



---

**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  
«30» апреля 2021г.

**Методические рекомендации**  
**по изучению учебной дисциплины**  
**ОП.07 Технология отрасли**

Специальность:	<b>15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник-механик
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование

Брянск 2021

**Методические рекомендации**  
**по изучению учебной дисциплины**  
**ОП.07. Технология отрасли (далее - МР)**  
для специальности *15.02.12 Монтаж , техническое обслуживание и ремонт*  
*промышленного оборудования (по отраслям)*

Разработал преподаватель ПК БГТУ

И.А. Тарусова

МР рассмотрен и одобрен на заседании предметно-цикловой комиссии «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования» ПК БГТУ

от «30» 04 2021г., протокол № 10

Председатель ПЦК

П.П. Антропов

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе

Т.Е. Балашова

© Тарусова И.А.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## **Практические занятия**

### **Практическое занятие №1**

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

**2. 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.

#### **3. Материальное обеспечение:**

3.1 Методические указания к практическому занятию №1.

3.2 Нормативно-справочная литература; ГОСТ 2.308-79.

3.2 Чертёжные принадлежности.

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

4.1 [Л1] Клепиков В.В. «Технология машиностроения», М.:Форум-Инфра,2004г.

4.2 [Л2] Данилевский В.В. «Технология машиностроения», М: Высшая школа,1984г.

4.3 [Л3] Гельфгат Ю.И. «Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения» М.: Высшая школа, 1986г.

#### **5. 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 качества.

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

#### **Определение точности формы поверхностей детали при обработке**

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

Т р е б у е т с я : установить наименование и содержание условного обозначения указанного отклонения; установить возможность выдержать требование точности формы этой поверхности при предполагаемой обработке.

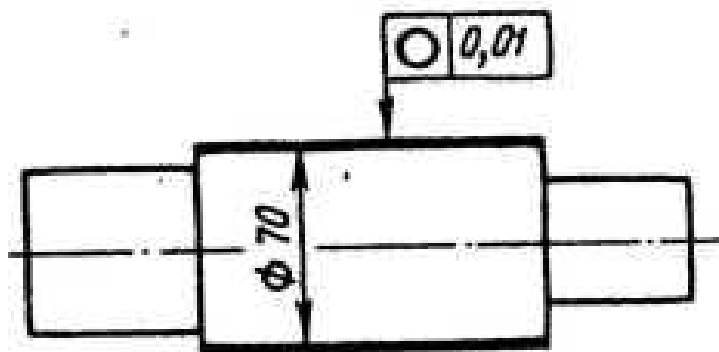


Рис.1

**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 2,5 мкм

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

**Задача 1.1.** На рис. 2 и в табл.1 указаны варианты поверхностей с допускаемыми отклонениями формы.

Т р е б у е т с я : установить наименование и содержание обозначения указанных отклонений; установить возможность выполнить обработку на указанном станке, соблюдая заданную точность. Недостающими размерами задаться.

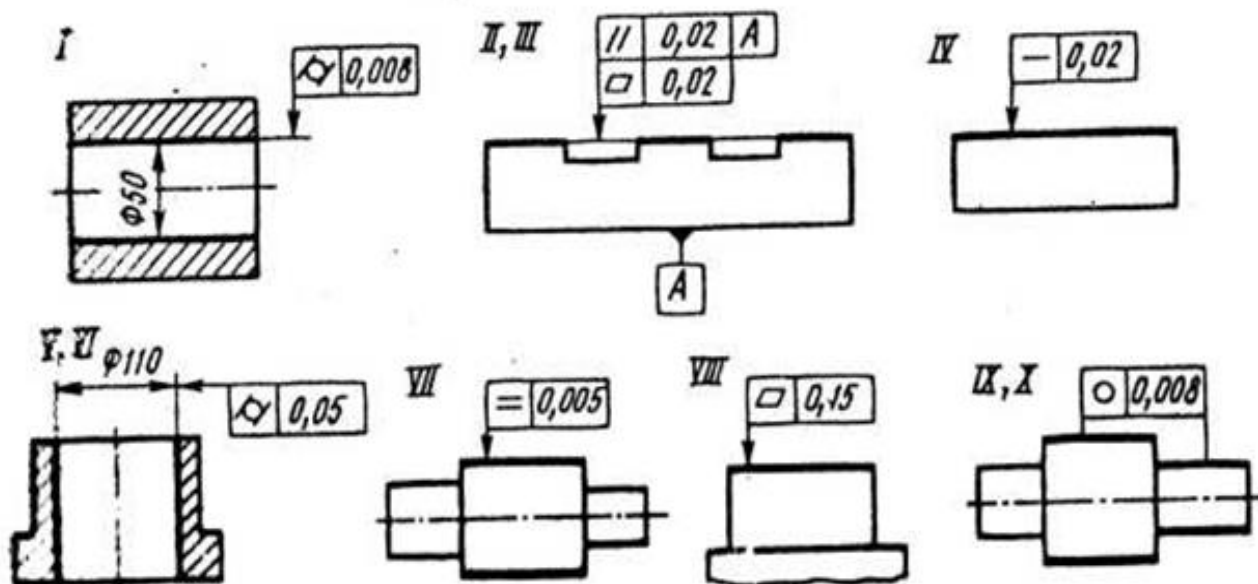


Рис. 2

Таблица 1

№ варианта	Форма поверхности	Тип станка
I	Отверстие	Внутришлифовальный
II	Плоскость	Плоскошлифовальный
III	»	»
IV	Грань	Круглошлифовальный
V, VI	Отверстие	Хонинговальный
VII	Цилиндр	Токарно - винторезный
VIII	Плоскость	Продольно - строгальный
IX	Цилиндр	Токарный многорезцовый
X	»	Круглошлифовальный

### Определение точности взаимного расположения поверхностей детали при обработке

**Пример 2.** На эскизе (рис. 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 рис. 4.

**Т р е б у е т с я :** 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 *A*. Под допуском параллельности понимают наибольшее

допускаемое значение отклонения от параллельности. В нашем случае допуск равен 0,2 мм на площади 150 X 150 мм.

