}, \text{ мин} \quad (3)$$

Где

$T_{vu}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали 9.3 с.44...45

$T_{vp}$  - вспомогательное время на операцию 9.3 с. 170...171

$T_{v \text{ изм}}$  – вспомогательное время на контрольные измерения 9.3 с.188  
(измерительный инструмент: калибр – пробка гладкая)

7. Определение штучного времени  $T_{шт.}$ , мин.

$$T_{шт} = (T_o + T_v * K_v) \left( 1 + \left( \frac{a+b}{100} \right) \right) \quad (4)$$

$K_v$  – поправочный коэффициент на вспомогательное время,  $k = 1$

$a$  – от оперативного времени на обслуживание рабочего времени 9.3, с 171

$b$  - % от оперативного времени на отдых и личные надобности исполнителя.

$B = 4 \%$  9.3 с.203

8. Определение подготовительно- заключительного времени  $T_{п-з}$ , мин 9.3, с 171

$$T_{п-з} = T_{п-з1} + T_{п-з2}, \text{ мин} \quad (5)$$

Где

$T_{п-з1}$ - время на наладку станка, инструмента и приспособлений, мин

$T_{п-з2}$  – время на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки, мин.

9. Определение штучно- ккалькуляционного времени  $T_{ш-к}$ , мин

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n_d}, \text{ мин} \quad (6)$$

Где  $n_d$  – число деталей в партии,  $n_d = 100$  штук

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Сущность процесса протягивания
2. Какие схемы протягивания вы знаете?
3. Каково назначение профильной, генераторной и прогрессивной схем протягивания.
4. Назовите технологические параметры, которые обеспечиваются при протягивании
5. Какие протяжки по конструкции зубьев вы знаете?
6. Каке протяжки по профилю вы знаете?
7. Чем отличается размер подъема на зуб протяжки?
8. Назначение стружкоразделительных канавок на поверхность лезвий протяжки.
9. Разновидности круглых протяжек и их область применения.

## ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Закончить оформление отчета по практическому занятию
2. Подготовиться к сдаче отчета по данному практическому занятию.

№	Материал заготовки	Твердость заготовки , НВ	Масса заготовки	Размер протягиваемого отверстия		Конструктивные элементы протяжки					Материал протяжки	Схема резания	Модель станка
				Д, мм	l <sub>2</sub> , мм	Sz, мм/зуб	L, мм	l <sub>1</sub> , мм	t, мм	Zs, мм			
1	Сталь 20	155	3,8	32Н9	45	0,025	510	265	8	...	P18	профильная	7A150
2	Серый чугун	190	6,9	50Н9	75	0,10	490	285	13	2	P18	переменного резания	7A520
3	Сталь 40Х	210	4,3	45Н7	58	0,025	580	278	10	...	P9	профильная	7A150
4	Сталь 12ХН3	215	7,9	65Н7	110	0,08	780	320	18	2	P9	переменного резания	7A520
5	Серый чугун	170	7	60Н9	100	0,05	650	320	16	...	ХВГ	профильная	7A520
6	Сталь 30ХГС	240	3,2	35Н7	44	0,025	510	265	8	...	ХВГ	профильная	7A150
7	Сталь 38ХА	200	4,1	40Н7	52	0,10	445	272	9	2	P18	переменного резания	7A520
8	Серый чугун	220	5,9	55Н7	65	0,12	450	285	12	2	P18	переменного резания	7A520
9	Сталь 45	198	1,9	28Н9	40	0,02	510	265	8	...	ХВГ	профильного	7A150
10	Сталь 20ХНА	232	8,3	70Н7	125	0,07	820	335	20	3	P18	переменного резания	7A520

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10**

**Тема:** «Нормирование внутришлифовальной операции»

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия:** Приобретение практических навыков в расчете режимов резания и в нормировании внутришлифовальной операции

### **Материальное обеспечение:**

1. Операционный эскиз
2. Исходные данные по заготовке, материалу и т.п.
3. Техническая характеристика внутришлифовальных станков
4. Нормативно- справочная литература
5. Чертежные принадлежности
6. Микрокалькуляторы

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Мовчан В.Н. «Сборник задач по техническому нормированию труда в механических цехах» 2-е изд. М.: Машиностроение, 1992 г.
3. Справочник технолога машиностроителя/ Том 2 Под. редакцией А.Г.Косиловой, Р.К. Мещякова, М.: Машиностроение, 1986г.
4. Общемашиностроительные нормы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно- заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: серийное и крупносерийное производство. М.: НИИ труда, 1984
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Протяжные, шлифовальные и доводочные станки. Ч III 3-е изд. М: НИИ труда, 1978.

## **ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ.**

Шлифование является основным методом чистовой отделки поверхностей деталей. Внутришлифовальные станки применяются для обработки

цилиндрических , конических и профильных отверстий в заготовках больших размеров. Внутреннее шлифование применяют главным образом при обработке точных отверстий в закаленных деталях. Существует два способа внутреннего шлифования: во вращающийся заготовке и в неподвижной заготовке.

Первый способ применяют при шлифовании отверстий в небольших по размерам заготовках, большей частью представляющих собой тела вращения, а второй – при шлифовании отверстий в заготовках корпусных деталей, которые неудобно или невозможно закрепить в патроне станка.

В обоих случаях осуществляется продольная подача шлифовального круга вдоль оси шлифуемого отверстия: в первом случае- движением шпиндельной головки, а во втором – движением стола.

Наиболее существенное отличие внутреннего шлифования от наружного круглого шлифования заключается в том, что обработка производится кругом малого диаметра. Обычно диаметр круга при внутреннем шлифовании составляет 0,7...0,9 диаметра отверстия шлифуемой заготовки.

Вследствие малых размеров шлифовальных кругов для внутреннего шлифования стойкость их. Естественно меньше, чем при других видах шлифования. Для внутреннего шлифования нужно выбирать более мягкие круги. Чем в аналогичных условиях для наружного шлифования, т.к. при значительной длине дуги контакта круга с обрабатываемой поверхностью возможен более сильный нагрев обрабатываемой заготовки

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Анализ исходных данных (условия задачи).
2. Выбор схемы резания (рисунок 1)
3. Выбор режущего инструмента
4. Расчет режимов резания
5. Определение от основного- технологического времени
6. Определение штучно- калькуляционного времени.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Основное назначение внутришлифовальных станков
2. Какие два способа внутреннего шлифования вы знаете? Их сущность.
3. Отличия внутреннего шлифования от наружного круглого шлифования.
4. Основные технологические параметры, достигаемые при внутреннем шлифовании.
5. Каковы особенности выбора шлифовальных кругов при внутреннем шлифовании.

## **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ**

1. Закончить оформление отчета по практическому занятию
2. Конспект лекций

## **СХЕМА ОТЧЕТА:**

### **Практическое занятие № 10**

**Тема занятия:** «Нормирование внутришлифовальной операции»

**Цель занятия:** Приобретение практических навыков в расчете режимов резания и в нормировании внутришлифовальной операции.

### **Материальное обеспечение:**

1. Операционный эскиз
2. Исходные данные по заготовке, материалу и т.п.
3. Техническая характеристика внутришлифовальных станков
4. Нормативно- справочная литература
5. Чертежные принадлежности
6. Микрокалькуляторы

## СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ:

### Задача:

На внутришлифовальном станке модели \_\_\_\_\_ производится шлифование сквозного отверстия диаметром = \_\_\_\_мм и длиной = \_\_\_\_мм. Продольной подачей. Материал заготовки \_\_\_\_\_

Шероховатость поверхности \_\_\_\_\_. Способ установки и закрепления заготовки : в 3-х кулачковом патроне с выверкой положения детали

Масса заготовки = \_\_\_\_кг. Число деталей в партии = 100шт.

Измерительный инструмент: калибр- пробка гладкая двусторонняя (исходные данные см. в таблице данных).

**Требуется:** 1. Выбрать шлифовальный круг

Назначить режимы резания

Определить основное технологическое время  $T_0$ , мин

Определить штучно-калькуляционное время  $T_{ш-к}$ , мин. Круглое внутренне шлифование

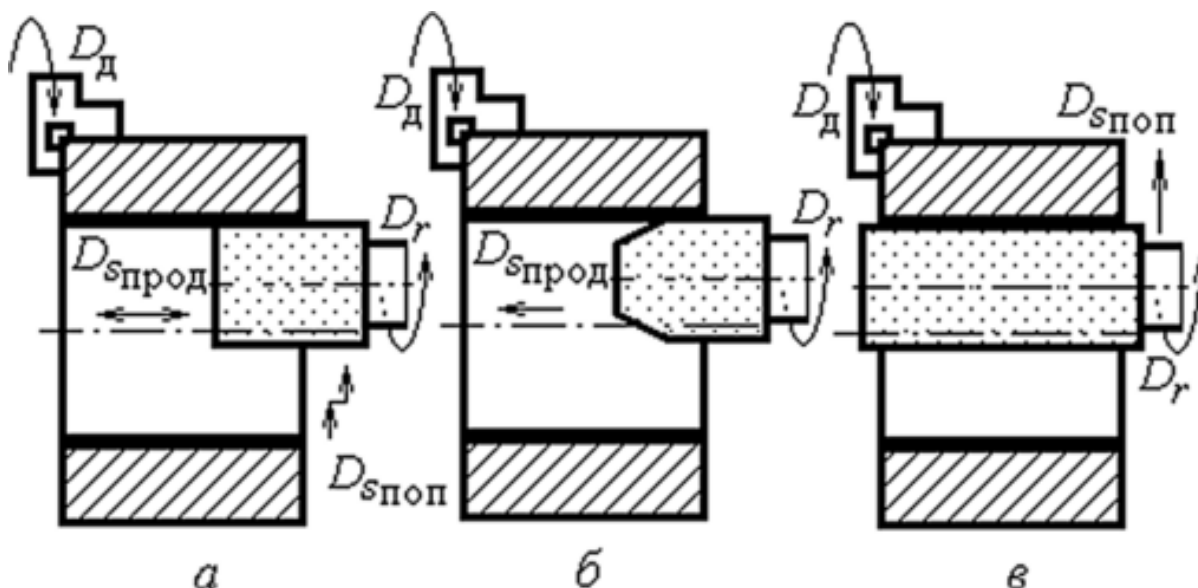


Рисунок 1 Схемы круглого внутреннего шлифования в патроне: а, б— продольное многопроходное и однопроходное (глубинное); в — врезное

**Таблица данных для практического занятия №10**

№ вари-анта	Материал заготовки	Масса заготовки, m <sub>г</sub> , кг	Диаметр шлифуемого отверстия D <sub>о</sub> мм	Длина шлифуемого отверстия L мм	Квалитет точности и шероховатость	Модель станка
1	Закаленная сталь 45	5,6	60	50	H6 Ra 0,63	3Б250
2		4,7	35	60		3А252
3		11,2	75	35		3А252
4		13,5	90	70		3Б250
5	Незакаленная сталь 45	1,4	45	45	H7 Ra 0,63	3А252
6		8,3	120	200		3Б250
7		7,4	65	185		3А252
8		10,4	85	75		3А252
9	Закаленная сталь 35	4,3	110	200	H7 Ra 0,32	3А252
10		16,3	120	120		3Б250
11		24	125	140		3Б250
12		18,3	145	100		3А252
13		13,3	150	85		3А252
14	Закаленная сталь 25	7,6	40	140	H6 Ra 1,25	3Б250
15		9,8	50	75		3Б250
16		12,2	70	100		3А252
17	Незакаленная сталь 20	11,8	95	100	H6 Ra 0,32	3А252
18		2,3	30	60		3А252
19		3,8	35	65		3Б250
20		4,9	40	70		3Б250
21		5,8	45	90		3А252
22	Незакаленная сталь 30	14,3	130	200	H6 Ra 1,25	3Б250
23		23	135	200		3А252
24		16,9	140	150		3А252
25		28	145	150		3Б250
26	Закаленная сталь 40	8,9	142	200	H7 Ra 0,63	3Б250
27		13,7	132	300		3А252
28		15,6	112	100		3Б250
29		19,4	102	250		3А252
30		12,8	92	350		3Б250



**Методические указания**  
**для проведения практического занятия №10**

Процесс шлифования ведется за два перехода: черновое и чистовое шлифование.

**А. Черновое шлифование**

1. Исходя из заданных условий выбирают характеристику шлифовального круга по карте 1. Диаметр и ширину шлифовального круга устанавливают по карте 2 и ГОСТ 2424-67.

2. Устанавливают припуск  $h$  черн. на шлифование по карте 3.

3. Выбирают скорость вращения заготовки  $V_{\text{сокp}}$  и число оборотов  $n_3$  заготовки, руководствуясь при этом картой 4, и паспортными данными станка, приняв ближайшие меньшие обороты. Затем подсчитывают действительную скорость вращения заготовки по формуле:

$$V_{\text{сокp}} = \pi * D_o * n_3 / 1000, \text{ м/мин} \quad (1)$$

4. Устанавливают период стойкости шлифовального круга по карте 5.

5. Определяют продольную подачу  $S_{\text{пр}}$  по формуле:

$$S_{\text{пр}} = S_d * B_k \quad (2)$$

где  $S_d$  – продольная подача в долях ширины круга

$$S_d = 0,5 \dots 0,8$$

$B_k$  – ширина шлифовального круга в мм.

**Примечание:**

Большие значения подачи  $S_o$  применять при обработке деталей, для которых не допускается высокая температура поверхностного слоя.

6. Подсчитывают поперечную подачу  $S_{\text{дх}}$  в мм на двойной ход шлифовальной бабки

$$S_{\text{дх}} = 0,0025 \dots 0,02 \text{ мм/об}$$

7. Заключительным этапом является подсчет основного технологического времени по формуле:

$$T_o = \frac{2L * h_{\text{черн}}}{n_3 * S_{\text{пр}} * S_{\text{тгх}}} * K \quad (3)$$

При шлифовании на проход:

$$L = l - (1 - 2 * m_1) * B_k \text{ мм} \quad (4)$$

При шлифовании в упор

$$L = l - (1 - m_1) * B_k \quad (5)$$

Где

$l$  – длина шлифуемой поверхности

$m_1$  – перебег круга за пределы шлифуемой поверхности, равный 0,3-0,5

$k$  – коэффициент, учитывающий дополнительное число проходов на выхаживание шлифуемой поверхности.

При черновом шлифовании  $K = 1,2 \dots 1,4$ .

$h_{\text{черн}}$  – припуск на диаметр на черновое шлифование

$S_{\text{тгх}}$  – поперечная подача шлифовального круга в мм на двойной ход стола

$n_3$  – число оборотов заготовки в минуту

$S_{\text{пр}}$  – продольная подача в мм на один оборот детали.

