

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов
Должность: директор
Дата подписания: 14.07.2023 09:36:08
Уникальный программный ключ:
aba80b84037c9ef196788e9ea0474f90a87a40954ba270e84bcbef4f07d1d8d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
Чистопольский филиал «Восток»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ
по дисциплине
ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.02.01**

Направление подготовки: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Квалификация: **Бакалавр**

Профиль подготовки: **Автоматизированные системы обработки информации и управления**

Типы задач профессиональной деятельности: **проектный, производственно-технологический**

Рекомендовано УМК ЧФ КНИТУ-КАИ

Чистополь
2023 г.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1.1. Задание на курсовое проектирование

Курсовая работа выполняется с целью подготовки студентов к самостоятельной работе и решению задач, связанных с нормированием расхода материала и времени, необходимых для изготовления различных деталей.

Задание на курсовую работу содержит:

1. Конструкторский чертеж детали.
2. Месячный или годовой объем выпуска данной детали, тип производства.
3. Маршрут изготовления детали с операционными эскизами.

В ходе выполнения курсовой работы необходимо решить следующие задачи:

1. Рассчитать нормы расхода материала, коэффициент использования материала для указанных типов производств.
2. Осуществить выбор измерительного инструмента для каждой операции.
3. Рассчитать штучно-калькуляционное время для изготовления данной детали.

1.2. Содержание, объем и оформление курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки. Расчетно-пояснительная записка включает в себя следующие составные части:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Бланк задания на курсовую работу (задание выдается преподавателем).
4. Расчет норм расхода материала и коэффициента использования материала для мелкосерийного производства. Заготовкой для изготовления детали является сортовой прокат, диаметр прутка указан в задании на курсовую работу.

5. Расчет норм расхода материала и коэффициента использования материала для крупносерийного производства. Заготовкой для изготовления детали является сортовой прокат, диаметр прутка указан в задании на курсовую работу.

6. Выбор измерительного инструмента для мелкосерийного и крупносерийного производств.

7. Расчет штучно-калькуляционного времени для каждой операции согласно технологическому процессу для мелкосерийного и крупносерийного производств (расчет основного, вспомогательного, дополнительного, подготовительно-заключительного времени).

8. Заключение.

9. Список литературы.

Объем пояснительной записки курсовой работы 20-25 страниц.

При оформлении пояснительной записки необходимо учитывать следующие требования:

1. Пояснительная записка оформляется на листах формата А4. Поля страниц: левое – 25 мм, правое, верхнее, нижнее – 15 мм.

2. Текст необходимо набирать, используя шрифт Times New Roman, 14пт, межстрочный интервал – 1,5, абзацный отступ – 1,25мм, выравнивание по ширине.

3. Страницы необходимо пронумеровать (титульный лист не нумеруется).

3. Формулы, содержащиеся в тексте, выполняются с помощью редактора формул. Формулы располагаются на отдельных строках, выравнивание по центру.

4. Таблицы должны быть расположены после абзацев, содержащих ссылку на них. Все таблицы должны иметь заголовки, состоящий из номера таблицы и ее наименования.

5. Рисунки должны быть расположены после абзацев, содержащих ссылку на них и иметь подрисуючную подпись, состоящую из номера рисунка и его наименования.

2. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

2.1. Типы производств

Промышленное производство – это сложный процесс превращения сырья, материалов полуфабрикатов и других предметов труда в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям рынка.

Производственный процесс – это совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Технологическим процессом называется часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства, т. е. по изменению размеров, формы, свойств материалов, контроля и перемещения заготовки.

Технологической операцией называют законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте.

В зависимости от размера производственной программы, характера продукции, а также технических и экономических условий осуществления производственного процесса все разнообразные производства условно делятся на три основных вида: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых или ремонтируемых изделий и малым объемом выпуска продукции.

При единичном производстве в каждом цехе выпускается разнообразная продукция. Каждый ее вид производится малыми партиями, которые больше не повторяются, или изготавливается даже в единственном экземпляре (например, уникальные станки, крупные турбины, суда). Указанные особенности этого вида

производства обуславливают относительно высокую себестоимость выпускаемых изделий.

Серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством. В серийном производстве изготавливается относительно ограниченная номенклатура изделий (партиями). За одним рабочим местом, как правило, закреплены несколько операций. В зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоемкости процесса, частоты повторяемости серий в течение года различают производство мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Чем крупнее серия, тем ниже себестоимость единицы (детали или изделия).

Серийное производство экономически более прогрессивно. Здесь продукция выпускается сравнительно крупными партиями, или сериями. Изготовление серий изделий одного вида обычно повторяется через регулярные промежутки времени. При повторных запусках серий часто вносятся изменения в конструкцию и технологию изделий, организацию рабочих мест.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени, самым высоким уровнем механизации и автоматизации.

Массовое производство позволяет широко внедрять поточные методы организации производства. При потоке за каждым рабочим местом закрепляется одна или несколько однородных операций. Рабочие места при этом располагаются по ходу технологического процесса и оснащаются высокопроизводительными инструментами и другим оборудованием в отличие от единичного производства, где многое делается вручную (для нескольких деталей не имеет смысла изготавливать специальное оборудование).

При разработке технологического процесса обязательно учитывают тип производства. Тип производства влияет на выбор заготовки для изготовления деталей, приспособлений и измерительного инструмента.

В курсовой работе рассматривается два вида производства: мелкосерийное и крупносерийное.

При мелкосерийном производстве изделия выпускаются небольшими периодически повторяющимися партиями. Для этого предприятие должно располагать комплектом универсального оборудования, обеспечивающего изготовление изделий сравнительно широкой номенклатуры. Приспособления для обработки заготовок на станках, измерительный и режущий инструменты имеют здесь универсальный характер, то есть могут быть использованы в различных случаях. Специальные приспособления не применяют или применяют редко, так как значительные затраты на их изготовление экономически не оправдываются.

В крупносерийном производстве изделия изготавливаются в основном на специальном оборудовании, автоматических и поточных линиях, широко используется специальная оснастка.

Крупносерийное производство характеризуется применением специальных приспособлений и измерительного инструмента, позволяющих резко сократить время на установку и закрепление заготовки и на снятие ее после окончания обработки, измерение и контроль полученных размеров.

Переход от мелкосерийного к крупносерийному производству значительно снижает трудоемкость.

2.2. Виды заготовок

Основными видами заготовок для деталей, изготавливаемых из металлов и их сплавов, являются:

1) сортовой материал, изготавливаемый прокатом, волочением и другими способами из черных металлов и цветных сплавов (прутки круглого, квадратного и шестигранного сечения, трубы, плоский прокат – листы, полосы, ленты). Некото-

рые из этих видов заготовок могут применяться и для ряда неметаллических материалов (рис. 2.1);

2) отливки;

3) поковки и штамповки.

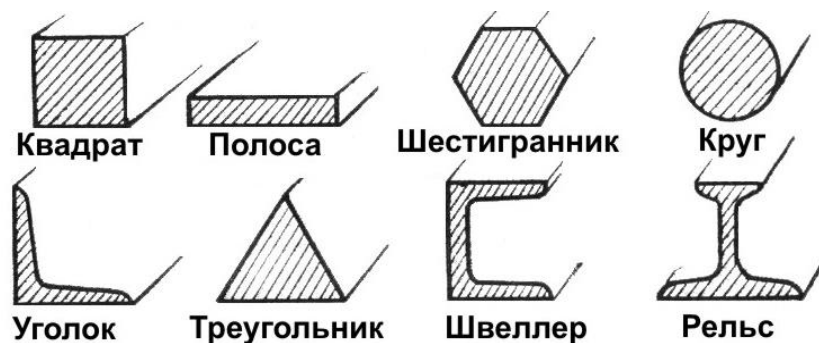


Рисунок 2.1 – Виды сортового проката

В единичном производстве вид заготовки определяется ее минимальной стоимостью, то есть способ получения заготовки должен исключать затраты на улучшение ее качества путем уменьшения припуска на обработку.

Стальные детали изготавливаются в основном из прокатных заготовок, поковки применяют редко, а штампованные или прессованные заготовки вообще не применяют. Литые заготовки как чугунные, так и стальные применяют лишь при условии, что другими способами их получить нельзя. Объясняется это тем, что изготовление штампов для поковки, штамповки или прессования, а также моделей для отливок требует больших затрат средств и времени.