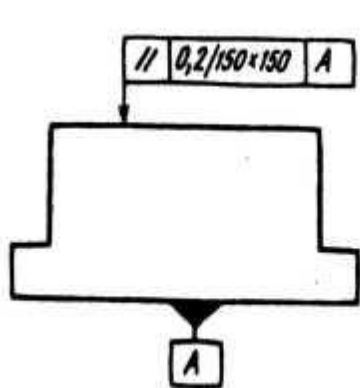


Рис. 3

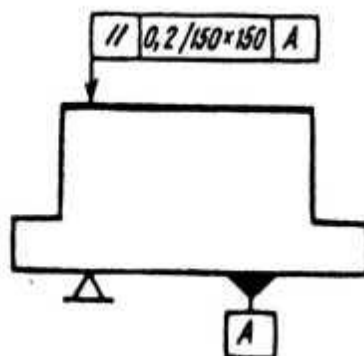


Рис.4

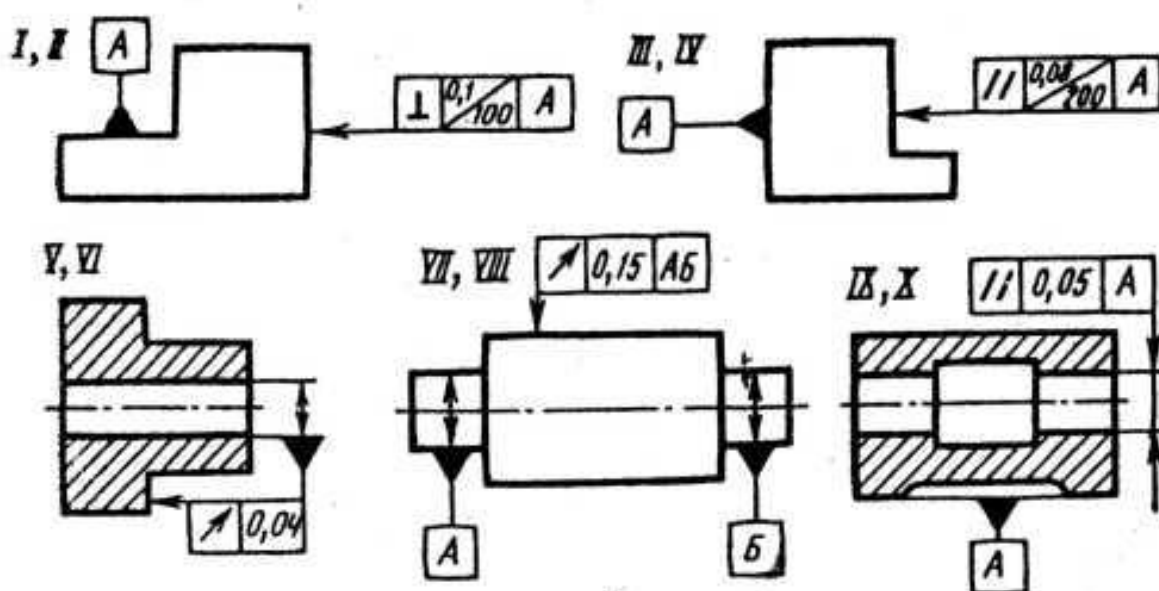


Рис.5

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 *A* будет обеспечена.

**Задача 2.1.** На рис. 5 показаны варианты обработки поверхностей.

**Т р е б у е т с я :** расшифровать обозначение содержания допуска; разработать технологические мероприятия, обеспечивающие выполнение этого требования.

## **Практическое занятие №2**

**1. Тема работы:** «Выбор исходной заготовки, её конструирование, определение нормы расхода материала и себестоимости изготовления заготовок».

**2. Цель работы:** Приобретение практических навыков в выборе вида и метода получения заготовки для заданной детали с технико-экономическим обоснованием её выбора;

### **3. Материальное обеспечение.**

- 3.1 Рабочий чертеж (эскиз) детали.
- 3.2. Исходные данные по материалу и т.п.
- 3.3. Сведения о серийности производства.
- 3.4. Нормативно-справочная литература.
- 3.5. Чертежные принадлежности.
- 3.6. Микрокалькуляторы.

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

4.1. Справочник технолога-машиностроителя (том 1 под редакцией А.Г. Косиловой, Р.К. Мищерекова, М., Маш., 1986г.)

4.2. Методическая разработка для организации самостоятельной работы студентов по выбору метода получения заготовки.

4.3. ГОСТ 7505 - 85; ГОСТ 2590 - 80; ГОСТ 7062 - 79; ГОСТ 26645 - 85.

### **5. Общие и теоретические положения по теме практического занятия № 2**

Выбор вида заготовки определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями и размерами, типом производства, а также экономичностью изделия.

Выбрать заготовку - значить:

- 1. Определить химический состав и механические свойства материала детали;
- 2. Установить способ получения заготовки;
- 3. Определить общие припуски на обработку поверхностей детали;
- 4. Рассчитать размеры заготовки и установить допуски на неточность изготовления;
- 5. Рассчитать массу заготовки.
- 6. Определить коэффициент использования материала и сравнить его с нормативным;
- 7. Вычертить эскиз заготовки.

При правильно выбранном способе получения заготовки уменьшается трудоемкость механической обработки, сокращается расход материала, электроэнергии, высвобождается оборудование и производственные площади. При выборе заготовки необходимо принимать наиболее прогрессивные методы получения, не забывая об экономической целесообразности.

Устанавливая способ получения заготовки необходимо привести обоснование своего выбора, преимущества выбранного способа получения перед возможными на основании принципа малоотходной технологии.

Для определения размеров заготовки на все обрабатываемые поверхности детали назначаются припуски.

Припуски назначаются по нормативным данным:

ГОСТ 2590-80 - для проката

ГОСТ 7505-85- для штампованных заготовок

ГОСТ 7062-79 - для заготовок, получаемых свободной ковкой

ГОСТ 26645-85 - для стального и чугунного литья

## 6. Порядок выполнения работы:

6.1 Анализируя исходные данные, следует обратить внимание на материал детали и его технологические свойства (литейные, обрабатываемость давлением и резанием и др.), связать свойства материала с техническими требованиями к детали по прочности и твердости, с формой, габаритами и массой детали (сложность формы, наличие отверстий, наличие поверхностей, требующих многократной обработки из-за высокой точности размера и малой шероховатости).

Следует также уяснить тип производства, т. к. этот фактор существенно влияет на выбор вида исходной заготовки по способу её изготовления (поковка штампованная или свободно кованная; вид проката и др.).