## **Б. Чистовое шлифование**

1. Выбирают характеристику круга по карте 1. Диаметр и ширину круга по карте 2 и ГОСТ 2420-67.
2. Устанавливают припуск  $h$  чист на шлифование по карте 3.
3. Выбирают скорость вращения  $V_{\text{сокр}}$  и число оборотов  $n_3$  детали, руководствуясь при этом картой 4 и паспортными данными станка, приняв ближайшие меньшие обороты. Затем подсчитывают действительную скорость вращения заготовки по формуле:

$$V_{\text{сокр}} = \pi * D_o * n_3 / 1000, \text{ м/мин} \quad (6)$$

4. Устанавливают период стойкости шлифовального круга по карте 5.
5. Определяют продольную подачу  $S_{\text{пр}}$  по формуле:

$$S_{\text{пр}} = S_d * B_k \quad \text{мм/об} \quad (7)$$

где

$S_d$  – продольная подача в долях ширины круга

$B_k$  – ширина шлифовального круга

$S_d = (0,5-0,9)$  – при шероховатости поверхности  $Ra = 2,5-1,0$  мкм.

$S_d = (0,25-0,5)$  – при шероховатости поверхности  $Ra = 0,63-0,32$  мкм.

6. Выбираем поперечную подачу  $St_{gx}$  в мм на двойной ход шлифовальной бабки

$$Std_{vx} = 0,0015 \dots 0,01 \text{ мм/двх}$$

7.  $T_o$  – основное технологическое время определяем по формуле:

$$T_o = \frac{2L * h}{n_3 * S_{\text{пр}} * St_{gx}} * K \quad \text{мин} \quad (8)$$

$L \approx l$  при перебегах круга  $0,5 \cdot B_k$

### **Расчет нормы времени**

1) Определение вспомогательного времени  $T_B$ , мин.

$$T_B = T_{BY} + T_{BП} + T_{B \text{ изм}}, \text{ мин} \quad (9)$$

где

$T_{BY}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин. [4, с.32...33]

$T_{BП}$  – вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности, мин. [4, с.132...133]

$T_{B \text{ изм}}$  – вспомогательное время на контрольные измерения, мин. [4, с.188]

2) Определение штучного времени  $T_{шт}$ , мин

$$T_{шт} = (T_o + T_B \cdot K_{tb}) \cdot \left(1 + \frac{a+b}{100}\right), \text{ мин} \quad (10)$$

где  $T_o$  – основное технологическое время, мин.

$T_B$  – вспомогательное время, мин.

$K_{tb}$  – поправочный коэффициент на вспомогательное время.  $K_{tb} = 1$ .

$a$  - % от оперативного времени на обслуживание рабочего [4, с.131]

$b$  - % от оперативного времени на отдых и личные надобности исполнителя.

$b = 4\%$  [4, с.203]

3) Определение подготовительно-заключительного времени  $T_{п.з}$ , мин. [4, с.131]

$$T_{п.з} = T_{п.з 1} + T_{п.з 2} + T_{п.з 3}, \text{ мин.} \quad (11)$$

где  $T_{п.з 1}$  – время на наладку станка, инструмента и приспособлений, мин.

$T_{п.з 2}$  – время на дополнительные приемы, мин.

$T_{п.з 3}$  – время на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки, мин.

4) Определение штучно-калькуляционного времени  $T_{ш.к.}$ , мин

$$T_{ш.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n_d}, \text{ мин} \quad (12)$$

где  $n_d$  – число деталей в партии (по заданию  $n_d = 100$  шт.)

Внутреннее шлифование		Карта 1
Выбор шлифовального круга		
Метод шлифования	Обрабатываемый материал	Характеристика круга
С продольной подачей	Сталь незакаленная	40-1614А, С1-С2К5
С продольной подачей	Сталь закаленная с высоким отпуском $HRC_3 = 35-40$	16-4024А, СМ1-С1К5
С продольной подачей	Сталь закаленная $HRC_3 > 50$	16-4025А, ЛО СМ1-СМ2К5
С продольной подачей	Чугун	54С40, М3-СМ1К5
Примечание: при шлифовании до шероховатости обработанной поверхности $Ra = 0,32$ применять круги зернистостью 16. При шлифовании поверхности до $Ra = 1,25$ применять круги зернистостью 25-40. При шлифовании закаленных сталей, имеющих пониженную теплопроводность, применять шлифовальные круги пониженной твердости.		

Внутреннее шлифование	Карта 2
Выбор диаметра шлифовального круга $D_K = \Psi D_3$ мм. Коэффициент $\Psi$ выбирается в зависимости от диаметра шлифуемого отверстия $D_o$ из таблицы:	
Диаметр шлифуемого отверстия $D_o$ мм	Значение коэффициента $\Psi$

35	0,95
70	0,9
100	0,85-0,8
150	0,8

Ширина шлифовального круга  $B_k$  выбирается в зависимости от длины шлифуемого отверстия  $L$  по следующей таблице:

Длина шлифуемого отверстия $L$ мм. до	Ширина шлифовального круга
30	20-25
35	22-28
40	25-30
45	30-35
50	32-40
60	40-50
70	50-60
75 и выше	60

<b>Внутреннее шлифование</b>	<b>Карта 3</b>
------------------------------	----------------

Припуски на шлифование

1. Незакаленные детали

Диаметр шлифуемого отверстия $D_o$ мм	Длина шлифования $L$ мм				
	До 25	50	100	150	200
	Припуск на диаметр $h$ мм				
30	0,15-0,20	0,17-0,22	0,20-0,27	0,27-0,35	-
50	0,17-0,22	0,20-0,25	0,25-0,32	0,30-0,37	0,35-0,40
120	0,22-0,27	0,25-0,32	0,32-0,40	0,35-0,45	0,40-0,50
180	0,32-0,37	0,35-0,40	0,37-0,45	0,40-0,50	0,45-0,55

2. Закаленные детали

Диаметр шлифуемого отверстия $D_o$ мм	Длина шлифования $L$ мм				
	До 25	50	100	150	200
	Припуск на диаметр $h$ мм				
30	0,22-0,27	0,25-0,30	0,30-0,35	0,35-0,45	-

50	0,27-0,35	0,30-0,40	0,35-0,45	0,40-0,50	0,45-0,60
120	0,35-0,45	0,40-0,50	0,45-0,55	0,50-0,65	0,55-0,70
180	0,40-0,50	0,45-0,55	0,50-0,60	0,60-0,75	0,65-0,80

Полученный по таблице общий припуск распределяется: на черновое шлифование 60-80% и на чистовое шлифование 40-20%.

Внутреннее шлифование				Карта 4	
Скорость вращения и число оборотов деталей в минуту при черновом шлифовании с продольной подачей для всех металлов					
D <sub>0</sub> мм	10-23	40	63	100	160
V <sub>Сокр</sub> м/МИН	10-20	13-26	60-32	18-36	22-24
n <sub>з</sub> об/МИН	180-360	120-240	90-180	60-120	50-100
Скорость вращения и число оборотов деталей в минуту при чистовом шлифовании с продольной подачей.					
1. Незакаленная сталь и чугун					
D <sub>0</sub> мм	12-25	40	63	100	160
V <sub>Сокр</sub> м/МИН	13-34	17-44	20-52	24-62	28-74
n <sub>з</sub> об/МИН	240-630	170-445	130-330	100-250	70-190
2. Закаленная сталь					
D <sub>0</sub> мм	12-25	40	63	100	160
V <sub>Сокр</sub> м/МИН	23-34	29-44	35-52	24-62	51-74
n <sub>з</sub> об/МИН	420-630	290-445	220-330	170-250	130-190

#### Примечание:

Большие скорости вращения детали применять:

- а) при обработке деталей, для которых не допускается высокая температура на поверхности вследствие опасности образования поверхностных прижогов и трещин;
- б) при обработке твердыми кругами.

Внутреннее шлифование			Карта 5	
Средние периоды стойкости шлифовальных кругов				
Диаметр шлифуемого отверстия D <sub>0</sub> мм	Квалитет точности			
	Н6	Н7	Н8	Черновое шлифование
	Период стойкости Т мин.			

20	7	4,0	2,0	1,0
50	16	7,0	2,5	1,0
100	7	8,0	3,0	1,5
150	15	8,0	3,0	3,0

Данные периоды стойкости рассчитаны для припуска  $h = 0,5$  мм на диаметр.  
При больших значениях припуска табличные значения стойкости уменьшаются на 20-30%.

## Паспортные данные внутришлифовальных станков.

### 1. Внутришлифовальный станок мод.ЗБ250

Наибольший диаметр шлифуемого отверстия – 200 мм.

Мощность двигателя шлифовального шпинделя:  $N_M = 5$  кВт;  $\eta = 0,9$ .

Пределы чисел оборотов обрабатываемой заготовки в мин  $n_z$ : 80-800 мин.

Пределы скоростей продольного перемещения шлифовальной бабки (регулируются бесступенчато) в м/мин:  $V_{СПР} = 0,3-10$  м/мин.

Поперечные подачи шлифовального круга в мм/дв.ход:  
0,0025; 0,005; 0,0075; 0,010; 0,0125; 0,03; 0,06; 0,09; 0,12; 0,15.

Пределы чисел оборотов шлифовального круга в минуту  $n$  об/мин:  
4500-15000.

### 2. Внутришлифовальный станок мод.ЗА252

Наибольший диаметр шлифуемого отверстия – 200 мм.

Мощность двигателя шлифовального шпинделя:  $N_M = 4,5$  кВт;  $\eta = 0,9$ .

Пределы чисел оборотов обрабатываемой заготовки в мин  $n_z$ : 140-600 мин.

Пределы скоростей продольного перемещения шлифовальной бабки (регулируются бесступенчато) в м/мин:  $V_{СПР} = 0,3-10$  м/мин.

Поперечные подачи шлифовального круга в мм/дв.ход:  
0,00125; 0,0025; 0,00375; 0,004; 0,00625; 0,0075; 0,00875; 0,01; 0,01125; 0,0125;  
0,01375; 0,015; 0,01652; 0,175; 0,01875; 0,02; 0,02125; 0,0225; 0,02375;  
0,025; 0,02625; 0,0275; 0,02875; 0,03; 0,03125; 0,0325; 0,03375; 0,035; 0,03625;  
0,03875; 0,04.

Пределы чисел оборотов шлифовального круга в минуту  $n$  об/мин:  
3550-10000.



**Тема занятия : «Нормирование зубодолбежной операции»**

**Цель занятия: «Приобретение практических навыков в нормировании зубодолбежной операции»**

**МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

1. Операционный эскиз
2. Исходные данные по заготовке, материалу и т.п.
3. Технологическая характеристика станков мод. 5А 326, мод.5140.
4. Нормативно- справочная литература.
5. Чертежные принадлежности
6. Микрокалькуляторы.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для тех. нормирования работ, ч. 2, М., Машиностроение, 1974
3. Общемашиностроительные нормативы времени серийное производство, изд.2, М., Машиностроение, 1974г.

**ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

Зубодолблением называется строгание зубьев инструментом в виде зубчатого колеса, контур торца зубчатого венца которого служит режущей кромкой. В машиностроении зубодолбление занимает второе место (после зубофрезерования червячными фрезами) и применяется там, где метод фрезерования применять дорого или невозможно

Долбяк, являющийся инструментом, имеет форму шестерни и того же модуля, что и нарезаемое зубчатое колесо. Долбяки изготавливаются для наружного и внутреннего долбления.

Обычно зубчатые колеса даже средних модулей предварительно обрабатываются на зубофрезерных станках, а чистовая обработка производится на зубодолбежных станках за один и (реже) два хода.

Предварительное нарезание зубьев на зубофрезерных станках часто бывает более производительным, чем на зубодолбежных станках. При обработке зубьев с модулем 5 мм и более, когда снимается значительное количество металла, зубофрезерные станки более производительны, чем зубодолбежные. При нарезании зубьев с модулем 2,5 мм, когда металла снимается значительно мало, более производительным и точным являются зубодолбежные станки. При обработке зубьев средних модулей (от 2,5 до 5 мм) зубофрезерные и зубодолбежные станки по производительности могут быть равноценными, но целесообразнее применять зубофрезерные.

Различают дисковые, чашечные и хвостовые зубофрезерные долбяки. Дисковыми и чашечными долбяками обрабатывают только наружные зубья колес. Хвостовые долбяки применяют для обработки колес внутреннего зацепления.

Нарезание зубьев круглым дисковым долбяком осуществляется в результате взаимовращения вокруг своих осей заготовки долбяка. Долбяк совершает возвратно- поступательное движение вниз (рабочий ход) и вверх (хол.ход) Заготовка в процессе обработки совершает вращательное движение вокруг своей оси, создавая непрерывное движение обката.

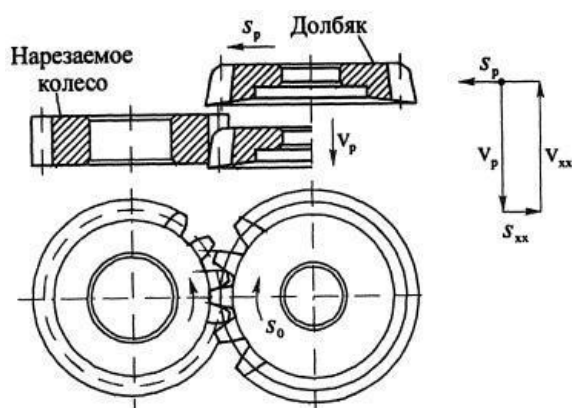


Рисунок 1 Схема работы зуборезного долбяка

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Проанализировать исходные данные для нормирования зубодолбежной операции.
2. Произвести норму штучно- калькуляционного времени в соответствии с примером, приведенном в данной инструкции
3. Исходные данные приведены в таблице 1
4. Определить норму штучно- калькуляционного времени на операцию по чистовой обработке зубодолблением прямозубого колеса

**Таблица 1- Исходные данные**

Номер варианта	Параметры колеса			Материал	Масса, кг	Припуск, мм
	m, мм	z	t			
Сталь						
1	2	72	20	Сталь 40X, HB 200	1,5	2,2 m
2	3	56	25	Сталь 20X, HB 180	2	2,2 m
3	3	52	30	Сталь 45, HB 180	4	0,6 m
4	4	48	40	Сталь 50, HB 200	6	0,8 m
Серый чугун						
5	2	72	20	HB 170	1,5	2,2 m
6	3	52	25	HB 190	3	2,2 m
7	3	52	30	HB 200	4	0,6 m
8	4	48	40	HB 210	6	0,8 m

### Примечания:

1. При обработке по сплошному металлу припуск равен высоте зуба, т.е. =2,2 m
2. При обработке по предварительно нарезанному зубу припуск принят по межцентровому расстоянию.

## СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ

Деталь- колесо зубчатое \_\_\_\_\_;  $z=$  \_\_\_\_;  $m=$  \_\_\_\_ мм; ширина венца  $l=$  \_\_\_\_ мм;

параметры шероховатости обрабатываемых зубьев  $Ra=$  \_\_\_\_ мкм; степень точности \_\_\_\_\_. Материал- \_\_\_\_\_. Заготовка с предварительно прорезанными зубьями.