При массовом производстве затраты на изготовление штампов металлических изделий, а также на специальные способы получения заготовок из стали, чугуна и цветных металлов окупаются переносом стоимости оборудования и приспособлений на очень большое количество деталей. Снижение стоимости изготовления деталей в массовом производстве за счет уменьшения веса заготовок (уменьшение припусков на обработку), сокращения времени на обработку и снижения квалификации используемой рабочей силы оправдывает все затраты на улучшение качества заготовок.

Крупносерийное производство мало отличается от массового, и в нем, как правило, используют все возможности для улучшения качества заготовки, например, уменьшают припуски на обработку.

Таким образом, вид заготовки во многом зависит от типа производства и оказывает влияние на стоимость механической обработки детали.

2.3. Измерительный инструмент

Для контроля размеров деталей, взаимного расположения их поверхностей в машиностроении используется измерительный инструмент универсального и специального назначения.

Ниже приведены основные виды измерительного инструмента.

Концевые плоскопараллельные меры длины ГОСТ 9038-90 используются для проверки и градуировки различных мер, калибров и приборов, установления правильных размеров при изготовлении инструмента и технологической оснастки, а так же для контрольно-поверочных работ, слесарных работ, наладки станков и т.д.

К штриховым мерам относятся брусковые меры длины, измерительные линейки и рулетки. Брусковые штриховые меры применяются в качестве шкал приборов и станков, а так же как образцовые меры длины при проверке рабочих мер длины, приборов для линейных измерений и поверке станка [1].

Измерительные линейки и рулетки предназначены для измерения размеров изделий, допуск на которые соответствуют 14, 15 и 16 квалитетам. Линейки измерительные металлические предназначены для определения величины расстояния между двумя точками путем непосредственного сравнения их со шкалой линейки. Точность измерения между двумя штрихами на глаз 0,25мм. Цена деления 0,5 или 1 мм.

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенреймусы.

Штангенциркуль – один из наиболее распространенных универсальных измерительных инструментов, применяемых при станочных, слесарных и других видах работ.

Штангенциркули изготавливаются по ГОСТ 166-89 следующих типов:

I – двухсторонние с глубиномером;

T-I – односторонние с глубиномером с измерительными поверхностями из твердых сплавов;

II – двухсторонние;

III – односторонние.

Штангенциркули бывают с отсчетом по нониусу ШЦ, с отсчетом по круговой шкале (ШЦК) или с цифровым отсчетным устройством (ШЦЦ).

Диапазон измерений, значение отсчета по нониусу, цена деления круговой шкалы и шаг дискретности цифрового отсчетного устройства штангенциркулей должны соответствовать указанным в таблице 2.1 [2].

Штангенциркуль (рис.2.2) имеет штангу 6, которая представляет собой линейку с основной шкалой и неподвижные измерительные губки 1 и 2. Рамка 5 с двумя подвижными измерительными губками 3 и 9 и стержнем 7 перемещается по штанге. Для закрепления рамки в нужном положении служит винт 4. Длинные губки 1 и 9 предназначены для измерения наружных размеров, короткие 2 и 3 – внутренних, а стержень 7 для измерения глубины.

Таблица 2.1

Параметры штангенциркулей

Диаметр измерения штангенциркулей	Значения отсчета по нониусу	Цена деления круговой шкалы отсчетного устройства	Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства
-----------------------------------	-----------------------------	---	--

0-125	0,05 0,1	0,02 0,05 0,1	0,01
0-135			
0-150			
0-160			
0-200			
0-250			
0-300			
0-400			
0-500			
250-630			
250-800	0,1	—	—
320-1000			
500-1250			
500-1600			
800-2000			

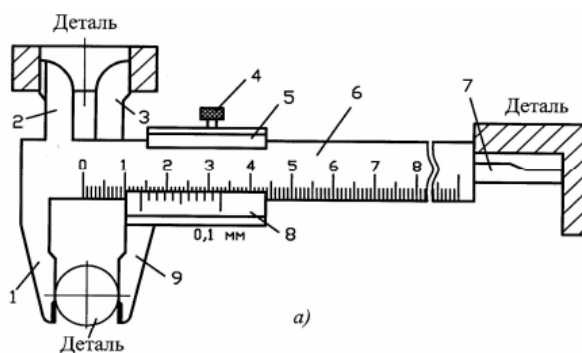


Рисунок 2.2 – Штангенциркуль: схема измерения [2]

Пример условного обозначения штангенциркуля типа II с диапазоном измерения 0 - 250 мм и значением отсчета по нониусу 0,05 мм [2]:

Штангенциркуль ШЦ- II -250-0,05 ГОСТ 166-89.