6.2. Выбирается два возможных варианта исходных заготовок на основании материала детали, её конфигурации, типа производства. Данный выбор должен быть обстоятельно обоснован; должны быть также обстоятельно изложены способы изготовления этих двух заготовок и приложены поясняющие эскизы.

6.3. Определение размеров исходной заготовки с допусками

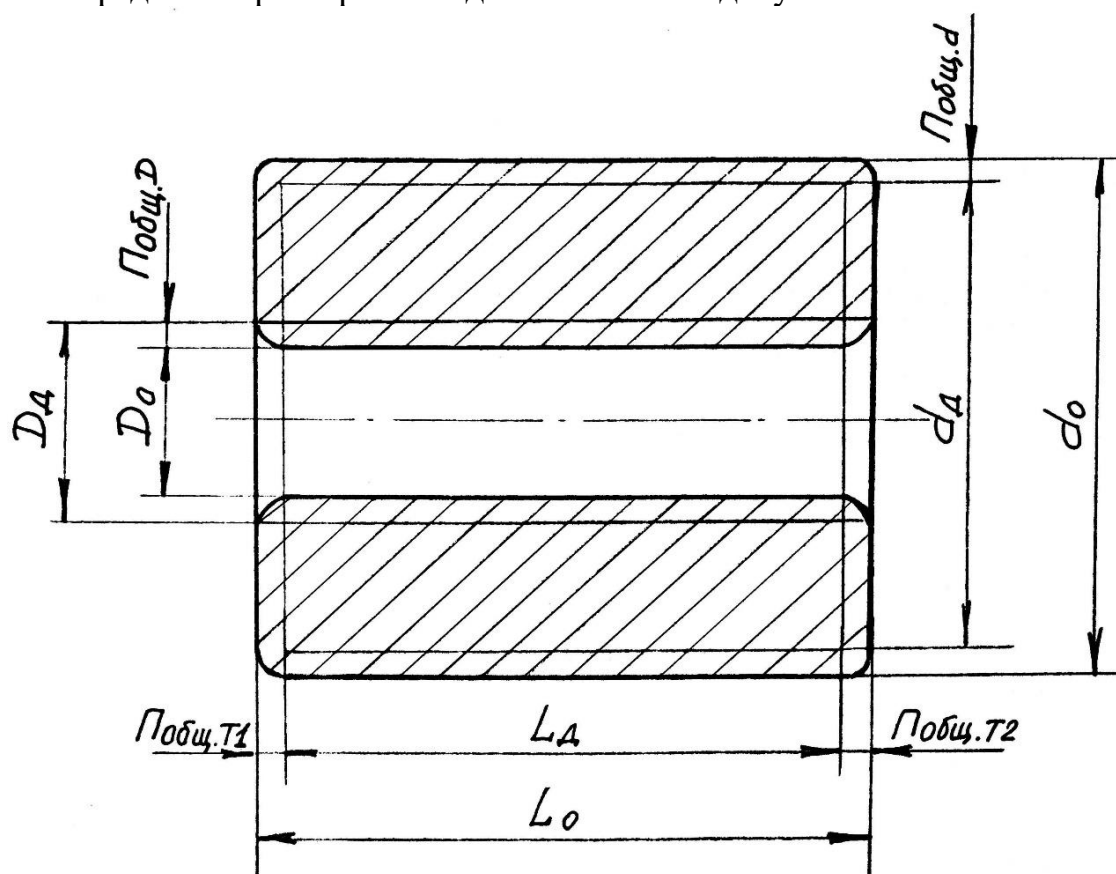


Рисунок 1 - Эскиз полый цилиндрической детали.



Для полой цилиндрической детали (рис 1) используются формулы:

- Для наружной поверхности:  $d_o = d_d + 2\Pi_{\text{общ } di}$  (1)

- Для внутренней поверхности:  $D_o = D_d - 2\Pi_{\text{общ } Di}$  (2)

- Для одинаково обрабатываемых торцов детали:  $L_o = L_d + 2\Pi_{\text{общ } T}$  (3)

- При неодинаково обрабатываемых торцах:  $L_o = L_d + \Pi_{\text{общ } T2} + \Pi_{\text{общ } T1}$  (4)

Где размеры с индексом «0» относятся к исходной заготовке, а с индексом «д» - к готовой детали;

$2\Pi_{\text{общ}}$  - общий припуск на диаметр или на обе стороны.

$\Pi_{\text{общ}}$  - общий припуск на механическую обработку.

Допускаемые отклонения параметров исходной заготовки устанавливаются по соответствующим стандартам.

6.4. Конструирование двух вариантов заготовок, включая разработку технических требований производится также в соответствии с теми же стандартами.

6.5. По каждому из двух вариантов исходных заготовок вначале определяются объёмы, а затем массы заготовок. При этом используются следующие формулы:

Формула объёма цельной цилиндрической поверхности:  $V_o = (\pi * d_o^2 * L_o) / 4, \text{ см}^3$  (5)

Где  $d_o$  - наружный диаметр заготовки, см;

$L_o$  - длина заготовки, г/см<sup>3</sup>;

Масса заготовки определяется по формуле:

$M_o = V_o * \gamma, (\text{кг}),$  (6)

где  $V_o$  - объём заготовки, см<sup>3</sup>

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Удельная плотность стали –  $\gamma = 7,85 \text{ г/см}^3$

Удельная плотность чугуна –  $\gamma = 7,4 \text{ г/см}^3$

6.6. Коэффициент использования материала определяют по формуле:

$K_{\text{и.м.}} = m_d / m_o$  (7)

Где  $m_d$  - масса детали, кг;

$m_o$  - масса заготовки, кг.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** оптимальное значение коэффициента использования материала находится в пределах 0,6... 0,8.

6.7. Определение стоимости штучной исходной заготовки.

Стоимость исходной заготовки и коэффициент использования материала являются одним из главных показателей правильности технико-экономических решений, принятых при проектировании технологического процесса.

При выполнении этой части работы используются данные из заводских прейскурантов, которые каждый год обновляются и рекомендуются для выполнения курсовых работ.

Стоимость исходной заготовки определяется по формуле:

$So = (Co * m_o) / 1000 - (m_o - m_d) * C_{\text{отх}} / 1000; \text{ руб}$  (8)

Где  $Co$  - стоимость одной заготовки на ЗАО УК БМЗ, руб.