Припуск на обработку по межцентровому расстоянию  $h=$  \_\_\_\_ мм.

Станок зубодолбежный \_\_\_\_\_. Долбяк дисковый прямозубый:  $D=$  \_\_\_\_ мм;  $m=$  \_\_\_\_ мм;  $y=$  \_\_\_\_; из стали \_\_\_\_\_.

Работа с охлаждением. Установка заготовки на оправке с креплением гайкой. Масса детали \_\_\_\_ кг. Производство серийное. Число деталей в партии  $nd=$  \_\_\_\_ штук. Инструмент мерительный- штангензубенмер.

### 1. Основное время.

1.1 Расчетные размеры обработки:  $z=$  \_\_\_\_;  $m=$  \_\_\_\_;  $l=$  \_\_\_\_ мм;  $h=$  \_\_\_\_ мм;

1.2 Число рабочих ходов  $i=$  \_\_\_\_.

1.3 Расчетная длина рабочего хода долбяка  $L_p= l+l_1+l_2$ , при перебеге долбяка на две стороны при ширине венца  $l$  до 51 мм [2 прил.14],

При чистовой обработке по предварительно нарезанному зубу заготовки из стали \_\_\_\_ с твердостью HB \_\_\_\_ и модуле  $m=$  \_\_\_\_ мм подача круговая  $S=$  \_\_\_\_ мм/ дв.ход [2, карта 13]. В соответствии с рекомендацией в нормативах для колес с числом зубьев более 25 принимают  $S=$  \_\_\_\_ мм/ дв. Ход. По паспорту станка берут  $S_p=$  \_\_\_\_ мм/ дв. Ход. Величину радиальной подачи (подача при врезании) принимают 0,2 от круговой подачи  $S_p$ . Тогда  $S_p= 0,2 S_p$ . По паспорту станка принимают  $S_p=$  \_\_\_\_ мм/дв.ход.

1.4 Скорость резания при чистовой обработке по предварительно прорезанному зубу, круговой подаче  $S$  до 0,26 мм/ дв. ход .  $V=$  \_\_\_\_ м/ мин [2 карта 14]. Так как условия обработки полностью совпадают с нормативными, то поправочные коэффициенты на скорость резания равны единице.

1.5 Число двойных ходов долбяка в минуту

$$\eta = \frac{1000V}{2L_p} = \text{_____} \text{ дв. ход мин}$$

1.6 По паспорту станка принимают  $\eta_p = \text{_____}$  дв.ход/ мин

1.7 Фактическая скорость  $V_f = \frac{2L_p \eta_p}{100} = \text{_____}$  м/ мин =  $\text{_____}$  м/с

1.8 Мощность на резание при чистовом зубодолблении не определяют

1.9 Основное время  $T_o = \frac{\pi m z}{n p S} i + \frac{h}{\eta p S p} = \text{_____}$  мин

## 2. Вспомогательное время

2.1  $T_v = T_{vu} + T_{vp} + T_{izm}$ , мин

Где  $T_{vu}$ - время на установку и закрепление заготовки [2, с.42 карта 8]  $T_{vu} = \text{_____}$  мин

$T_{vp}$ - время связанное с переходом , [3, с. 155, к.65]  $T_{vp} = \text{_____}$  мин

$T_{izm}$ - время связанное с контрольными измерениями , [3, с. 196 карта 86]

$T_{izm} = \text{_____}$  мин

$T_v = \text{___} + \text{___} + \text{___} = \text{_____}$  мин

2.2 Штучное время, мин.

$$T_{шт} = (T_o + T_v + K_{tv}) \left( N \frac{a+b}{100} \right), \text{ мин}$$

Где  $T_o$ - основное время, мин

$T_v$ - вспомогательное время, мин

$K_{tv}$ - поправочный коэффициент на вспомогательное время ( $K_{tv} = 1$ )

$a, b$ - % от  $T_o$  пер соответственно

$a$ - на обслуживание рабочего места,

$b$ - на отдых и личные надобности.

$a = 4,5$  %; [3, с. 156 карта 66]- (II группа станков)

$v = 4 \%$ ; [3, с. 203]

$T_{шт} = \underline{\hspace{2cm}}$  мин

2.3 Подготовительно- заключительное время, мин

$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пз3} + T_{пз4}$ , мин

Где  $T_{пз1}$ - на наладку станка, инструмента и приспособлений, мин  $T_{пз1} = \underline{\hspace{2cm}}$  мин.

$T_{пз2}$ - на дополнительные приемы, мин  $T_{пз2} = \underline{\hspace{2cm}}$  мин

$T_{пз3}$ - на пробную обработку деталей, мин  $T_{пз3} = \underline{\hspace{2cm}}$  мин

$T_{пз4}$ - на получение инструмента и приспособлений, мин  $T_{пз4} = \underline{\hspace{2cm}}$  мин

$T_{пз} = \underline{\hspace{2cm}}$

Штучно- калькуляционное время, мин.  $T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_d}$ , мин

Где  $n_d$  – число деталей в партии

$T_{шк} = \underline{\hspace{2cm}}$  мин

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

**Деталь-** колесо зубчатое XXX.001.004;  $z = 52$ ;  $m = 4$  мм; ширина венца  $l = 30$  мм; параметры шероховатости обрабатываемых зубьев  $Ra = 2$  мкм; степень точности 8-я. Материал- сталь 40Х НВ 180. Заготовка с предварительно прорезанными зубьями. Припуск на обработку по межцентровому расстоянию  $h = 0,8$  мм.

Станок зубодолбежный 5140( $N = 4$ к Вт;  $\eta = 0,65$ ). Долбяк дисковый прямозубый :  $D = 100$  мм;  $m = 4$  мм;  $y = 5$ ; из стали Р6 М5.

Работа сохлаждением. Установка заготовки на оправке с креплением гайкой. Масса детали 1,5 кг. Производство серийное. Число деталей в партии  $n_d = 100$  штук. Инструмент мерительный- штангензубеномер.

### 1. Основное время.

1.1 Расчетные размеры обработки:  $z=52; m=4; l=30$  мм;  $h=0,8$  мм;

1.2 Число рабочих ходов  $i=1$ .

1.3 Расчетная длина рабочего хода долбяка  $L_p = l + l_1 + l_2$ , при перебеге долбяка на две стороны при ширине венца  $l$  до 51 мм ( $l_1 = 8$  мм [4,2 прил.14],  $l_2 = 0$ ). Следовательно,  $L_p = 30 + 8 = 38$  мм

1.4 При чистовой обработке по предварительно нарезанному зубу заготовки из стали 40 X с твердостью HB 180 и модуле  $m = 4$  мм подача круговая  $S = 0,22 \dots 0,25$  мм/ дв.ход [4.2, карта 13]. В соответствии с рекомендацией в нормативах для колес с числом зубьев более 25 принимают  $S = 0,25$  мм/ дв. Ход. По паспорту станка берут  $S_{п} = 0,24$  мм/ дв. Ход. Величину радиальной подачи (подача при врезании) принимают 0,2 от круговой подачи  $S_{п}$ . Тогда  $S_{п} = 0,2$   $S_p = 0,2 * 0,24 = 0,048$  мм/ дв.ход. По паспорту станка принимают  $S_p = 0,048$  мм/дв.ход.

1.5 Скорость резания при чистовой обработке по предварительно прорезанному зубу, круговой подаче  $S$  до 0,26 мм/ дв. Ход.  $V = 34,2$  м/ мин [4,2 карта 14]. Так как условия обработки полностью совпадают с нормативными, то поправочные коэффициенты на скорость резания равны единице.

1.6 Число двойных ходов долбяка в минуту

$$\eta = \frac{1000V}{2L_p} = \frac{1000 * 34,2}{2 * 38} = 450 \text{ дв. ход мин}$$

По паспорту станка принимают  $\eta_{п} = 400$  дв.ход/ мин

1.7 Фактическая скорость  $V_{ф} = \frac{2L_p \eta_{п}}{100} = \frac{(2 * 38 * 400)}{1000} = 30,4$  м/ мин = 0,51 м/с

1.8 Мощность на резание при чистовом зубодолблении не определяют

1.9 Основное время  $T_o = \frac{\pi m z}{\eta_{п} S} i + \frac{h}{\eta_{п} S_p} = \frac{3,14 * 4 * 52}{400 * 0,24} 1 + \frac{0,8}{400 * 0,048} = 6,84$  мин

## 2. Вспомогательное время

2.1  $T_v = T_{ву} + T_{вп} + T_{изм}$ , мин

Где  $T_{ву}$ - время на установку и закрепление заготовки[2, с.42 карта 8]

$$T_{ву} = 0,34 \text{ мин}$$

$T_{вп}$ - время связанное с переходом , [3, с. 155, к.65]

$$T_{вп} = 0,46 \text{ мин}$$

$T_{изм}$ - время связанное с контрольными измерениями , [3, с. 196карта 86]

$$T_{изм} = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{в} = 0,34 + 0,46 + 0,6 = 1,4 \text{ мин}$$

## 2.2 Штучное время, мин.

$$T_{шт} = (T_o + T_{в} + K_{тв}) \left( H \frac{a+b}{100} \right), \text{ мин}$$

Где  $T_o$ - основное время, мин

$T_{в}$ - вспомогательное время, мин

$K_{тв}$ - поправочный коэффициент на вспомогательное время ( $K_{тв} = 1$ )

$a, b$ - % от  $T_o$  пер соответственно

$a$ - на обслуживание рабочего места,

$b$ - на отдых и личные надобности.

$a = 4,5 \%$ ; [4.3, с. 156карта 66]- (II группа станков)

$b = 4 \%$ ; [4.3, с. 203]

$$T_{шт} = (6,84 + 1,4 * 1) * \left( 1 + \frac{4,5 + 4}{100} \right) = 8,94 \text{ мин}$$

## 2.3 Подготовительно- заключительное время, мин

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пз3} + T_{пз4}, \text{ мин}$$

Где  $T_{пз1}$ - на наладку станка, инструмента и приспособлений, мин  $T_{пз1} = 28 \text{ мин}$ .

$T_{пз2}$ - на дополнительные приемы, мин  $T_{пз2} = 6 \text{ мин}$



Тпз<sub>3</sub>- на пробную обработку деталей, мин Тпз<sub>3</sub> = 6 мин

Тпз<sub>3</sub>- на получение инструмента и приспособлений, мин Тпз<sub>4</sub> = 7 мин

$$Т_{пз} = 28 + 6 + 6 + 7 = 47$$

Штучно- калькуляционное время, мин.  $Т_{шк} = Т_{шт} + \frac{Т_{пз}}{n_d}$ , мин

Где  $n_d$  – число деталей в партии

$$Т_{шк} = 8,94 + 47/100 = 9,41 \text{ мин}$$

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие методы врезание зубьев вы знаете?
2. Какой метод нарезания зубьев лежит в основе зубодолбления?
3. Какие долбяки вам известны?
4. Когда рационально использовать для нарезания зубьев круглые долбяки?
5. Как можно повысить производительность при зубодолблении?
6. Домашнее задание.
7. 1. Закончить оформление отчета по практическому занятию.
8. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.
9. Подготовиться к защите результатов отчета по практическому занятию

## Практическое занятие №12

**Тема занятия:** Нормирование зубошевинговальной операции.

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Цель занятия:** Получение практических навыков в нормировании зубошевинговальной операции.

### МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Чертеж детали или операционный эскиз
2. Исходные данные по заготовке, материалу и т.п.
3. Техническая характеристика станков мод. 5А326, мод.514
4. Нормативно- справочная литература
5. Чертежные принадлежности
6. Микрокалькулятор

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.
3. Мовчан В.Н. «Сборник задач по техническому нормированию труда в механических цехах» 2-е изд. М.: Машиностроение, 1992 г.
4. Силантьева Н.А., Малиновская В.Р. «Техническое нормирование труда в машиностроении», М., Машиностроение, 1990 г.
5. Общемашиностроительные нормы времени М., Машиностроение, 1974г.

### 3. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Шевингование зубьев применяют для незакаленных колес. Оно заключается в том, что методом обкатки специального инструмента по зубчатому колесу с поверхности зуба снимают припуск размером 0,1...0,25 мм. В качестве инструмента применяют дисковый шеввер- зубчатое колесо, на

поверхности зубьев которого имеются узкие прорезы, образующие кромки или шевер- рейку с аналогичными зубьями.

Шевер для обработки прямозубых колес имеет винтовые зубья с углом подъема до  $15^0$ , а для обработки косозубых- прямые зубья. Из двух способов шевенгование зубьев более распространено шевенгования с помощью дискового шевера. Шевингование производят на специальном станке. Шевер , установленный под углом к оси обрабатываемого зубчатого колеса , получает принудительное вращение с чистотой  $250 \text{ мин}^{-1}$ , вызывая этим вращение зубчатого колеса, свободно установленного в центрах на оправке. Скрещивание осей приводит к продольному относительному скольжению зубьев шевера и зубчатого колеса. Столу сообщают продольную подачу  $0,1 \dots 0,3 \text{ мм}$  на оборот зубчатого колеса. В конце хода стол подают в поперечном (вертикальном) направлении на  $0,02 \dots 0,04 \text{ мм}$ , после чего стол возвращают в начальное положение. Число ходов стола зависит от размера припуска.

Обработка зубчатого колеса продолжается в течении  $12 \dots 14$  двойных ходов стола , время на обработку одного зуба колеса равно  $2 \dots 3 \text{ сек}$ .

Погрешность обработанных шевингованием зубчатых колес в среднем не превышает  $0,005 \text{ мм}$  по шагу и профилю и  $0,03 \text{ мм}$  по биению начальной окружности. Шероховатость поверхности .....мкм.

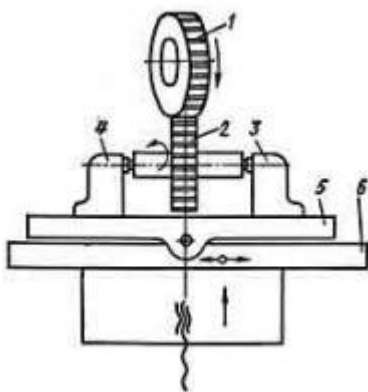


Рисунок Принципиальная схема шевенгования

## СХЕМА ОТЧЕТА

Тема занятия:

Цель занятия

Материальное обеспечение

Ход работы.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

1. Проанализировать исходные данные , заданные в таблице №1
2. Определить норму штучно-калькуляционного времени на операцию по шевингованию зубчатого колеса по аналогии с примером , приведенном в инструкции.

### **Пример:**

Определить норму штучно-калькуляционного времени на операцию по шевингованию зубьев прямозубого колеса .