Штангенциркуль типа I с диапазоном измерения 0 – 150 мм с ценой деления круговой шкалы 0,02 мм.

Штангенциркуль ШЦК-1-150-0,02 ГОСТ 166-89.

Штангенциркуль типа I с диапазоном измерения 0 - 125 мм с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм:

Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.

Этим инструментом можно измерять наружные и внутренние линейные размеры контактным методом непосредственной оценки.

Штангенглубиномеры предназначены для измерений глубин отверстий и пазов, высоты уступов и т.п. Цена деления нониуса этих инструментов составляет 0,05 мм, диапазоны измерений – 0...160; 0...200; 0...250; 0...315; 0...400 мм. На рис. 2.3 изображен штангенглубиномер типа ШГ, состоящий из штанги с основной миллиметровой шкалой 1, рамки 2 с нониусом 3, основанием (траверсой) 4. Измерительными поверхностями являются нижняя поверхность основания рамки и поверхность нижнего торца штанги.

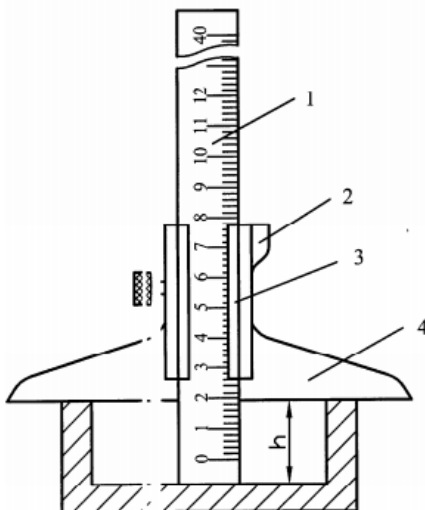


Рисунок 2.3 – Штангенглубиномер: схема измерения [2]

К микрометрическому инструменту относятся микрометры, микрометрические глубиномеры и нутромеры.

Микрометры предназначены для измерения наружных линейных размеров с отсчетом показаний по нониусу имеют точность 0,01мм (рис.2.4 а), по электронному цифровому устройству – 0,001 (рис.2.4 б).

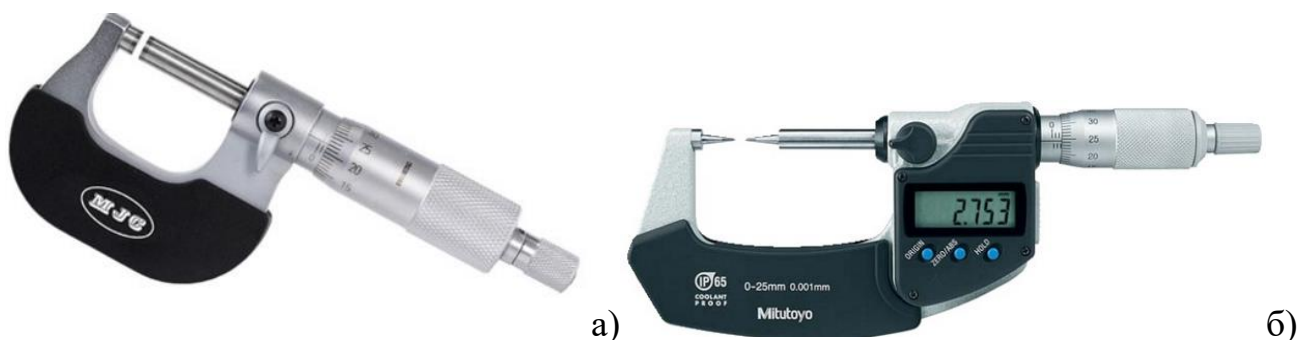


Рисунок 2.4 – Микрометр: а) с отсчетом показаний по нониусу; б) с отсчетом электронному цифровому устройству

МК – микрометры гладкие для измерения наружных размеров изделий. Диапазон измерений микрометра с отсчетом показаний по нониусу и цифровых 0-25; 25-50; 50-75; 75-100 [3].

Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения 25-50 мм 1-го класса точности:

Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90

Гладкий микрометр с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения 50-75 мм:

Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90.

Нутромеры предназначены для измерения диаметров отверстий и внутренних размеров. Каждый нутромер имеет измерительную головку, по ее шкале отсчитывается отклонение диаметра измеряемого отверстия от размера, на который предварительно настраивается прибор. По ГОСТ 868-82 нутромеры выпускаются со шкалой деления 0,01мм [4], по ГОСТ 9244-75 с ценой деления 0,001 мм для измерения внутренних размеров от 2 до 10 мм и с ценой деления 0,002 мм для измерения внутренних размеров от 10 до 450 мм. Диапазон измерений нутромеров по ГОСТ 9244-75: 2-3, 3-6, 6-10, 10-18, 18-50, 50-100, 100-160, 160-260, 250-450 [5].

Пример условного обозначения нутромера с ценой деления отсчетного устройства 0,01 мм и диапазоном измерений 6-10мм [7]:

Нутромер 6-10 ГОСТ 9244-75.

Микрометрический глубиномер ГОСТ 7470-92 позволяет измерять отверстия глубиной 0–25; 25–50; 50–75; 75–100 мм с точностью до 0,01 мм и до 0,001мм с цифровым отсчетом. Своим основанием он устанавливается на обработанную поверхность детали и плотно к ней прижимается. Затем вращением трещотки измерительный стержень микрометрического винта перемещается до соприкосновения с дном отверстия. Расстояние между измерительными плоскостями основания и стержня микрометрического винта определяет глубину отверстия, паза и т. д.

Пример условного обозначения глубиномера с отсчетом по шкалам стебля и барабана при диапазоне измерения от 0 до 25 мм класса точности 2 [6]:

Глубиномер Г М 25 -2 ГОСТ 7470-92

Глубиномер с цифровым устройством при диапазоне измерения от 0 до 25мм класса точности 1:

Глубиномер Г М Ц 25 -1 ГОСТ 7470-92

К рычажно-механическим приборам относятся индикаторы часового типа, измерительные головки с рычажно-зубчатой передачей. Они применяются для измерения размеров и отклонений взаимного расположения поверхностей изделий, а также в качестве отсчетных устройств в различных измерительных приборах и контрольно-измерительных приспособлениях.

Индикаторы часового типа (ГОСТ 577-68) изготавливаются следующих типов [7]: ИЧ – с перемещением измерительного стержня параллельно шкале, с диапазоном измерения 0-2, 0-5 и 0-10мм; ИТ – с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале, с диапазоном измерения 0-2мм. Цена деления 0,001мм. Индикаторы выпускают двух классов точности: нулевого (более точного) и первого.

Инструменты для измерения углов

Для разметки, измерения, установки и проверки угловых размеров применяют плитки угловые, угольники (90°), угломеры с нониусом, угломеры оптические

ские и другие средства измерения; для точной проверки угловых калибров и изделий – синусные линейки (рис.2.5).

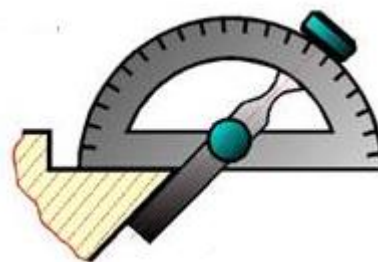


Рисунок 2.5 – Угломер

Для контроля резьбовых поверхностей используют:

- кольца и пробки резьбовые (для наружных поверхностей: кольцо должно навинчиваться на проверяемую деталь; для внутренних – пробка должна ввинчиваться в проверяемую деталь).

- шаблоны для проверки шага резьбы.