$C_{\text{отх}}$  - стоимость одной тонны отходов, руб

$m_o$  - масса заготовки, кг.

$m_d$  - масса детали, кг.

6.8. Полученные результаты по 2-ум вариантам заготовок сводятся в таблицу сравнительных показателей (см. табл. 1)

**Таблица 1 - Сравнительная**

Вид заготовки	К <sub>и. м.</sub>	S <sub>о</sub> , руб

6.9. Выводы и предложения.

Необходимо оценить расчёты, выполненные в данной работе и сделать необходимые выводы о том, какой же вариант из двух является наиболее экономичный с точки зрения принципа малоотходной технологии, т. к. именно с этих позиций прежде всего выбирается оптимальная заготовка (даже если мы проигрываем в стоимости заготовки).

Следует также изложить свои соображения по улучшению качества исходной заготовки и указать перспективные способы получения более совершенных видов исходной заготовки для рассматриваемой стали, их достоинства и недостатки.

## **7. Вопросы для самопроверки**

- 7.1. Перечислите основные виды заготовок, применяемые в машиностроении.
- 7.2. Какие вы знаете способы получения отливок из черных и цветных металлов.
- 7.3. Как называется основной показатель, характеризующий экономичность выбора заготовки.
- 7.4. Основные требования к заготовкам.
- 7.5. Что значит правильно выбрать заготовку?

## **8. Домашнее задание:**

- 8.1. Закончить оформление отчета по лабораторной работе № 1.
- 8.2. Подготовиться к сдаче отчета.
- 8.3. Повторить теоретический материал, изученный на предыдущих уроках.
- 8.4. Комплект лекций.

## **9. Схема отчета:**

### **Лабораторная работа № 1**

1. Тема работы:
2. Цель работы:
3. Материальное обеспечение:
4. Отчет по лабораторной работе №1 (оформляется в соответствии с п. 6 методических указаний).
5. Вывод.

### **Практическое занятие №3**

**1. Тема занятия:** «Определить операционные припуски и операционные размеры с допусками расчетно-аналитическим методом на обработку одной поверхности».

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

**3. Материальное обеспечение:**

3.1. Рабочий чертеж (эскиз) детали.

3.2. Сведения о серийности производства - производство серийное.

3.3. Чертежные принадлежности.

3.4. Микрокалькуляторы

**4. Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан студентами при подготовке к практическому занятию №5**

4.1. В.В. Данилевский «Технология машиностроения» М., Высшая школа, 1984г.

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

4.3. ГОСТ 7505 - 89; ГОСТ 26645 - 85.

**5. Общие и теоретические положения по теме практического занятия № 2**

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

В этих формулах:

$Z_{imin}$  - минимальный припуск на данном технологическом переходе.

$R_{zi-1}$  - 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  $R_z$ ,  $T$ ,  $p$ ,  $\varepsilon_y$ ,  $\delta$  (предельных отклонений) и расчетных величин  $Z_{imin}$  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
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	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
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 предельных размеров предшествующего и выполняемых переходов	6. Записать предельные значения припусков $Z_{max}$ как разность наибольших предельных размеров и $Z_{min}$ как разность наименьших предельных размеров выполняемого на предшествующего переходов

7. Определить общие припуски  $Z_{max}$  и  $Z_{min}$ , суммируя промежуточные припуски на обработку.
8. Провести проверку правильности произведенных расчетов по формулам:

$$Z_{imax} - Z_{imin} = S_{i-1} - S_i$$

$$2Z_{imax} - 2Z_{imin} = S_{дi-1} - S_{дi}$$

$$Z_{0max} - Z_{0min} = S_3 - S_d$$

$$2Z_{0max} - 2Z_{0min} = S_{д3} - S_{дd}$$

1	2
<p>9. Определить общий номинальный припуск по формулам</p> $Z_{0ном} = Z_{0min} + H_3 = H_d$ $2Z_{0ном} = 2Z_{0min} + H_{Д3} = H_{Дд}$	<p>9. Определить общий номинальный припуск по формулам:</p> $Z_{0ном} = Z_{0min} + B_3 - B_d$ $2Z_{0ном} = 2Z_{0min} + B_{Д3} - B_{Дд}$

## 6. Порядок выполнения работы.

- 6.1. Проанализировать исходные данные для расчета припусков.
- 6.2. Выполнить расчет припусков, заполняя 12 граф расчетной таблицы, проводя подробные пояснения каждой граф (в соответствии с проводимым примером).
- 6.3. Провести проверку выполненного расчета.
- 6.4. Сформулировать вывод выполненной работы.

## 7. Вопросы для самопроверки

- 7.1. Дайте определение припуска на мех. обработку.
- 7.2. Какие виды припусков Вы знаете?
- 7.3. Каково влияние припуска на экономичность процесса обработки?
- 7.4. Факторы, влияющие на величину припуска?
- 7.5. Какие методы определения припусков вы знаете? Сущность этих методов.

## 8. Домашнее задание:

- 8.1. Закончить оформление отчета по практическому занятию № 5
- 8.2. Подготовиться к сдаче отчета по практическому занятию № 5
- 8.3. 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 (пр.з. № 2)

## Практическое занятие №4

1. Тема занятия: «Анализ технологического процесса обработки детали».
2. Цель занятия: Ознакомиться с порядком оформления технологического процесса, отдельной операции механической обработки детали.
3. Материальное обеспечение.
  - 3.1. Рабочий чертеж обрабатываемой детали.
  - 3.2. Чертеж заготовки.
  - 3.3. Объем выпуска детали в год (тип производства).
  - 3.4. Маршрутный технологический процесс механической обработки детали, выполненный ЕСТД.
  - 3.5. Чертежные принадлежности: линейка угольник, циркуль и другие.
4. Указания на тот теоретический материал, который должен быть проработан при подготовке к сдаче зачета.

Л1 Данилевский В.В. «Технология машиностроения»,  
М: Высшая школа, 1984г. С.28,29. С.82...87.

Л2 Метод. указания «Курсовое проектирование по МДК.01.01 Ч.2,  
приложения.

Л3 Стандарты ЕСТД и ЕСТПП.