### **Исходные данные:**

Деталь- зубчатое колесо XXX/002/008;  $Z=82$ ;  $m=2\text{мм}$ ; угол зацепления  $\alpha=20^0$ ;

Ширина на венца  $l=30\text{мм}$  ; степень точности -7-я; параметр шероховатости обрабатываемых зубьев  $R=1,25\text{мкм}$ ; материал сталь 40Х, НВ 190 Припуск на обработку по межцентровому расстоянию  $h=0,2\text{ мм}$ .

Станок зубшевинговальной 5702В. Режущий инструмент :шевер дисковой с номинальной делительным диаметром  $D=180\text{мм}$ ;  $m=2\text{мм}$ ;  $Z=83$ ; угол наклона винтовой линии  $f=15^0$ ; материал шевера- быстрорежущая сталь Р6М5. Установка колеса на центральной оправке .Масса детали 8кг.

Число деталей в партии  $n=100$  штук. Инструмент материальной – штангезубомер.

### **1.Освное время**

1.1Расчетные размеры обработки:  $Z=82$ ,  $m=2\text{мм}$ ,  $l=30\text{мм}$ .

Расчетную длину продольного хода стола станка с деталью принимают равной ширине венца  $L=l=30\text{мм}$ , припуск по межцентровому расстоянию  $h=0,2\text{мм}$ .

1.2 Для обеспечения 7-й степени точности зубчатого колеса и параметра шероховатости  $R=1,25$  мкм при числе зубьев колеса до 100, продольная подача стола за один оборот детали  $S_o = 0,5 \dots 0,6$  мм/об, а радиальная подача на один ход стола  $S_r = 0,04 \dots 0,06$  мм/ход [6, карта 16] Принимают  $S_o = 0,5$  мм/об. и  $S_r = 0,04$  мм/ход.

1.3 Число рабочих ходов стола станка  $i = \frac{h}{S} + i_3$ . Где  $i$  – число дополнительных зачистных ходов (без радиальной подачи). Для 7-й степени точности зубчатого колеса  $i_3 = 3$ , тогда  $i = \frac{h}{S} + i_3 = \frac{0,2}{0,04} + 3 = 8$  ходов.

1.4 Окружная скорость шевера для стали 40Х с твердостью НВ до 299  $V = 105$  м/мин 6, карта 16

1.5 Частота вращения шевера  $n = \frac{1000V}{\pi D_H} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 180}$  об/мин. По паспорту станка принимают  $n = 180$  об/мин.

1.6 Скорость резания по принятой частоте вращения шевера определяют по формуле ;  $V = \frac{\pi D_H n_H \sin \varphi}{1000 \cos \beta} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 180 \cdot 0,26}{1000 \cdot 1} = 26,45$  м/мин  $= 0,44$  м/с ( $\varphi = 15^\circ$  для прямозубого колеса  $\beta = 0^\circ$ )

1.7 минутная продольная подача стола станка  $S_H = \frac{S_o n_H}{z} = \frac{0,5 \cdot 83 \cdot 180}{82} = 91,1$  мм/мин. По паспорту станка принимают  $S_H = 87$  мм/мин.

1.8 Фактическая продольная подача стола за оборот детали  $S_o. \phi = \frac{S_H \cdot z}{n_H \cdot z_H} = 0,48$  мм/об.

1.9 Основное время  $t_o = \frac{L_p i}{S_H} = 2,76$  мин.

## 2. Вспомогательное время:

2.1 Время на установку и снятие детали массой 8 кг. Предварительно надетой на центровую оправку, в центры станка  $t_{в1} = 0,23$  мин. [4, карта 6 поз. 5], Надевание на оправку производят во время основной работы.

2.2 Время связанное с переходом при работе на станке полуавтомате  $t_{в2} = 0,02$  мин 4, карта 33 поз. 37

2.4 Вспомогательное время на операцию  $t_{\text{в}} = t_{\text{в1}} + t_{\text{в2}} = 0,23 + 0,02 = 0,25$  мин.

2.5 Оперативное время  $t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} = 2,76 + 0,25 = 3,01$  мин.

2.6 Время на обслуживание рабочего места равно 4 % от  $t_{\text{оп}}$  [ 4, карта 45 лист 3 поз.69]

Т.е  $t_{\text{обс}} = t_{\text{оп}} * 0,04 = 3,01 * 0,04 = 0,12$  мин.

2.7 Время на отдых и личные потребности равно 4% от  $t_{\text{оп}}$  [ 4, карта 46 поз. 13], т.е.  $t_{\text{отл}} = t_{\text{оп}} 0,04 = 3,11 * 0,04 = 0,12$  мин

### 3. Штучное время, мин.

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + K_{\text{тв}}) \left( H \frac{a+b}{100} \right), \text{ мин}$$

Где  $T_{\text{о}}$ - основное время, мин

$T_{\text{в}}$ - вспомогательное время, мин

$K_{\text{тв}}$ - поправочный коэффициент на вспомогательное время ( $K_{\text{тв}} = 1$ )

$a, b$ - % от  $T_{\text{опер}}$  соответственно на обслуживание рабочего места и на отдых и личные надобности исполнителя [4.4 . с 157, с.203].

$a$ - на обслуживание рабочего места,

$b$ - на отдых и личные надобности.

$a = 4\%$ ;  $b = 4\%$ ;

$T_{\text{шт}} = (2,76 + 1,66 * 1) (1 + (4+4)/100) = 4,77$  мин

### 4. Подготовительно- заключительное время:

$$T_{\text{п.з.}} = T_{\text{п.з1}} + T_{\text{пз2}} + T_{\text{пз 3}}, \text{ мин 4.4, с. 157}$$

Где  $T_{\text{п.з1}}$ – наладку станка, инструмента и приспособлений  $T_{\text{п.з1}} = 13$  мин

$T_{\text{пз2}}$ - на пробную обработку деталей  $T_{\text{п.з.2}} = 4$  мин

$T_{\text{пз3}}$  – по получение инструмента и приспособлений и др.  $T_{\text{пз 3}} = 5$  мин.

$$T_{ПЗ} = 13 + 4 + 5 + 22 \text{ мин}$$

### 5.Штучно- калькуляционное время:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{ПЗ} / n_d, \text{ мин}$$

Где  $n_d$  – число деталей в партии ( $n_d = 100$  шт.

$$T_{ш.к} = 4,77 + 22/100 = 4,99 \text{ м ин.}$$

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.

1. Какие виды отделочной обработки зубчатых колес вы знаете?
2. Для каких зубчатых колес применяют шевенговальное?
3. Какой припуск оставляют под шевенгование?
4. Как называется и что из себя представляет инструмент, применяемый при шевенговании?
5. Назовите основные технологические параметры, обеспечиваемые при шевенговании.

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Закончить оформление отчета по практическому занятию
2. Подготовиться к сдаче отчета по предыдущему занятию.
3. Повторить тему : «Отдельные виды обработки зубчатых колес»

**Таблица 1 – Исходные данные**

№ вариант	Параметры колеса		Параметр шероховатости, $R_a, \text{мкм}$	Материал	Масса, м, кг	Шевер	
	m, мм	z				До	z
1	2	30	1,25	Сталь 40X, HB80	0,8	180	83
2	3	40	0,63	Сталь 45, HB 190	1,5	180	53
3	4	52	1,25	Сталь 40X , HB 190	2,5	250	53

4	5	60	0,63	Сталь 30Х, НВ 180	4	250	43
<b>Серый чугун</b>							
5	2	32	1,25	НВ 180	1,0	180	83
6	3	42	0,63	НВ 200	2,0	180	53
7	4	48	1,25	НВ 190	3,0	250	53
8	5	56	0,63	НВ 200	4,0	250	43

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Тема:** Разработка технологической схемы сборки и технологического процесса сборки сборочной единицы.

**Цель занятия:** Ознакомится с разработкой схем сборочных элементов и методикой проектирования технологического процесса сборки изделия

### Материальное обеспечение

- 1 Образец или сборочный чертеж изделия
2. Тип производства, в котором производится сборка изделия
3. Плакаты со схемами и рисунками по технологии сборки
4. Чертежные принадлежности- линейка, угольник, циркуль и другие.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.

2. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие/ под общей редакцией В.И.Аверченкова, Е.А.Польского- 3-е изд., испр. и доп.- Москва: ИНФА-М, 2021.-305 с.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с конструкцией образца изделия или его чертежом и техническими требованиями.



Установить сборочные элементы изделия и определить их значение.

Под сборочными элементами изделия по ЕСКД ГОСТ 2.101-68 понимают конструктивно- сборочные единицы иной или иной степени сложности (детали, сборочные единицы).

Деталь- изделие, изготовленное из однородного материала, без применения сборочных операций. Сборочная единица представляет собой соединение нескольких деталей сборочными операциями. Общая сборка- соединение отдельных деталей и сборочных единиц в одно целое- механизма или машину, предназначенных для выполнения определенной работы.

2. Составить схему сборочных элементов изделия (при наличии образца изделия проверить правильность сборки и разборки образца). Схема сборочных элементов изделия представляет собой графическое изображение последовательности соединения деталей между собой.

На схеме сборочных элементов изделия общая горизонтальная линия, начинающаяся базовой деталью и кончающаяся собранным изделием соответствует процессу сборки изделия. Ниже линии общей сборки изображают последовательность сборки отдельных сборочных единиц и последовательность их участия в общей сборке, а над линией общей сборки показывают последовательность участия отдельных деталей в процессе общей сборки объекта.

Каждая деталь обозначается на схеме прямоугольником, разделенным на три части. В левой части прямоугольника указывается индекс или шифр элемента; в средней- его наименование; в правой- количество собираемых элементов. Например:

14	Призма	2
----	--------	---

Обозначение элементов производится в соответствии с номерами и индексами, присвоенными деталям на чертежах и спецификации. Для каждой сборочной единицы определяется базовая деталь. Схема сборочных элементов

изделия, дополненная технологическими указаниями об особенностях сборки и контроля, превращается в технологическую схему обработки.

Технологические схемы сборки показывают порядок комплектования изделия и входящих в него сборочных единиц, они значительно упрощают работу процессов и вносят стройность в их осуществление, а так же служат для оценки технологичности конструкции.

Технологические схемы должны снабжаться надписями, определяющими содержание операции (приварить, совместно сверлить и развернуть, регулировать зазор, запрессовать и т.п.). Эти надписи делают на линии, вынесенной схемы места присоединения детали.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

Заполнить форму отчета по этапам «Порядок выполнения работы»

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Какие вы знаете сборочные элементы изделия
2. Перечислите и характеризуйте основные методы сборки изделия?
3. С какой целью выполняют схемы сборочных элементов изделий?
4. Перечислите основные требования к выполнению схем сборочных элементов изделий?
5. Дайте определение технологическому процессу сборки изделия?
6. Дайте характеристику структуре технологического процесса сборки изделий?
7. Перечислите основные требования к заполнению операционно-технологических карт сборки.

## **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

**Тема:** Разработка технологической схемы сборки и технологического процесса сборки сборочной единицы.

**Цель занятия:** Ознакомится с разработкой схем сборочных элементов и методикой проектирования технологического процесса сборки изделия

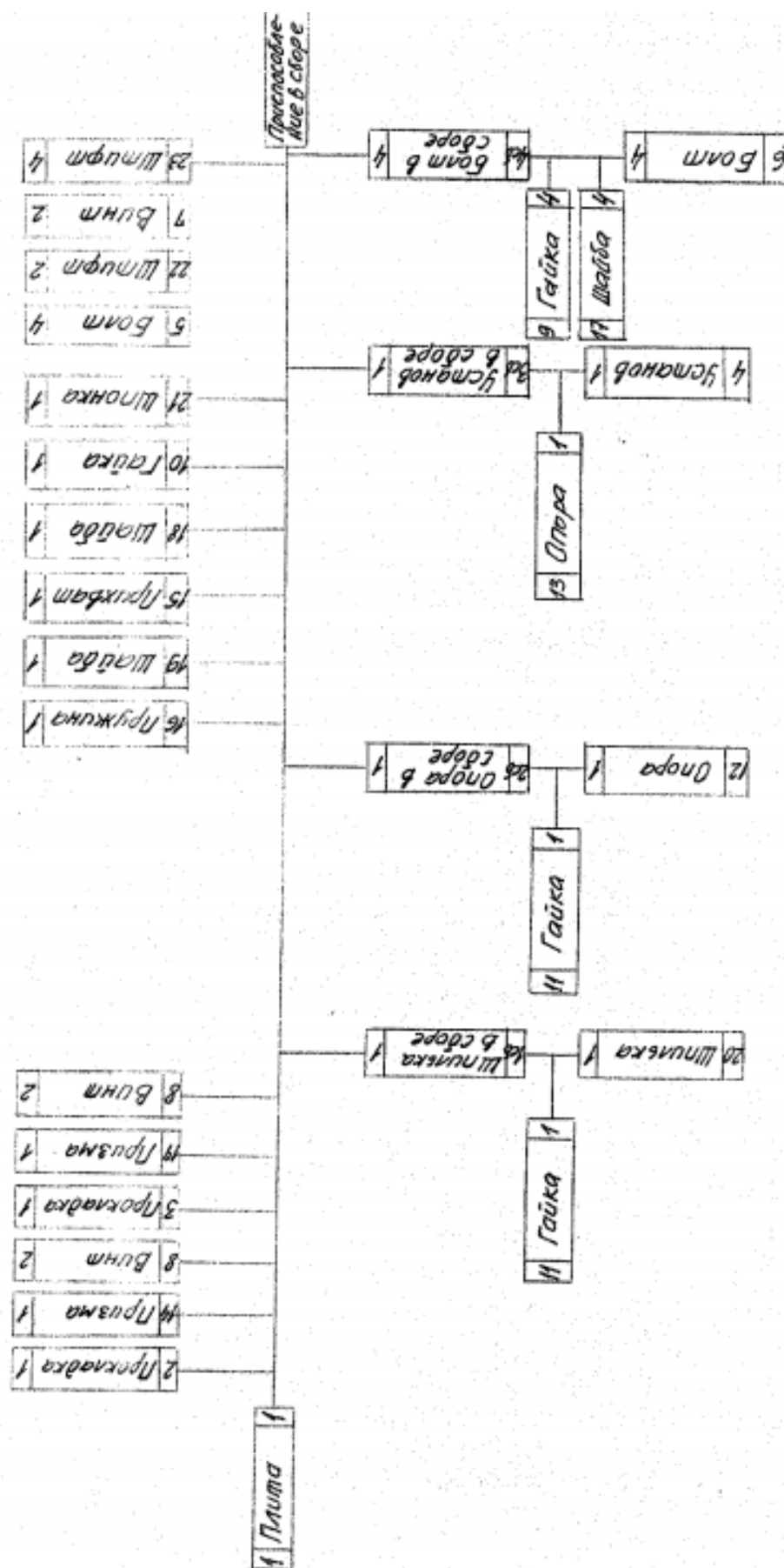
### **Материальное обеспечение**

- 1 Образец или сборочный чертеж изделия
- 2 Тип производства, в котором производится сборка изделия
- 3 Плакаты со схемами и рисунками по технологии сборки
- 4 Чертежные принадлежности- линейка, угольник, циркуль и другие.