К измерительному инструменту специального назначения можно отнести:

- калибр – пробки (предназначены для контроля диаметра отверстий конкретного размера). Калибр – пробка имеет два конца: проходной и непроходной. Диаметр проходного конца равен наименьшему предельному диаметру отверстия и должен свободно проходить в отверстие. Диаметр непроходного конца равен наибольшему предельному диаметру отверстия и в отверстие проходить не должен;

- калибр – кольца (предназначены для контроля наружных диаметров);

- калибр – скобы (предназначены для контроля наружных размеров);

- шаблоны, в том числе радиусные (для контроля внутренних и внешних радиусов);

- калибр – пробки шлицевые;

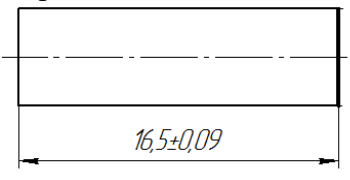
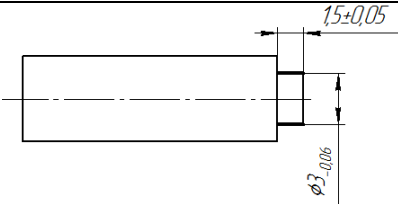
- нормалемеры (для измерения толщины зуба по нормали);

Для единичного и мелкосерийного производства используют универсальный инструмент, в крупносерийном, массовом производстве стараются применять специальный измерительный инструмент, так как время необходимое для контроля поверхностей с его помощью значительно меньше, чем при использовании универсального. Специальный инструмент изготавливают для контроля конкретных поверхностей и стоимость его изготовления окупается только при большом объеме партии деталей.

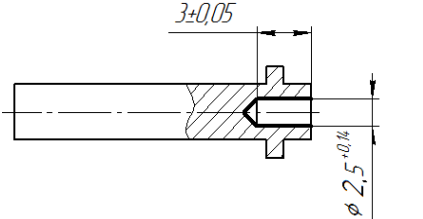
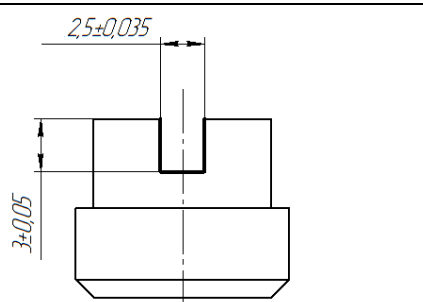
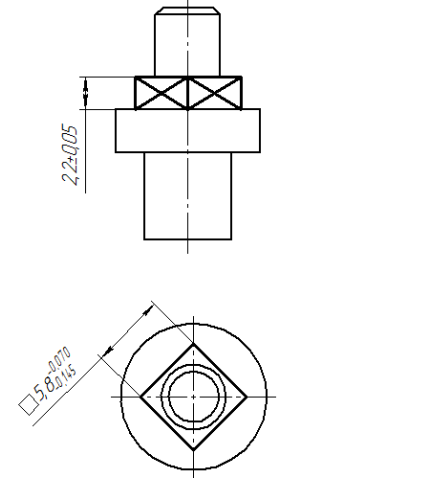
В таблице 2.2 представлены примеры измерения различных поверхностей.

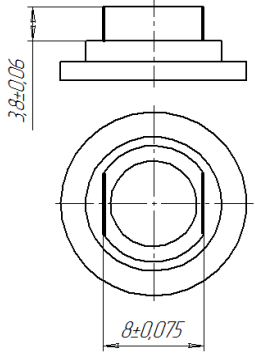
Таблица 2.2

Измерение поверхностей

№ п/п	Операция Операционный эскиз Измеряемые размеры	Рекомендуемый измерительный инструмент, который можно применять для измерения/контроля размеров (единичное, мелкосерийное производство)	Измерительный инструмент, который можно применять для измерения/контроля размеров (крупносерийное, массовое производство)
1	Отрезная  Длина 16,5±0,09	<u>Длина 16,5±0,09:</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90	<u>Длина 16,5±0,09:</u> Калибр-скоба предельная; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90
2	 Длина 1,5±0,05 Диаметр 3-0,06	<u>Длина 1,5±0,05</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; <u>Диаметр 3-0,06</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Микрометр МК 25-1 ГОСТ 6507-90	<u>Длина 1,5±0,05</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 <u>Диаметр 3-0,06</u> Калибр-кольцо предельное; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Микрометр МК 25-1 ГОСТ 6507-90

Продолжение таблицы 2.2.