### 5. Порядок выполнения работы

- 5.1. 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.
- 5.2. По установленному типу производства, в котором обрабатывается деталь подсчитать коэффициент использования материала ( $K_m$ ) заготовки. Как результат проделанной работы необходимо определить соответствие вида принятой заготовки типу производства, вспомнив при этом, в каком типе производства какие виды заготовки применяются.
- 5.3. Рассмотреть маршрутный технологический процесс механической обработки детали и заполнить комплект технологической документации.

- 5.3.1. Определить вид анализируемого технологического процесса (нужное подчеркнуть в таблице отчета).
- 5.3.2. Рассмотреть формы технологической документации, указать наименование документов, номера форм и стандарты, по которым выполнены документы.
- 5.3.3. Определить структуру технологического процесса. Установить сколько всего операций входит в тех. процесс и каких, определить сколько механических, т.е. станочных операций, слесарных, термических, контрольных, промывочных и прочих.
- 5.3.4. Определить черновые и чистовые установочные базы. Внимательно рассмотрев все станочные операции, необходимо определить какие поверхности в обрабатываемой детали являются черновой базой и какие – чистовой.
- 5.3.5. Определить структуру операции (количество установок, позиций, переходов).

## 6. 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 машиностроительных производств?
4. Дайте определения производственным процессам?
5. Что называется операцией, остановом, переходом, ходом, позицией?  
Приведите примеры.
6. Дайте понятие базированию заготовки.
7. Что такое база?
8. Назовите основные 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)?
10. Какие вы знаете технологические документы и для чего они предназначаются?
11. Охарактеризуйте принципы построения технологических процессов.

## 7. Схема отчета.

Заполнить форму отчета по этапам раздела 6 «Порядок выполнения работы».



1. Тема занятия: «Анализ технологического процесса обработки детали».
2. Цель занятия: Ознакомиться с порядком оформления технологического процесса, отдельной операции механической обработки детали.
3. Материальное и документальное обеспечение.  
(согласно раздела 3 данной инструкции).

Отчет по практическому занятию №4 оформляется в соответствии с п.6 данных методических указаний.

а) выводы, сделанные из анализа детали

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
Закключение 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

Вывод:

## **Практическое занятие №6**

### **ИНСТРУКЦИЯ по технике безопасности**

- 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.

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

2. Цель занятия:

2.1. Ознакомиться с методикой проведения хронометража в учебно-производственных мастерских колледжа и с порядком оформления хронометражной карты.

3. Материальное и документальное обеспечение

3.1. Операционный технологический процесс нормируемой операции.

3.2. Бланки хронометражно-нормировочной карты.

3.3. Секундометр или часы с секундной стрелкой.

3.4. Микрокалькулятор.

3.5. Чертежные принадлежности.

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

/ I /--Силантьева Н.А. «Техническое нормирование труда в машиностроении»

5. 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 и единичное</u>				
	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.

## 6. Порядок выполнения работы

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

6.2. Определить продолжительность выполнения отдельных элементов операции.

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

6.4. Составить хронометражные ряды длительности выполнения каждого элемента операции.

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

6.6. 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.

#### 6. Вопросы для самопроверки

- 7.1. Виды наблюдений, проводимые для изучения затрат времени.
- 7.2. Что называется хронометражем?
- 7.3. какие работы проводятся перед хронометражем?
- 7.4. Непрерывный и выборочный хронометраж.
- 7.5. Что должен делать наблюдатель при проведении хронометража?
- 7.6. как обрабатываются результаты наблюдений?
- 7.7. как оценивается качество результатов наблюдений?

8. Домашнее задание.

8.1. Закончить оформление отчета по практическому занятию №6.

8.2. Подготовиться к сдаче отчета по данному практическому занятию.

8.3. Проработать и повторить тему:

«Исследование затрат рабочего времени наблюдателем».

9.Список рекомендуемой литературы

1. Силантьева Н.А. «Техническое нормирование труда в машиностроении»

2. Сусин П.П. и др. «Основы нормирования труда рабочих в машиностроении», 1974г.

Схема отчета

1. Тема занятия

2. Цель занятия

2. Материальное и документальное обеспечение.

3. Отчет по практическому занятию №6 (оформляется в соответствии с п.6.методических указаний).

4. Выводы

5. (Примечание: данные по варианту приведены в таблице 2).

Таблица 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	-//-



Токарная 2												
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	Мелкосерийный
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	-//-

## Практическое занятие №8

Тема занятия: «Нормирование круглошлифовальной операции».

Цель занятия: «Приобретение практических навыков в расчете режимов резания и в нормировании круглошлифовальной операции».

Содержание занятия:

Задача. На круглошлифовальном станке мод. \_\_\_\_ производится

шлифование шейки вала диаметром  $D_z =$  \_\_\_\_\_ мм и длиной  $L =$  \_\_\_\_\_ мм.

Обрабатываемый материал \_\_\_\_

Характер и шероховатость обработки

Метод шлифования \_\_\_\_\_

Способ установки и закрепления заготовки: в центрах.

Масса заготовки  $m_z$  - \_\_\_\_ кг.

Число деталей в партии  $P_d = 100$  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.

Таблица данных для практического занятия №7

Материал заготовки	Характер обработки и шероховатость	Размер детали мм		Масса заготовки тз.кг.	метод шлифования	Модел ь
		D <sub>з</sub>	L			
Закаленная сталь углеродистая	Ra 0,63 чистовая	60	350	8,5	На проход	3151
		35	140	1,5		3151
		90	270	14		3Г12
Незакаленная сталь высоко- углеродистая	Ra 0,32 чистовая	75	500	17,6	С выходом круга в одну сторону	3151
		100	380	23,8		3151
		80	300	12,1		3Г12
		50	285	4,8		3Г12
Незакаленная сталь хромистая	Ra 1,25 чистовая	45	100	1,6	Без выхода круга в обе стороны	3151
		120	120	11,2		3Г12
		65	200	5,9		3Г12
		85	200	9,3		3151
		110	150	11,5		3151
Закаленная сталь никелевая	Ral чистовая	120	250	22,5	На проход	3151
		125	260	25,2		3Г12
		145	600	78		3Г12
		150	600	83,5		3Г12
		40	140	1,6		3151
Сталь хромоникеле- вая незакаленная	Ral чистовая	45	135	1,9	Выход круга в одну сторону	3151
		50	95	1,8		3Г12
		85	185	8,6		3Г12
Незакаленная сталь высоко- углеродистая	Ka2,5 черновая	135	600	67,5	Без выхода круга в обе стороны	3151
		95	400	22,6		3151
		105	300	20,8		3Г12
		115	200	16,7		3151
		120	100	9,2		3Г12
Сталь закаленная углеродистая	Ra 2,5 черновая	130	240	25,2	На проход	3151
		125	110	10,8		3Г12
		135	500	56		3151
		75	420	14,8		3Г12
		45	160	2,3		3151

## Практическое занятие №10

**Тема занятия:** Нормирование протяжной операции

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

### Содержание занятия :

#### Задача.

На горизонтально-протяжной станке модели....протягивают цилиндрическое отверстие диаметром  $D$  мм, шероховатостью  $Ra$ , длиной  $l_2$  мм.