Наименование изделия	Приспособление для фрезерования шпоночного паза у ступенчатого вала
Сборочные элементы изделия и их характеристика	<p>Установочные- 2 призмы 14; для ориентации вала в осевом направлении опора 13</p> <p>Зажимные- резьбовой отводный прихват детали 10,11,15,16,18,19,20</p> <p>Направляющие- угловой установ4, выполненный за одно целое со стойкой.</p> <p>Корпус- плита1</p> <p>Делительные устройства-_____</p> <p>Центрирующие элементы- две привернутые шпонки 21</p> <p>Вспомогательные- прокладки 2,3; болты 5,6; винты 7,8; гайка9; опора 12; шайба17; штифты 22 и 23</p>
Тип производства	Метод сборки
Серийное	Стационарная с пригонкой по месту

# Схема сборочных элементов изделия

Схема сборочных элементов изделия





## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14**

**Продолжительность занятия:** 2 часа

**Тема занятия:** Проектирование участка механического цеха.

**Цель занятия:** Научиться проектировать участки механического цеха. Правильно располагать оборудование на участке. Выдерживать основные санитарные нормы расположения оборудования и рабочих мест.

### **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Технологический процесс обработки детали.
2. Технические нормы времени по операциям.
3. Темплеры станков
4. Годовая программа выпуска изделий.
5. Чертежные принадлежности.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Чернко Д.В., Хабаров Н.М. «Основы проектирования механосборочных цехов», М., Машиностроение, 1975 г.
3. Каталоги и прейскуранты металлорежущих станков
4. Справочник технолога машиностроителя/ Том 2 Под. редакцией А.Г.Косиловой, Р.К. Мещякова, М.: Машиностроение, 1986г.

### **ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ.**

Рациональное расположение оборудования на производственном участке как правило определяют объемом и организацией производства, характером изготавливаемых деталей и технологическим процессом. Она характеризуется наименьшими затратами труда на межоперационную транспортировку деталей с соблюдением требований техники безопасности и пожарной охраны, а так же эффективным использованием производственной площади.

Металлорежущие станки производственных участков могут быть расположены по признаку однородности обработки, т.е. по видам оборудования (токарные, фрезерные, шлифовальные, сверлильные и другие группы станков), и в порядке последовательности выполнения технологического процесса, т.е. по потоку. Расположение оборудования по одному из этих способов зависит от объема и организации производства.

По первому способу, характерному для единичного и мелкосерийного производства, а так же для изготовления отдельных деталей в серийном производстве, станки располагаются по признаку однородности обработки для большинства типовых деталей. Так в начале производственного процесса для обработки заготовок, имеющих форму тел вращения, обычно размещают токарные станки, а при обработке плоских заготовок- продольно- строгальные и продольно- фрезерные. При размещении станков исходят не только из осуществления прямоочности движения обрабатываемых заготовок, но и из эффективности использования подкрановых площадей и транспортировки стружки с черновых операций. Как правило, станки для отделочных операций располагают в конечной части участка, завершая процесс обработки на данном участке.

В средней части участка обычно располагают группы фрезерных, зубофрезерных и сверлильных станков, так как для большинства типовых деталей эти виды обработки являются промежуточными.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Определить количество станков по операциям и коэффициент загрузки оборудования.
2. Определить количество основных и вспомогательных рабочих
3. Построить график загрузки оборудования.
4. Определить площадь участка.
5. Разработать планировку участка цеха.

6.

### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

#### Исходные данные:

Деталь- круг

Масса-16 кг

Режим работы- двухсменный

Годовая программа-23500 шт.

Технологический процесс

№ п\п	Наименование операции	Оборудование	Тп.з., мин	Т шт, мин.	Разряд работы
1	Токарная	Токарно- винторезный Мод 16K20	26	7,33	3
2	Токарная	Токарно- винторезный Мод.16K20	20	5,81	3
3	Фрезерная	Вертикально- фрезерный Мод.6A12П	16	3,1	3
4	Фрезерная	Вертикально- фрезерный Мод.6A12П	18	5,26	3

Определение количества станков и коэффициент загрузки оборудования

$$C_p = \frac{N_{\text{год}} \cdot T_{\text{шк}}}{F_d \cdot 60} \quad (1)$$

Где:  $N_{\text{год}}$  - годовая программа выпуска изделий, шт.

$T_{\text{шк}}$  - штучно-калькуляционное время, мин

$F_d$  - действительный годовой фонд времени работы оборудования

= 4015 час

$$T_{\text{ш-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}/n_{\text{зан}} \quad (2)$$

$$n_{\text{зан}} = (N \cdot t)/\Phi \quad (3)$$



Где  $t$  – количество дней, на которых надо иметь запас деталей,

$t = 5$  дней

$\Phi$ -количество рабочих дней в году,  $\Phi=260$  дней

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:

$$K_z = C_p / C_{пр} \quad (4)$$

Где  $C_p$  – расчетное количество оборудования

$C_{пр}$  - принятое количество оборудования

Расчетные данные заносим в таблицу:

Наименование операции	Т шт. кол. мин	Количество оборудования		Коэффициент загрузки
		Расчетное	Принятое	
Токарная 16К20	7,35	0,7	1	0,7
Токарная 16К20	5,83	0,63	1	0,63
Фрезерная 6А12П	3,11	0,6	1	0,6
Фрезерная 6А12П	5,28	0,6	1	0,6

Определение количества основных и вспомогательных рабочих

Основные рабочие:  $P = Q / F_d$  (5)

Где :  $Q$  - трудоемкость программы в нормо- часах

$$Q = N \cdot T_{шт} (\text{час}) / K_H \quad (6)$$

$K_H = 1$

$F_d$  - действительный годовой фонд времени работы рабочих

$F_d = 1860$  часов

Или количество рабочих мест и количество смен

Вспомогательные рабочие принимаются в процентах от количества основных рабочих.

Серийное производство- 15%

Массовое производство- 50%

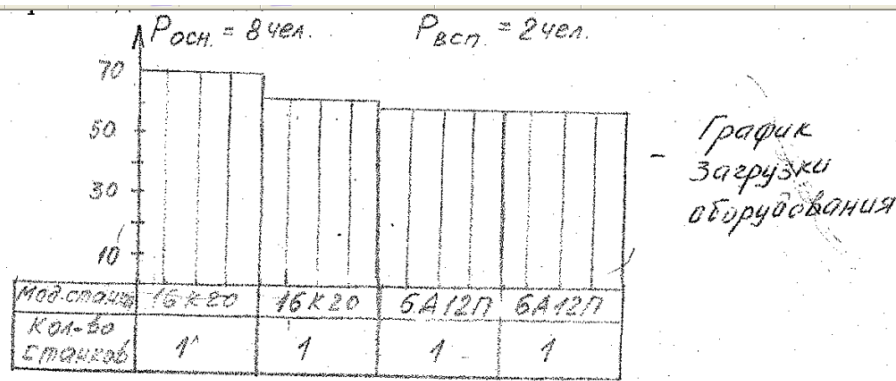
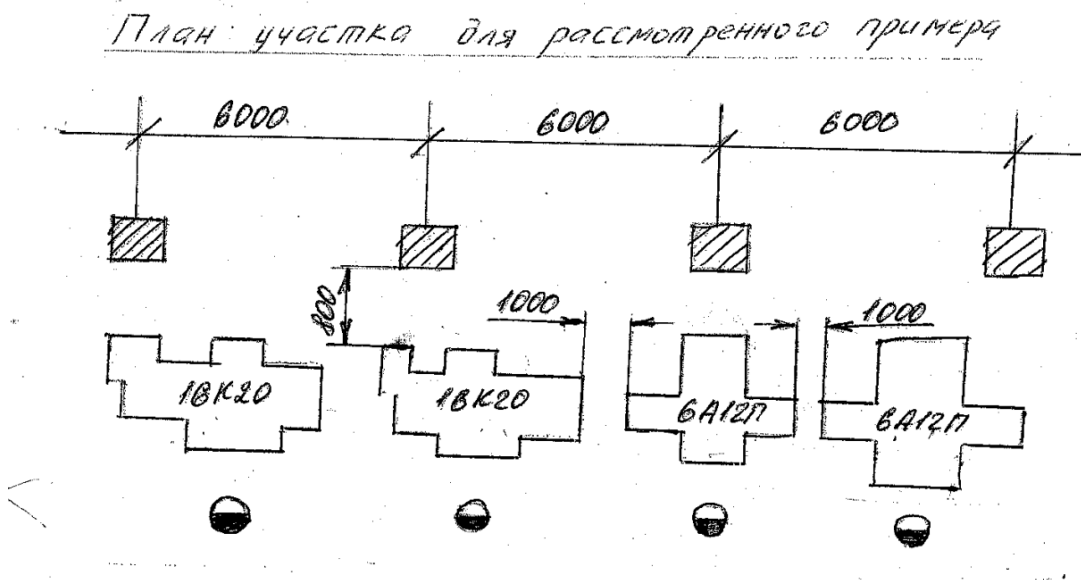


График загрузки оборудования.



План участка для рассмотренного примера.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как располагается оборудование в единичном производстве?
2. Как располагается оборудование в массовом производстве?
3. Какое оборудование применяется в массовом производстве?
4. Что такое такт выпуска изделий? Формула для определения такта.
5. В каких случаях производится догрузка оборудования?

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Закончить оформление отчета по практическому занятию

## 2. Подготовиться к сдаче отчета по практическому занятию

### **СХЕМА ОТЧЕТА**

Тема и цель занятия

Исходные данные

Расчет оборудования

Расчет коэффициента загрузки оборудования

Расчет основных и вспомогательных рабочих

Определение производственной площади

Построить график загрузки оборудования

Составить план участка оборудования с указанием основных размеров расположения оборудования.

Ответы на контрольные вопросы

Выводы и предложения

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

### ВАРИАНТ 1

Деталь- шестерня

Тип производства- серийный

Режим работы- двухсменный

Годовая программа-20500 шт.

Технологический процесс

№ п\п	Наименование операции	Оборудование	Тп.з., мин	Т шт, мин.	Разряд работы
1	Автоматно- токарная	Токарно-        вертик. Полуавтомат 12846	19	2,9	4
2	Горизонтально- протяжная	Горизонтально- протяжной 7А510	16	0,57	3
3	Токарно- винторезная	Токарно-  винторезный 16К20	12	3,1	4
4	зуборезная	Зубофрезерный 5Е32	25	18,6	4
5	зубошевенговальная	Зубошевенговальный БА714	32	13,5	4
6	Токарно- винторезная	Токарно-  винторезный 16К20	14	3,1	4

## ВАРИАНТ 2

Деталь- поводок

Тип производства- серийный

Режим работы- двухсменный

Годовая программа-26000 шт.

Технологический процесс

№ п\п	Наименование операции	Оборудование	Тп.з., мин	Т шт, мин.	Разряд работы
1	Токарная	Токарно-винторезный 16K20	27	8,42	3
2	Токарная	Токарно-винторезный 16K20	18	2,23	3
3	Токарная	Токарно-винторезный 16K20	16	2,4	3
4	Расточная	Координатно-расточной 26K20	28	21,6	3
5	Токарная	Токарно-винторезный 16K20	18	2,39	3
6	Токарная	Токарно-винторезный 16K20	16	4,21	3
7	Шлифовальная	Круглошлифовальный 3Б161	12	3,48	4
8	Токарная	Токарно-винторезный 16K20	28	11,8	3

### ВАРИАНТ 3

Деталь- ротор ведущий

Тип производства- серийный

Режим работы- двухсменный

Годовая программа-28000 шт.

Технологический процесс

№ п\п	Наименование операции	Оборудование	Тп.з., мин	Т шт, мин.	Разряд работы
1	Фрезерно- центровальная	Фрезерно-центр. МР-73	22	1,5	3
2	Токарно- винторезная	Токарно- винторезный 16К20	18	6,8	3
3	Зубофрезерная	Зубофрезерные 5Е32	21	6	4
4	Притирочная	Притирочный для центров 3922	18	1,2	3
5	Торцешлифовальная	Торцешлифовальный 3Т161	18	9,2	4
6	Зубошевинговальная	Зубошевинговальный 5В833	25	11,3	4
7	Шпоночно- фрезерная	Шпоночно- фрезерный 692А	14	4,5	3
8	Сверлильная	Сверлильный 2Н112	12	2,5	3
9	Торцешлифовальная	Торцешлифовальный 3Т161	33	9,8	5
10	Суперфинишная	Суперфинишный 3870Б	17	3,5	5

#### ВАРИАНТ 4

Деталь- корпус

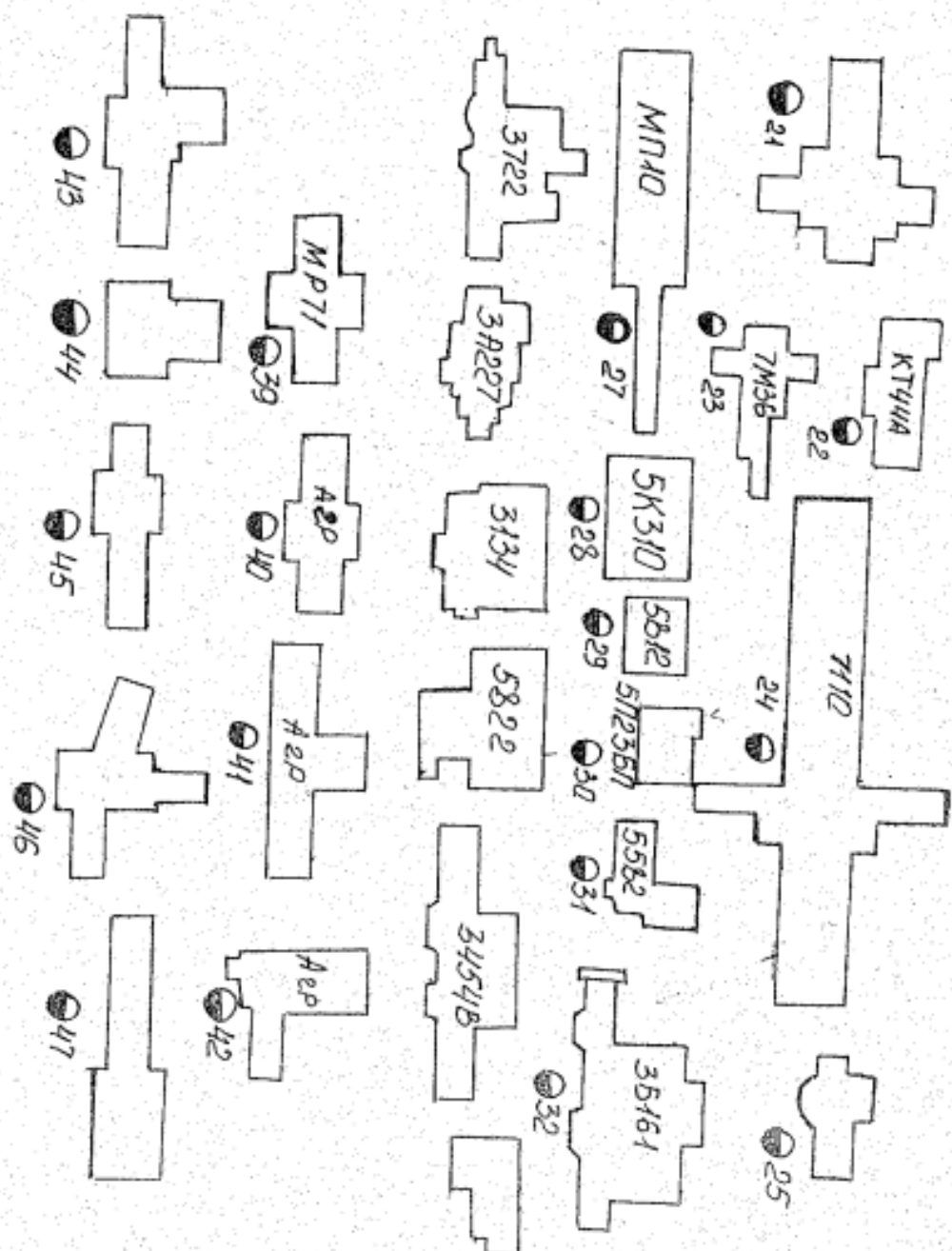
Тип производства- серийный

Режим работы- двухсменный

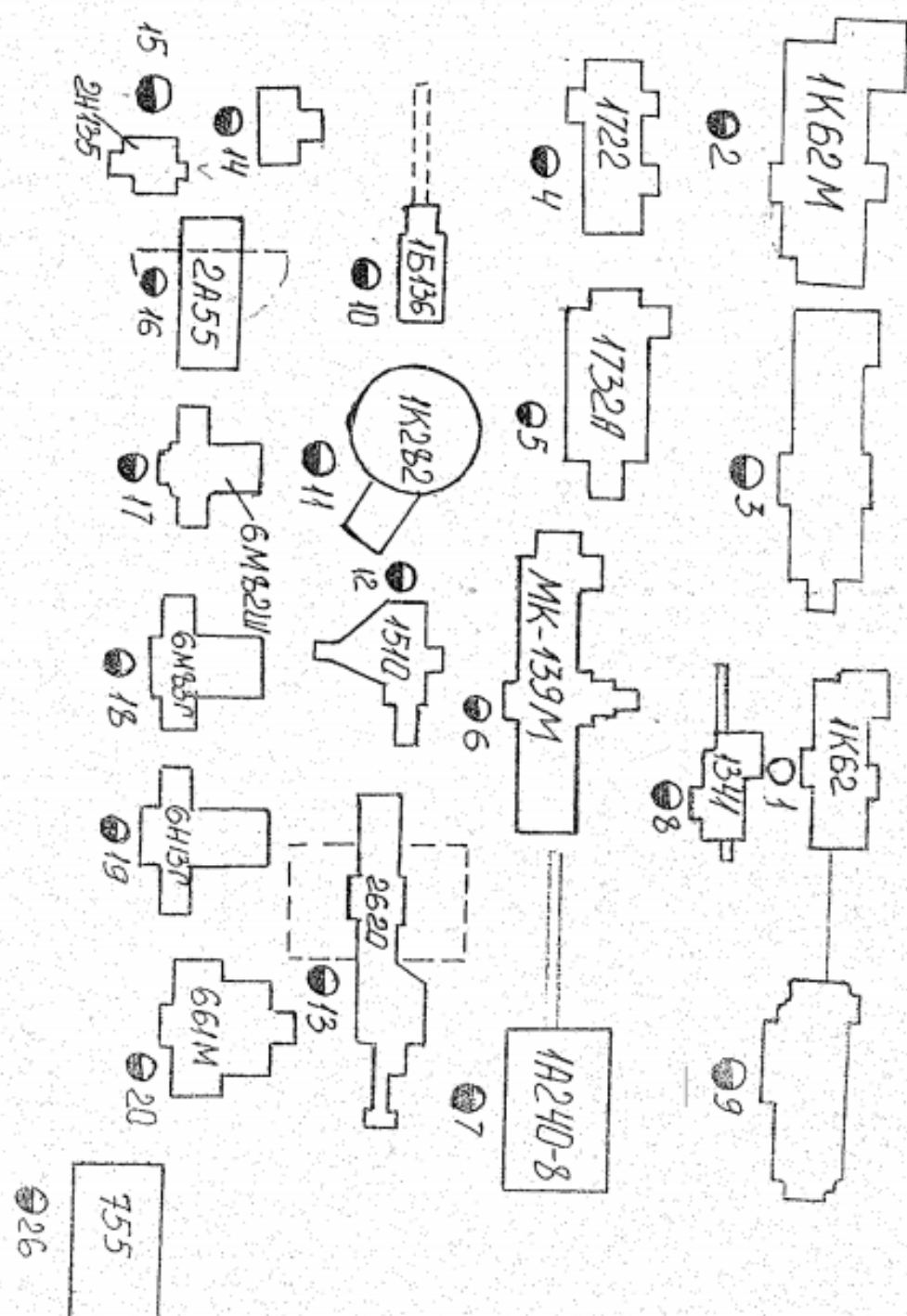
Годовая программа-2700 шт.

Технологический процесс

№ п\п	Наименование операции	Оборудование	Тп.з., мин	Т шт, мин.	Разряд работы
1	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	25	8,7	3
2	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	23	6,9	3
3	Расточная	Координатно- расточн. B450A	18	0,81	3
4	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	20	3,86	3
5	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	22	11,89	3
6	Фрезерная	Вертикально- фрезерный 6П13П	18	7,88	3
7	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	18	4,61	3
8	Сверлильная	Радиально- сверлильный 2Н55	11	0,89	3







## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

**Тема: Проектирование операции, выполняемой на токарном станке с ЧПУ.**

**Продолжительность занятия: 2 часа**

**Цель занятия:** Приобретение навыков в разработке и составлении технологического маршрута токарной обработки детали «Вал» и в определении режимов резания для токарного станка с ЧПУ. Ознакомиться с принципами работы и наладкой токарного станка с ЧПУ модели 16K20Ф3С5

### **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Проработанный чертеж детали «Вал» с простановкой размеров от одной базы.
2. Исходные данные по заготовке, материалу, креплению заготовки.
3. Техническая характеристика станка модели 16K20Ф3С5
4. Нормативно- справочная литература
5. Чертежные принадлежности
6. Микрокалькуляторы.

**Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к практическому занятию №1.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Пестов С.П. Проектирование технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ: Учебное пособие. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. — 66 с.
3. Аверченков В.И. «Проектирование технологических процессов обработки на станках с ЧПУ» : учеб. пособие/ В. И. Аверченков. - Брянск: Изд-во БИТМ, 1984. - 84 с.
4. Нормативы режимов резания при работе на станках с ЧПУ, 1985, часть 1

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Рассмотреть чертеж (эскиз) детали, проанализировать конструкцию детали и тип производства. Установить вид и способ получения заготовки, её размеры, определить припуски под обработку.

2. Обосновать выбор токарной обработки с использованием станка с ЧПУ и технологических баз.
3. Изучить по справочникам и по рассматриваемому примеру схемы наладок на обработку валов на токарных станках с ЧПУ
4. Выбрать оборудование, технологическую оснастку, режущий, контрольно- измерительный и вспомогательный инструмент.
5. Разработать содержание операции токарной с ЧПУ.
6. Выполнить схему наладки токарного станка с ЧПУ на разрабатываемую технологическую операцию.
7. Определить режимы резания по каждому из переходов, с расчётом основного технологического времени по переходам и в целом на всю операцию.
8. Заполнить маршрутную, операционно- технологическую карты и карту эскизов на разработанную операцию токарную с ЧПУ.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Заготовки применяемые для токарных станков с ЧПУ
2. Системы координат для токарного станка с ЧПУ
3. Приспособления для крепления заготовок.
4. Особенности конструкции резцов для токарных станков с ЧПУ.
5. Технологические особенности токарной обработки на станках с ЧПУ
6. Типовые схемы троекторий инструмента.
7. Особенности выбора режима резания при токарной обработке на станках с ЧПУ
8. Типовые схемы троекторий инструмента.
9. Особенности выбора режима резания при токарной обработке на станках с ЧПУ.

### **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ**

1. Закончить оформление отчета по лабораторной работе
2. Подготовиться к сдаче отчета по данному практическому занятию.
3. Проработать повторно тему: «Токарная обработка на станках с ЧПУ»

### **СХЕМА ОТЧЕТА**

**Тема:** Проектирование операции, выполняемой на токарном станке с ЧПУ.

**Цель занятия:** Приобретение навыков в разработке и составлении технологического маршрута токарной обработки детали «Вал» и в

определении режимов резания для токарного станка с ЧПУ. Ознакомиться с принципами работы и наладкой токарного станка с ЧПУ модели 16K20Ф3С5

## **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Проработанный чертеж детали «Вал» с простановкой размеров от одной базы.
2. Исходные данные по заготовке, материалу, креплению заготовки
3. Техническая характеристика станка модели 16K20Ф3С5
4. Нормативно- справочная литература
5. Чертежные принадлежности
6. Микрокалькуляторы.

**ВЫПОЛНЕНИЕ ПУНКТОВ ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ  
СОГЛАСНО ПОРЯДКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.**

## **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №1**

### **Исходные данные:**

Обрабатываемая деталь- «Валик резьбовой» (переработанный чертеж с простановкой размеров от данной базы, дан на рисунке). Материал – сталь 45,  $G \leq 75 \text{ кгс/мм}$ . Заготовка – прокат  $\varnothing 70 \text{ мм}$  обычной точности,  $l = 115 \text{ мм}$ . Припуск на подрезание торца  $h = 3 \text{ мм}$ . Станок модели 16K20Ф3С5.

Крепление заготовки в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне с упором в уступ расточенных кулачков.

Назначаем технологический маршрут токарной обработки.

### **ПЕРЕХОДЫ:**

1. Установить, закрепить и снять заготовку.
2. Подрезать торец начерно в размер 113 мм. Для переходов 2 и 4 резец (вставка) проходной упорный трехгранный с пластинкой T5 K10 AP-714
3. Подрезать торец начисто в размер 112 мм и обточить фаску 2x45. Для переходов 3 и 5 резец (вставка) контурный упорный с параллелограмной пластинкой T15 K6

4. Точить по верху  $\varnothing 24$ , конус с  $\varnothing 30$  на  $\varnothing 40$ .  $\varnothing 40$  и радиусные переходы начерно с оставлением припуска на чистовую обработку.
5. Точить по верху  $\varnothing 24$ , конус с  $\varnothing 30$  на  $\varnothing 40$ .  $\varnothing 40_{-0,1}$  и радиусные переходы начисто.
6. Протачить канавку шириной  $v = 3$  мм до 22 мм в размер 80 мм от левого торца. Резец (вставка) прорезной Т15К6,  $v = 3$  мм.
7. Нарезать резьбу М24х1,5 на длину 29 мм. Резец (вставка) резьбовой Т15 К6 АР-704.

$$70 - 24 = 46 \text{ мм} : 2 = 23 \text{ мм}$$

$$\text{черн.} \begin{cases} 5 \text{ уч} \times 4 \text{ мм} = 20 \text{ мм} \\ 1 \text{ уч.} \times 2 \text{ мм} = 2 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\text{чист.} \begin{cases} 1 \text{ уч.} \times 1 \text{ мм} = 1 \text{ мм} \end{cases}$$

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТАБЛИЧНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ.

### 1. Определение глубины резания, мм.

– при подрезке торца:  $t = h$ , мм

- при точении цилиндрических поверхностей : ,  $t = \frac{D-d}{2}$  мм

Где

$D$  – диаметр заготовки, мм

$d$  - диаметр детали, мм

### 2. Определение подачи на оборот заготовки мм/ об.

$$S_o = S_i \cdot K_s \quad (1)$$

где  $S_o$  – табличное значение подачи, мм/об [Л4 с.5 карта 21]

[Л4 с 18 карта 30]

$K_s$  - поправочные коэффициенты на подачу[ Л4 с 6 карта 21]

[ Л4 с.19 карта 30]

Определение скорости резания, м\мин

$$V_p = V_i \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (2)$$

$V_i$  - табличное значение скорости резвния, м/мин [ Л4, с.22 карта 32]

$K_v$  - поправочные коэффициенты на скорость резания [ Л4 с. 23 карта 32]

Определение частоты вращения шпинделя,  $n$ , мин-1

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D}, \text{ мин}^{-1} \quad (3)$$

Корректировка расчетной частоты вращения шпиндкля по паспорту станка:  $n_p \rightarrow n_\partial$ , т.е. определение действительной частоты вращения шпинделя.

Определение действительной скорости резания,  $V_s$  м\Мин.

$$V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\partial}{1000} =, \text{ мм/мин} \quad (4)$$

Определение скорости подачи,  $V_s$  мм/ мин

$$V_s = S_\partial \cdot n_\partial, \text{ м\мин} \quad (5)$$

Проверка установленных режимов резания

$$N_p \leq N_{\text{шп}}$$

$N_p$  - мощность резания, кВт [ Л4 с. 24 карта 33]

$N_{\text{шп}}$  - мощность шпинделя, кВт

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{эд}} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (7)$$

$N_{\text{эд}}$  - мощность электродвигателя токарного станка с ЧПУ мод. 16K20Ф3С5;  $N_{\text{эд}} = 11 \text{ кВт}$

$$\eta - \text{к.п.д. станка} (= 0,85)$$

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт}$$

Определение основного технологического времени на переходы токарной операции с ЧПУ

$$T_{\text{оп}} = \frac{L}{V_s} \cdot i =, \text{ мин} \quad (8)$$

Где  $L$  - путь прохода инструмента, мм

$$L = y + l + \Delta, \text{ мм}$$

Где  $y + \Delta$  – врезание и перебег инструмента, мм

$$y + \Delta = 5..6 \text{ мм}$$

$l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм

$i$  - количество проходов

**Определяем режимы резания по всем переходам операции токарной с ЧПУ**

**Переход 2 Подрезать торец начерно в размер 113 мм**

1.  $t = 2 \text{ мм}$
2.  $S_o = S_1 \cdot k_s = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,53 \text{ мм/об}$
3.  $V_p = V_1 \cdot k_v = 82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 = 123 \text{ м/мин}$
4. 
$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 123}{3.14 \cdot 70} = 560 \text{ мин}^{-1}$$
5.  $n_p \rightarrow n_{\partial}$  (по паспорту станка  $n_{\partial} = 500 \text{ мин}^{-1}$ )
6.  $V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 70 \cdot 500}{1000} = 110 \text{ м/мин}$
7.  $V_s = S_{\partial} \cdot n_{\partial} = 0,53 \cdot 500 = 265 \text{ мм/мин}$
8.  $N_p = 4,9 \text{ кВт}$ ,  $N_{шп} = 9,35 \text{ кВт}$ , т.е  $N_p \leq N_{шп}$  режимы резания оптимальны
9.  $T_{оп} = \frac{L}{V_s} \cdot i = \frac{40}{265} \cdot 1 = 0,15 \text{ мин.}$

**Переход 3 Подрезать торец начисто в размер 112 мм**

1.  $t = 1 \text{ мм}$
2.  $S_o = S_1 \cdot k_s = 0,41 \cdot 1 = 0,41 \text{ мм/об}$
3.  $V_p = V_1 \cdot k_v = 94 \cdot 1 \cdot 1,54 \cdot 1,25 \cdot 1,2 = 217 \text{ м/мин}$
4. 
$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 217}{3.14 \cdot 70} = 987 \text{ мин}^{-1}$$
5.  $n_p \rightarrow n_{\partial}$  (по паспорту станка  $n_{\partial} = 800 \text{ мин}^{-1}$ )
6.  $V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 70 \cdot 800}{1000} = 176 \text{ м/мин}$
7.  $V_s = S_{\partial} \cdot n_{\partial} = 0,47 \cdot 800 = 376 \text{ мм/мин}$
8.  $N_p = 5,8 \text{ кВт}$  т.е  $N_p \leq N_{шп}$  режимы резания оптимальны

$$9. T_{\text{оп}} = \frac{L}{V_s} \cdot i = \frac{40}{376} \cdot 1 = 0,11 \text{ мин.}$$

**Переход 4** Точить поверху  $\varnothing 24$ , конус  $\varnothing 30$  на  $\varnothing 40$  и радиусные переходы начисто с оставлением припуска на чистовую обработку.