Одновременно протягивается одна заготовка.

Протяжка изготовлена из материала .....

Длина до первого режущего зуба  $l_2$  мм

Шаг режущих зубьев  $t$  мм

Общая длина протяжки  $L$  мм

Схема резания.... ,..... ; способ установки детали: на опорной плите с креплением прижимными планками.

Количество зубьев в секции  $Z_c$  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.

Таблица 1 - Исходные данные

№	Материал заготовки	Твердость заготовки Hv	Масса заготовки	Размер протягиваемого отверстия		Конструктивные элементы протяжки					Материал протяжки	Схема резания	Модель станка
				D, мм	L, мм	S <sub>к</sub> , мм/зуб	L, мм	H, мм	l, мм	Zs, мм			
1	Сталь 20	155	3,8	32H9	45	0,025	510	265	8	...	P18	профильная	7A510
2	Серый чугун	190	6,9	50H9	75	0,10	490	285	13	2	P18	переменного резания	7A520
3	Сталь 40X	210	4,3	45H7	58	0,025	580	278	10	...	P9	профильная	7A510
4	Сталь 12XН3	215	7,9	65H7	110	0,08	780	320	18	2	P9	переменного резания	7A520
5	Серый чугун	170	7	60H9	100	0,05	650	320	16	...	XBG	профильная	7A520
6	Сталь 30XГС	240	3,2	35H7	44	0,025	510	265	8	...	XBG	профильная	7A510
7	Сталь 38ХА	200	4,1	40H7	52	0,10	445	272	9	2	P18	переменного резания	7A520
8	Серый чугун	220	5,9	55H7	65	0,12	450	285	12	2	P18	переменного резания	7A520
9	Сталь 45	198	1,9	28H9	40	0,02	510	265	8	...	XBG	профильная	7A510
10	Сталь 20ХНА	232	8,3	70H7	125	0,07	820	335	20	3	P18	переменного резания	7A520

## Таблица данных для практического занятия №11

### Задача

№ варианта	Материал заготовки	Масса заготовки, m <sub>g</sub> , кг	Диаметр шлифуемого отверстия D <sub>0</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		3A252
14	Закаленная сталь 25	7,6	40	140	H6 Ra 1,25	3Б250
15		9,8	50	75		3Б250
16		12,2	70	100		3A252
17	Незакаленная сталь 20	11,8	95	100	H6 Ra 0,32	3A252
18		2,3	30	60		3A252
19		3,8	35	65		3Б250
20		4,9	40	70		3Б250
21		5,8	45	90		3A252
22	Незакаленная сталь 30	14,3	130	200	H6 Ra 1,25	3Б250
23		23	135	200		3A252
24		16,9	140	150		3A252
25		28	145	150		3Б250
26	Закаленная сталь 40	8,9	142	200	H7 Ra 0,63	3Б250
27		13,7	132	300		3A252
28		15,6	112	100		3Б250
29		19,4	102	250		3A252
30		12,8	92	350		3Б250

## **Методические указания** для проведения практического занятия №11

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

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

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

$$S_{пр} = S_d * B_k \quad (2)$$

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  $S_{tdx}$  в мм на двойной ход шлифовальной бабки

$$S_{tdx} = 0,0025 \dots 0,02 \text{ мм/двх}$$

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

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

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  $K = 1,2 \dots 1,4$ .

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

$S_{tdx}$  – поперечная подача шлифовального круга в мм на двойной ход стола

$n_3$  – число оборотов заготовки в минуту

$S_{пр}$  – 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  $St_{\text{дх}}$  в мм на двойной ход шлифовальной бабки

$$St_{\text{дх}} = 0,0015 \dots 0,01 \text{ мм/двх}$$

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

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

$$L \approx l \text{ при перебегах круга } 0,5 * B_k$$

### **Расчет нормы времени**

- 1) Определение вспомогательного времени  $T_B$ , мин.

$$T_B = T_{\text{ВУ}} + T_{\text{Вп}} + T_{\text{В изм}}, \text{ мин} \quad (9)$$

где  $T_{\text{ВУ}}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин.  
[4.3, с.32...33]

$T_{\text{Вп}}$  – вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности, мин.  
[4.3, с.132...133]

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

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



$$T_{шт} = (T_o + T_B * K_{тв}) * (1 + \frac{a+b}{100}), \text{ мин} \quad (10)$$

где  $T_o$  – основное технологическое время, мин.

$T_B$  – вспомогательное время, мин.

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

$a$  - % от оперативного времени на обслуживание рабочего

[4.3, с.131]

$b$  - % от оперативного времени на отдых и личные надобности исполнителя.  $b = 4\%$  [4.3, с.203]

3) Определение подготовительно-заключительного времени  $T_{п.з}$ , мин.  
[4.3, 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	40-1614A, C1-C2K5
С продольной подачей	Сталь закаленная с высоким отпуском $HRC_3 = 35-40$	16-4024A, CM1-C1K5

С продольной подачей	Сталь закаленная HRC <sub>9</sub> > 50	16-4025A, ЛО CM1- CM2K5
С продольной подачей	Чугун	54C40, M3-CM1K5
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	
Внутреннее шлифование		Карта 3	
Припуски на шлифование			
1. Незакаленные детали			
Диаметр	Длина шлифования $L$ мм		

шлифуемого отверстия $D_o$ 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>о</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>о</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>о</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>o</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.3А252

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.

### Практическое занятие №12

**Тема занятия:** Наладка фрезерного станка.

**Цель занятия:** Ознакомиться с наладкой станка для обработки плоских поверхностей.

#### Содержание занятия.

1. Разработать операцию по обработке плоскости с заполнением операционно-технической карты,

- изучить исходные данные о детали, заготовке, характере операции и внести их в операционно-технологическую карту.