1.  $t = 4 \text{ мм (} i = 5 \text{)}$
2.  $S_o = S_1 \cdot k_s = 0,65 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,46 \text{ мм/об}$
3.  $V_p = V_1 \cdot k_v = 77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 96 \text{ м/мин}$
4.  $n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 96}{3,14 \cdot 70} = 437 \text{ мин}^{-1}$
5.  $n_p \rightarrow n_{\partial}$  (по паспорту станка  $n_{\partial} = 400 \text{ мин}^{-1}$ )
6.  $V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 400}{1000} = 88 \text{ м/мин}$
7.  $V_s = S_{\partial} \cdot n_{\partial} = 0,46 \cdot 400 = 184 \text{ мм/мин}$
8.  $N_p = 4,9 \text{ кВт}$  т.е  $N_p \leq N_{\text{шп}}$  режимы резания оптимальны
9.  $T_{\text{оп}} = \frac{L}{V_s} \cdot i = \frac{68}{184} \cdot 5 = 1,85 \text{ мин.}$

1.  $t = 2 \text{ мм (} i = 1 \text{)}$
2.  $S_o = S_1 \cdot k_s = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,53 \text{ мм/об}$
3.  $V_p = V_1 \cdot k_v = 82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 102,5 \text{ м/мин}$
4.  $n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 102,5}{3,14 \cdot 70} = 466 \text{ мин}^{-1}$
5.  $n_p \rightarrow n_{\partial}$  (по паспорту станка  $n_{\partial} = 400 \text{ мин}^{-1}$ )
6.  $V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 400}{1000} = 88 \text{ м/мин}$
7.  $V_s = S_{\partial} \cdot n_{\partial} = 0,53 \cdot 400 = 212 \text{ мм/мин}$
8.  $N_p = 4,1 \text{ кВт}$  т.е  $N_p \leq N_{\text{шп}}$  режимы резания оптимальны
9.  $T_{\text{оп}} = \frac{L}{V_s} \cdot i = \frac{98}{212} \cdot 1 = 0,46 \text{ мин.}$

**Переход 5** Точить поверху , конус 30 на 40-0,1 и радиусные переходы начисто

1.  $t = 1 \text{ мм}$
2.  $S_o = S_1 \cdot k_s = 0,47 \cdot 1 = 0,47 \text{ мм/об}$
3.  $V_p = V_1 \cdot k_v = 94 \cdot 1 \cdot 1,54 \cdot 1,25 = 181 \text{ м/мин}$
4.  $n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 70} = 823 \text{ мин}^{-1}$
5.  $n_p \rightarrow n_{\partial}$  (по паспорту станка  $n_{\partial} = 800 \text{ мин}^{-1}$ )
6.  $V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 800}{1000} = 176 \text{ м/мин}$



7.  $V_s = S_{\partial} \cdot n_{\partial} = 0,47 \cdot 800 = 376 \text{ мм/мин}$
8.  $N_p = 5,8 \text{ кВт}$  т.е  $N_p \leq N_{\text{шп}}$  режимы резания оптимальны
9.  $T_{\text{оп}} = \frac{L}{V_s} \cdot i = \frac{98}{376} \cdot 1 = 0,26 \text{ мин.}$

**Переход 6** Проточить канавку шириной =3 мм до 22мм в р-р 80 мм от левого торца

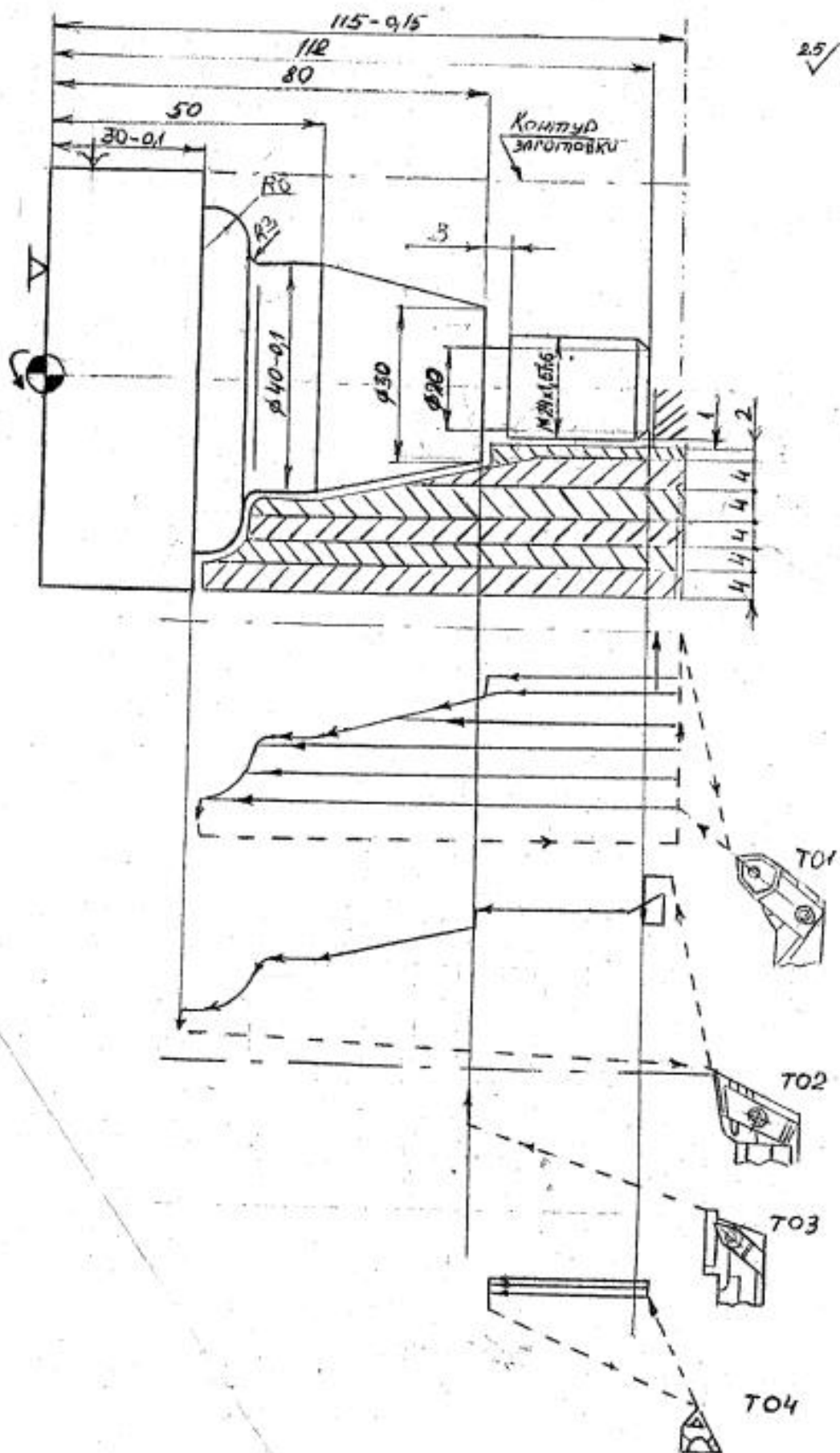
1.  $t = 3 \text{ мм}$
2.  $S_o = S_1 \cdot k_s = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,085 \text{ мм/об}$  [ Л4, с.17 карта 29]
3.  $V_p = V_1 \cdot k_v = 121 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 153 \text{ м/мин}$  [ Л4, с.64 карта 50]
4.  $n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 153}{3,14 \cdot 24} = 2030 \text{ мин}^{-1}$
5.  $n_p \rightarrow n_{\partial}$  (по паспорту станка  $n_{\partial} = 1400 \text{ мин}^{-1}$ )
6.  $V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 1400}{1000} = 105,5 \text{ м/мин}$
7.  $V_s = S_{\partial} \cdot n_{\partial} = 0,53 \cdot 1400 = 119 \text{ мм/мин}$
8.  $N_p = 2,9 \text{ кВт}$  т.е  $N_p \leq N_{\text{шп}}$  режимы резания оптимальны
9.  $T_{\text{оп}} = \frac{L}{V_s} \cdot i = \frac{4}{119} \cdot 1 = 0,03 \text{ мин.}$

**Переход 7** Нарезать резьбу М24х 1,5 на длине = 29 мм

1.  $S_o = P = 1,5 \text{ мм/об}$
2.  $V_p = 118 \text{ м/мин}$
3.  $n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 24} = 1566 \text{ мин}^{-1}$
4.  $n_p \rightarrow n_{\partial}$  (по паспорту станка  $n_{\partial} = 1400 \text{ мин}^{-1}$ )
5.  $V_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 1400}{1000} = 105,5 \text{ м/мин}$
6.  $V_s = S_{\partial} \cdot n_{\partial} = 1,5 \cdot 1400 = 2100 \text{ мм/мин}$
7.  $N_p = 2,9 \text{ кВт}$  т.е  $N_p \leq N_{\text{шп}}$  режимы резания оптимальны
8.  $T_{\text{оп}} = \frac{L}{V_s} \cdot i = \frac{35}{2100} \cdot 4 = 0,07 \text{ мин.}$

**Определить суммарное технологическое время на операцию**

$$T_o = \sum T_{o2} - 7 = 0,15 + 0,11 + 1,85 + 0,46 + 0,26 + 0,03 + 0,07 = 2,93 \text{ мин}$$



25/ (✓)

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

**Продолжительность работы: 2 часа**

**Тема: Проектирование операции, выполняемой на сверлильном станке с ЧПУ**

**Цель работы:** Ознакомиться с особенностями нормирования и получения практических навыков при расчете норм времени на операцию сверлильную с ЧПУ.

**Материальное и документационное обеспечение:**

1. Инструкция по выполнению работы
2. Эскиз детали
3. Паспортные данные сверлильного станка с ЧПУ модели 2P135Ф2.
4. Калькулятор.

### **УКАЗАНИЯ НА ТОТ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ, КОТОРЫЙ ДОЛЖЕН БЫТЬ ПРОРАБОТАН ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.

2. Силантьева Н.А. «Техническое нормирование труда в машиностроении», М., 1986г.

3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ , ч. 1 Экономика, 1990 г.

## **ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

**Исходные данные:**

Деталь: \_\_\_\_\_

Вид заготовки: \_\_\_\_\_

Материал заготовки: \_\_\_\_\_ГОСТ\_\_\_\_\_

Масса заготовки  $m_z =$  \_\_\_\_\_ кг

Способ установки и закрепления заготовки: \_\_\_\_\_

Число деталей в партии :  $n_d = 100$  шт.

Общее количество переходов операции  $N =$  \_\_\_\_\_

Основное технологическое время на операцию сверлильную с ЧПУ.

$T_o =$  \_\_\_\_\_ мин

### **1. Определение машинно- вспомогательного времени на операцию сверлильную с ЧПУ:**

$$T_{MB} = T_{MB1} + T_{MB2} + T_{MB3}, \text{ мин} \quad (1)$$

Где

$T_{MB1}$ - время на одновременное ускорение перемещение рабочих органов станка по осям x и y; мин.

$T_{MB2}$ - время на подвод инструмента в зону резания по оси z, мин.

$T_{MB3}$ - время установочное, мин.

$$T_{MB1} = 0,03 * (n+1) + \dots, \text{ мин} \quad (2)$$

Где n- количество переходов, выполняемых одним инструментом

$$T_{MB2} = 0,03 * n + \dots, \text{ мин} \quad (3)$$

$$T_{MB3} = 0,1 * N, \text{ мин} \quad (4)$$

Где N- общее количество переходов операции.

### **2. Определение времени цикла автоматической работы станка по программе:**

$$T_{ца} = T_o + T_{MB}, \text{ мин} \quad (5)$$

Где  $T_o$ - основное технологическое время на сверлильную операцию с ЧПУ, мин

### **3. Определение возможности многостаночного обслуживания:**

$$S_M = \left( \frac{T_{ца}}{T_{ву} + 1} + 1 \right) * K_{дз}, \text{ ст} \quad (6)$$

Где

$T_{ву}$  – вспомогательное время на установку и закрепление заготовки, мин [4.2 карта 13 с.76...78]

$K_{дз}$  - коэффициент нормальной занятости. Для серийного производства  $K_{дз} = 0,85$

Принимаем  $S_m \leq 3$  станка.

#### **4. Определение вспомогательного времени. На перекрываемого временем автоматической работы станка:**

$$T_v = T_{vu} + T_{vop} + T_{vизм}, \text{ мин} \quad (7)$$

Где

$T_{vu}$ - вспомогательное время на установку и закрепление заготовки , мин.

[4.2, карта 13, с 76...78]

$T_{vop}$  – вспомогательное время связанное с операцией, мин [4.2, карта 14 с. 79]

$T_{vизм}$ - вспомогательное время , с контрольными измерениями [4.2 карта 15 с 84...89]

$$T_{vизм} = T_{изм} * i, \text{ мин} \quad (8)$$

Где  $i$ - количество отверстий одинаковой группы.