- установить метод обработки плоскости заданной детали и дать краткое обоснование его выбора. Сформулировать наименование операции и установить ее содержание (количество установок, переходов, проходов); записать в операционно-технологическую карту.

- выбрать оборудование, технологическую оснастку, режущий, контрольно-измерительный и вспомогательный инструмент и дать краткое обоснование их выбора.

- заполнить операционно-технологическую карту для данной операции. Выполнить эскиз на карте эскизов в соответствии с требованиями ГОСТа 3.1104-74.

- выбрать элементы режима резания, рассчитать норму времени и занести их в операционно-технологическую карту.

**Таблица исходных данных прилагается.**

Таблица - Исходные данные к Лаб. работе №2							
Вариант	Материал заготовки МПа	Вид состояния поверхности	Размер обрабатываемой поверхности		Масса детали под кг	Припуск h, мм	Масса заготовки тз, 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		55	550	12,3	2	13
10	СТ35/550	поковки с коркой	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/500		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	6,7	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 №13

**Тема занятия:** Проектирование зубофрезерной операции с заполнением операционной карты

**Цель занятия:** Ознакомиться с методикой проектирования зубофрезерной операции и с порядком оформления операционно-технологической карты механической обработки.

**Содержание занятия.**

1. Разработать операцию по обработке зубьев заданной детали с заполнением операционно-технологической карты.

1.1 Изучить исходные данные о детали, заготовке, характере операции и внести их в операционно-технологическую карту.

1.2 Дать краткое обоснование метода обработки зубьев заданной детали. Сформулировать наименование операции и установить её содержание; записать в операционно-технологическую карту.

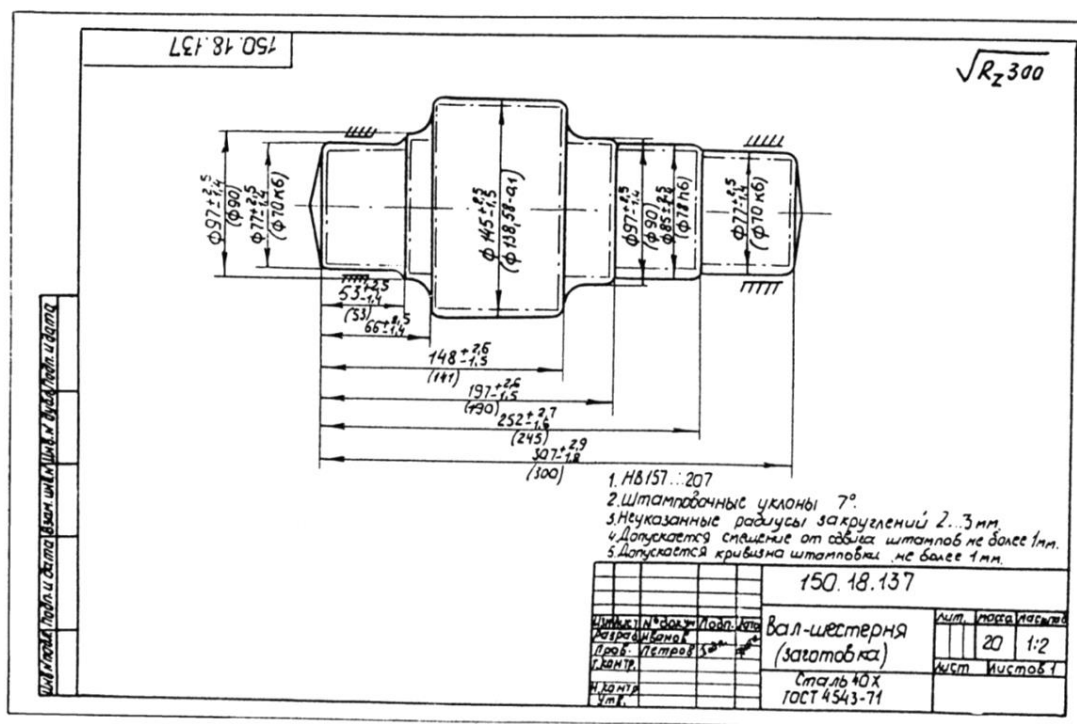
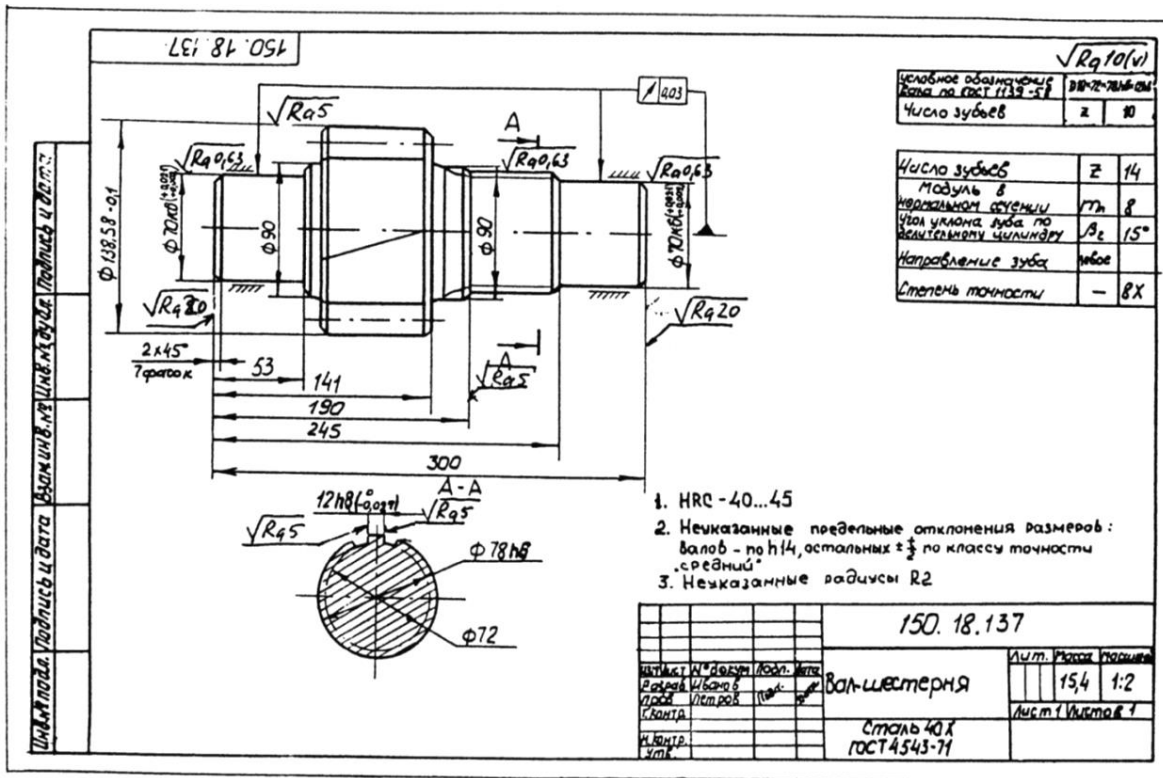
1.3 Выбрать оборудование, технологическую оснастку, режущий, вспомогательный и измерительный инструменты, и дать краткое обоснование их выбора.

1.4 Выполнить операционно-технологический эскиз на карте эскизов в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1104-88.

1.5 Выбрать режимы резания, определить норму времени на операцию и занести их в операционно-технологическую карту.

**Исходные данные прилагаются**





**Таблица 1 - Исходные данные к пр. занятию**

№ вар.	Параметры колеса			Масса М, кг	Материал детали	Параметры фрезы		Число заходов
	т, мм	Z	l, мм			Д, мм	L, мм	
1	4	30	25	2	Сталь 40	90	90	1
2	4	40	30	2,5	Сталь 50	90	90	2
3	6	50	30	3	Сталь 45	112	112	1
4	6	60	40	4	Сталь 40Х	112	112	2
5	4	30	25	2	Серый чугун НВ 200	90	90	1
6	4	40	30	2,5	НВ 180	90	90	2
7	6	50	30	3	НВ 200	112	112	1
8	6	60	40	4	НВ 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.

## **Практическое занятие №15.**

**Тема работы:** «Нормирование операции токарной с ЧПУ».

**Цель занятия:** Ознакомиться с особенностями нормирования и получение практических навыков при расчете нормы времени на операцию токарную с ЧПУ.

### **Содержание занятия.**

1. Анализ исходных данных.
2. Определение машинно-вспомогательного времени на операцию токарную с ЧПУ.
3. Определение времени цикла автоматической работы станка по программе.
4. Определение возможности многостаночного обслуживания.
5. Определение вспомогательного времени, не перекрываемого временем автоматической работы станка по программе.
6. Определение штучного времени.
7. Определение подготовительно-заключительного времени.
8. Определение штучно-калькуляционного времени.

**Примечание:** практическое занятие №6 выполняется по результатам практического занятия №5.

## **Практическое занятие №16.**

**Тема работы:** «Нормирование операции сверлильной с ЧПУ».

**Цель занятия:** Ознакомиться с особенностями нормирования и получение практических навыков при расчете нормы времени на операцию сверлильную с ЧПУ.

### **Содержание занятия.**

1. Анализ исходных данных.

2. Определение машинно-вспомогательного времени на операцию сверлильную с ЧПУ.
3. Определение времени цикла автоматической работы станка по программе.
4. Определение возможности многостаночного обслуживания.
5. Определение вспомогательного времени, не перекрываемого временем автоматической работы станка по программе.
6. Определение штучного времени.
7. Определение подготовительно-заключительного времени.
8. Определение штучно-калькуляционного времени.

### **Практическое занятие № 18.**

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

**Цель занятия :** Ознакомление с проектированием участков механического цеха , с правильностью расположения оборудования на нем , выдерживанием основных санитарных норм расположения оборудования и рабочих мест.

#### **Содержание занятия:**

1. Анализ исходных данных .
2. Расчет оборудования и коэффициента загрузки оборудования.
3. Расчет количества основных и вспомогательных рабочих.
4. Определение производственной площади.
5. Построение графика загрузки оборудования.
6. Составление плана участка оборудования с указанием основных размеров расположения оборудования.

**Возможные варианты заданий прилагаются.**

## **Самостоятельные работы**

### **Самостоятельная работа № 1**

**Выполнить чертеж детали в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД,**

На заданном чертеже детали допуски формы и расположения поверхностей, указанные в технических требованиях, заменить условными обозначениями по ГОСТ 2.308-79. Шероховатость поверхности, представленную на чертеже параметрами Rz заменить предпочтительными параметрами Ra, проставить шероховатость там, где она не проставлена.

**Примечание.** В соответствии с эскизом детали, студенту предлагается выполнить на чертежной бумаге (формата А3) рабочий чертеж детали с заменой устаревших обозначений шероховатости, полей допусков и т. п. на новые и с простановкой всех необходимых размеров. Варианты эскизов деталей прилагаются.

### **Критерии оценок.**

Самостоятельная работа №1 оценивается по 5-ти бальной системе.

Оценка «отлично» выставляется за безукоризненное качество выполненного чертежа детали.

Оценка «хорошо» выставляется, если чертеж детали выполнен с незначительными погрешностями,

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если чертеж детали выполнен с ошибками, неаккуратно и после срока.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если чертеж детали не выполнен и не сдан по неуважительной причине.

### **Самостоятельная работа № 2.**

**По заданному чертежу и производственной программе выпуска деталей путем сравнения коэффициента использования материала и себестоимости заготовок выбрать оптимальный метод получения заготовки.**

**Примечание.** Самостоятельная работа №2 является расчетной и выполняется по чертежу детали, выполненному в самостоятельной работе № 1. Цель самостоятельной работы №2-научиться выбирать из 2-х возможных вариантов заготовок наиболее оптимальный с точки

зрения принципа малоотходной технологии. Получение практических навыков в данных расчетах очень важно , т.к. аналогичные расчеты выполняются в курсовом проекте по дисциплине «Технология машиностроения».

### **Критерии оценок.**

Самостоятельная работа №2 оценивается по 5-ти бальной системе.

Оценка «отлично» выставляется за аккуратную и правильно выполненную работу.

Оценка «хорошо» выставляется, если работа выполнена с незначительными погрешностями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если работа выполнена с ошибками, неаккуратно и после срока.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется , если работа не выполнена и не сдана по неуважительной причине