#### **5. Определение штучного времени**

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_v + K_v) * \left(1 + \frac{a_{орг} + a_{тех} + a_{отл}}{100}\right), \text{ мин} \quad (9)$$

Где

$K_v$  - коэффициент вспомогательного времени  $K_v = 1$

$a_{орг.}$ , - % от оперативного времени соответственно на организационное , технологическое обслуживание рабочего места и на отдых личные надобности исполнителя.

$a_{орг}$ ,  $a_{гсх}$ - [ 4.2, карта 17, с. 91]

$a_{отл}$ - [4.2.к карта 18 , с. 93]

## 6.Определение подготовительно- заключительного времени:

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пз3} \quad (10)$$

Где

$T_{пз1}$ - время на организационную подготовку, мин

$T_{пз2}$  – время на наладку станка, приспособлений, инструмента и ПУ; мин  
[ 4.2, карта 24, с100]

$T_{пз3} = T_{шт}$ - время на пробную обработку детали, мин

## 7. Определение штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_d}, \text{ мин} \quad (11)$$

Где

$n_d$  – число деталей в партии;  $n_d = 100$  штук

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1.Особенности применяемых приспособлений для крепления заготовок на сверлильных станках с ЧПУ

2. Особенности применяемых режущих инструментов, применяемых на сверлильных станках с ЧПУ

3. Какие два варианта последовательности переходов сверлильной операции вы знаете?

4. Каково основное назначение предварительного центрирования отверстий сверлильной операции с ЧПУ.

5. Какие отверстия (меньшего или боольшего диаметра)обрабатывают в первую очередь?

6.Какие много переходные технологические переходы вы знаете?

7. Пути повышения производительности труда и стойкости инструментов при работе на сверлильном станке с ЧПУ.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

**Продолжительность занятия :2 часа**

**Тема: Проектирование зубофрезерной операции**

**Цель занятия:** Ознакомиться с методикой проектирования зубофрезерной операции и с порядком оформления операционно- технологической карты механической обработки.

### **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ :**

1. Данные о детали или рабочий чертеж обрабатываемой детали.
2. Данные о заготовке(вид, способ получения, масса) или чертеж заготовки.
3. Маршрутный технологический процесс обработки заданной детали
4. Данные о характере операции (черновая, чистовая, шероховатость, степень точности, тип производства и размер партии обрабатываемых деталей).
5. Паспорта и каталоги зубообрабатывающих станков.
6. Стандарты на режущий, контрольно- измерительный, вспомогательный инструмент и станочные приспособления.
7. Бланк операционно- технологической карты на механическую обработку детали.
8. Измерительные инструменты- (назначаются по указанию руководителя).
9. Чертежные принадлежности- линейка, треугольник, циркуль и д.р.

### **УКАЗАНИЯ НА ТОТ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ, КОТОРЫЙ ДОЛЖЕН БЫТЬ ПРОРАБОТАН ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3.**

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2018. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Под редакцией Г.А.Монахова. М. «Машиностроение» 1974 г.
3. Справочник технолога- машиностроителя. Т.1 изд. 3-е переработанное под ред. Г.А.Косилово, Р.К.Миерякова. М. «Машиностроение»1972
4. Справочник технолога- машиностроителя, т.2 изд.3 переработанное под ред. А.Н. Малова, М., 1972.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технологического нормирования работ на металло режущих станках. Зуборезные, горизонтально- расточные, резьбонакатные и отрезные станки, М.,1974.

6. Общемашиностроительные нормативы времени (Для данного типа производства).

7. В.В.Данилевский. Технология машиностроения, М.,»Высшая школа», 1977

## **ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕМЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.**

Выбор метода обработки зубчатых колес находится в непосредственной зависимости от установленной нормы точности различных их элементов, а так же от основных требований к передачам в процессе эксплуатации.

Зубчатые колеса обрабатывают на разнообразных зубообрабатывающих станках. Зубья на колесах нарезают двумя способами: накатываем и обкаткой. Зубонарезание способом копирования можно исполнить: последовательным нарезанием каждого зуба колеса модульной дисковой или пальцевой фрезой на универсальном фрезерном станке, одновременно долблением всех зубьев колеса, одновременным протягиванием всех зубьев колеса, круговым протягиванием. Способ копирования применяется главным образом при изготовлении зубчатых колес невысокой точности.

Современным, точным и производительным способом изготовления зубчатых колес является нарезание зубьев по способу обкатки червячной фрезой, круглым долбяком, грибенкой, зубострогальными резцами, резцовой головкой, накатыванием зубчатыми валиками.

Фрезерование зубьев цилиндрических колес и реек дисковыми и пальцевыми модульными фрезами представляет собой разновидность фасонного фрезерования. Такой способ применяют в единичном и мелкосерийном производстве. В современном машиностроении применяют зубодолбежные станки, производительность которых значительно выше, чем при нарезании зубьев на фрезерных станках. Фрезерование зубьев



цилиндрических колес червячными фрезами наиболее широко применяются в промышленности.

На зубофрезерных станках можно производить нарезание зубьев попутным и встречным фрезерованием; при этом попутное фрезерование эффективнее, т.к. оно обеспечивает более благоприятные условия стружкообразования, меньшие колебания сил резания, меньшие вибрации при резании, что повышает стойкость инструмента и качество обрабатываемой поверхности.

Червячными фрезами нарезают как прямые, так и косые зубья цилиндрических колес. Для обработки конических зубчатых колес применяют зубострогальные станки, работающие по методу обкатки одновременно двумя резцами.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Разработать операцию по обработке зубьев заданной детали с заполнением операционно- технологической карты.
2. Изучить исходные данные о детали, заготовке, характере операции и внести их в операционно- технологическую карту.
3. Дать краткое обоснование метода обработки зубьев заданной детали. Сформулировать наименование операции и установить её содержание (количество установок, переходов, проходов);
4. Записать в операционно- технологическую карту.
5. Выбрать оборудование, технологическую оснастку, режущий инструмент и дать краткое обоснование их выбора. При выборе станка необходимо обратить внимание на точность обработки зубьев заданной детали и точность, которую может обеспечить выбранный станок, а так же минимальные и максимальные размеры и модуль зубьев заданной детали. Установка и закрепление детали на станке производится, выбор которого зависит от базировочных поверхностей обрабатываемой детали. Если установка

детали производится по отверстию, то в качестве приспособления необходимо выбрать жесткую и разжимную оправку с пневмо- или гидроприводом (в зависимости от конструкции станка). При установке детали в центрах приспособлением могут служить центры с поводковым устройством. Выбор режущего инструмента зависит от степени точности зубьев обрабатываемой детали и величины модуля. Вспомогательный инструмент выбирается в зависимости от посадочного места станка и посадочного отверстия режущего инструмента. Измерительный инструмент выбирается в зависимости от контролируемых параметров зубчатого колеса.

6. Выполнить операционно-технологический эскиз на карте эскизов и схем в соответствии с требованиями ГОСТа 3.1104-88.

7. Выбрать режимы резания, операцию и занести их в операционно-технологическую карту.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Какие вы знаете методы обработки зубьев зубчатых колес?
2. Дайте технологическую характеристику обработки зубьев зубчатых колес на зубофрезерном станке.
3. Перечислите порядок назначения режимов резания на зубофрезерование.
4. Назовите основные требования к выполнению операционно-технологических эскизов.
5. Назовите основные требования к заполнению операционно-технологических карт.

## **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ**

1. Закончить оформление отчета к лабораторной работе.
2. Подготовиться к защите отчета по лабораторной работе.
3. Повторить теоретический материал, изученный на предыдущих уроках.

Таблица 1 – Исходные данные к лабораторной работе №3

№ вар.	Параметры колеса			Масса М, кг	Материал детали	Параметры фрезы		Число заходов
	m, мм	z	l, мм			Д, мм	L, мм	
1	4	30	25	2	Сталь 40 HB180	90	90	1
2	4	40	30	2,5	Сталь 50 HB200	90	90	2
3	6	50	30	3	Сталь 45HB180	112	112	2
4	6	60	40	4	Сталь 40 X HB 200	112	112	2
<b>СЕРЫЙ ЧУГУН</b>								
5	4	30	25	2	HB 200	90	90	1
6	4	40	30	2,5	HB 180	90	90	2
7	6	50	30	3	HB 200	112	112	1
8	6	60	40	4	HB 180	112	112	2

**Примечание:** Установка деталей на оправке с креплением гайкой и поджимом оправки центром. Число одновременно устанавливаемых деталей  $q = 5$  штук. Материал фрезы: сталь Р6М5.

**Схема отчета :** Заполнить форму отчета по этапам «Содержание и порядок выполнения работы». К отчету прикладывается операционно- технологическая карта с эскизом на рассматриваемую операцию.

### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №3

**Тема:** Проектирование зубофрезерной операции

**Цель занятия:** Ознакомиться с методикой проектирования зубофрезерной операции и с порядком оформления операционно- технологической карты механической обработки.

### Материальное обеспечение :

1. Данные о детали или рабочий чертеж обрабатываемой детали- вал шестерня.
2. Данные о заготовке(вид, способ получения, масса) или чертеж заготовки- чертеж заготовки.
3. Маршрутный технологический процесс обработки заданной детали- маршрутная технология КПТ 01 101.00030.
4. Данные о характере операции (черновая, чистовая, шероховатость, степень точности, тип производства и размер партии обрабатываемых деталей)- черновая обработка зубьев; шероховатость Ra5, 8-я степень точности; тип производства- серийное; размеры партии – 150 штук.
5. Паспорта и каталоги зубообрабатывающих станков.
6. Стандарты на режущий , контрольно- измерительный, вспомогательный инструмент и станочные приспособления.
7. Бланк операционно- технологической карты на механическую обработку детали.
8. Измерительные инструменты- (назначаются по указанию руководителя).
9. Чертежные принадлежности- линейка, треугольник, циркуль и д.р.

### ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

Наименование детали		Тип производства	Размер партии, шт
Вал – шестерня		Серийный	150
<b>Метод обработки зубьев и его краткое обоснование</b>	По технологическому процессу предусматривается обработка сырых зубьев 8- й степени точности. В серийном типе производства зубья могут быть получены зубофрезерованием, как наиболее производительным методом. С учетом точности обработки , качества поверхности и модуля		

		зубьев технологическим процессом предусматривается две зубофрезерные операции: черновая (4.4 карта 2); для данной разработки применяется черновая зубофрезерная операция	
<b>ВЫБОР И КРАТКОЕ ОБОСНОВАНИЕ</b>	<b>Оборудование</b>		Исходя из габаритов детали, модуля зубьев обрабатываемой детали и точности обработки на зубофрезерном станке мод. 5А326 выполнение черновой обработки зубьев возможна. Группа станка 3 (карта 1)4.4
	<b>Приспособления</b>		Поводковое с центрами, гидрофицированное (принадлежность станка)
	<b>ИНСТРУМЕНТА</b>	<b>Режущего</b>	В качестве режущего инструмента применяется червячная модульная фреза = 8, класс точности С, число заходов К=2, из быстрорежущей стали Р18, Ди= 140 мм, = 40 мм = 9 , = 50 по ГОСТ 9324-88.
		<b>Контрольно-измерительного</b>	Зубомер смещения НЦ- 1 АВ ГОСТ 4446-88
		<b>Вспомогательного</b>	Оправка для фрезы сØ посадочного отверстия 40 мм.

## ВЫБОР РЕЖИМА РЕЗАНИЯ И РАСЧЕТ НОРМЫ ВРЕМЕНИ .

Выбор режима резания [4.5]

1. По карте 1 в зависимости от мощности электродвигателя станка определяют группу станков. Станок 5А326 мощностью электродвигателя главного привода N= 7 кВт , относится к 3 группе станков.

2. Определяется величина подачи  $S_o$  мм/ об . Нормативная величина подачи  $S_o = 2$  мм/ об (карта 3) Поправочные коэффициенты на подачу для измененных условий работы в зависимости : - от механической характеристики станка  $K_{ms} = 1$

От угла наклона зуба  $K_{\beta s} = 0,75$

Тогда  $S_o = S_{o.n.} * K_{ms} * K_{\beta s} = 2,1 * 0,75 = 1,5$  мм/об

Корректируется подача по паспорту станка:

$S_o = 1,5$  мм/об

3. Определяется скорость резания  $V = 30$  м/мин

Мощность потребная на резание  $N$  рез (карта 4)

Нормативная мощность, потребная резание:  $N_{рез} = 1,2$  кВт

Поправочные коэффициенты на режимы резания для измененных условий работы в зависимости от:

- Механической характеристики стали  $K_{mv} = K_{mN} = 1$
- Количество осевых перемещений  $K_{wv} = K_{wN} = 1,1$
- Угла наклона зубьев колеса  $K_{\beta v} = K_{\beta N} = 1$
- Количества проходов  $K_v = K_N = 1$

Тогда

$V = V_N * K_{mv} * K_{wv} * K_{\beta v} * K_v = 30 * 1 * 1,1 * 1 * 1 = 33$  м/мин

$N = N_N * K_{mN} * K_{wN} * K_{\beta N} * K_N = 1,2 * 1 * 1 * 1 * 1 = 1,32$

4. По установленной скорости резания определяется число оборотов фрезы:

$n = (V * 1000) / (\pi * D_i) = (33 * 1000) / (3,14 * 140) = 72,8$  об/мин.

где  $D_i$  - наружный диаметр фрезы, мм.

5. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка и подбирается его ближайшее значение:

$n_p = 80$  об/мин.

Фактическая скорость резания равна:

$V_{ф} = (\pi * D_i * n_p) / 1000 = (3,14 * 140 * 80) / 1000 = 35$  м/мин.

6. Производится проверка выбранного режима по мощности.

Необходимая мощность на приводе станка:

$N_{пр} = N_{рез} / \eta$ , к Вт

Для зубофрезерного станка мод. 5А326  $\eta = 0,5$ , тогда:

$$N_{\text{пр}} = 1,2/0,5 = 2,4 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного движения станка 7 кВт. Из этого видно, что выбранный режим резания на зубофрезерном станке мод. 5А326 осуществим.

Определение основного технологического времени ( $T_o$ )

$$T_o = ((L + L_1) * z) / (n * S_o * k), \text{ мин.}$$

Где  $L$  – длина нарезаемого колеса, мм

$L_1$  – величина врезания и перебега фрезы, мм;

$z$  – число зубьев нарезаемого колеса;

$S_o$  – подача за один оборот нарезаемого колеса, мм/об

$n$  – число заходов фрезы, об/мин

$k$  – число заходов фрезы

$$\text{Тогда: } T_o = ((75 + 56) * 14) / (80 * 1,5 * 2) = 7,6 \text{ мин.}$$







---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**

---

15.02.08

## **ЖУРНАЛ**

лабораторных и практических работ

по дисциплине ОП.08 Технология машиностроения

**Группа О-20-ТМ-СПО**

**Обучающийся**

**Преподаватель**

**Оценка**

**Дата**

**Очное отделение**

**И.И.Иванов**

**Л.М.Курашова**

**Брянск, 2022**