<p>3</p>	 <p>Диаметр отверстия $2,5^{+0,14}$ Глубина отверстия $3\pm 0,05$</p>	<p><u>Диаметр $2,5^{+0,14}$</u> Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89</p> <p><u>Глубина $3\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 Глубиномер Г М 25 -2 ГОСТ 7470-92</p>	<p><u>Диаметр $2,5^{+0,14}$</u> Калибр-пробка предельная Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75; Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89</p> <p><u>Глубина $3\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 Глубиномер Г М 25 -2 ГОСТ 7470-92</p>
<p>4</p>	 <p>Ширина паза $2,5\pm 0,035$ Глубина паза $3\pm 0,05$</p>	<p><u>Ширина паза $2,5\pm 0,035$</u> Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75</p> <p><u>Глубина паза $3\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>	<p><u>Ширина паза $2,5\pm 0,035$</u> Калибр-пробка прямоугольная (шаблон) Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75</p> <p><u>Глубина паза $3\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>
<p>5</p>	 <p>Сторона квадрата $5,8_{-0,070}^{-0,145}$ Высота квадратного выступа $2,2\pm 0,05$</p>	<p><u>Сторона квадрата $5,8_{-0,070}^{-0,145}$</u> Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота $2,2\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>	<p><u>Сторона квадрата $5,8_{-0,070}^{-0,145}$</u> Калибр-скоба предельная; Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота $2,2\pm 0,05$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>

6	 <p>Ширина выступа $8,0\pm 0,075$ Высота выступа $3,8\pm 0,06$</p>	<p><u>Ширина выступа $8,0\pm 0,075$</u> Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота выступа $3,8\pm 0,06$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>	<p><u>Ширина выступа $8,0\pm 0,075$</u> Калибр-скоба предельная; Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90</p> <p><u>Высота выступа $3,8\pm 0,06$</u> Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>
<p><i>Примечание:</i> рекомендуется выбирать измерительный инструмент при измерении, которым необходимо меньше время, а в единичном и мелкосерийном производстве необходимо также учитывать наличие инструмента на предприятии.</p>			

3. РАСЧЕТЫ НОРМ РАСХОДА МАТЕРИАЛА

Рассмотрим этапы расчета норм расхода материала, в случае если деталь изготавливается из сортового проката. Необходимые сведения о различных видах проката (размеры, точность изготовления, качество поверхности и др.) заключены в ГОСТах на сортамент.

Для расчета норм расхода материала необходимо определить массу заготовки согласно формуле:

$$M_3 = \rho \cdot V_3, \quad (3.1)$$

где ρ – плотность материала, кг/см³; V_3 – объем заготовки, см³. Объем заготовки определяется по плюсовым допускам.

Объем заготовки в форме цилиндра равен:

$$V = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3,$$

где D_3 – диаметр заготовки, L_3 – длина заготовки.

Объем полого цилиндра (трубы):

$$V = \pi \cdot (R_3^2 - r_3^2) \cdot L_3,$$

где R_3 – радиус наружного цилиндра, r – радиус внутреннего цилиндра.

Объем заготовки в форме прямоугольника равен:

$$V = h \cdot b \cdot L,$$

где L – длина, h – высота, b – ширина прямоугольника.

Объем заготовки в виде шестигранника:

$$V = 3,464 \cdot r_3^2 \cdot L_3,$$

r_3 – радиус вписанной в шестигранник окружности.

Диаметр заготовки и ее длина указывается в задании на курсовой проект.

Принимая во внимание все потери материала (угар, облой, некрatность, на отрезку и т.д.), в зависимости от метода получения заготовки определяют норму расхода материала на проектируемую деталь. Потери материала на деталь, изготавливаемую из проката, состоят из [12]:

- потери на зажим прутка при отрезке заготовок $\Pi_{\text{зж}}$;
- потери на обрезку торцов прутка $\Pi_{\text{о.т}}$.
- потери на некрatность $\Pi_{\text{нк}}$;
- потери на отрезку деталей от прутка $\Pi_{\text{отр}}$.

Потери при выбранной длине зажима $\Pi_{\text{зж}}$ находятся по формуле:

$$\Pi_{\text{зж}} = (l_{\text{зж}} \cdot 100) / L_{\text{пр}}, \quad (3.2)$$

где $l_{\text{зж}}$ – минимальная длина опорного (зажимного) конца, мм. Она должна быть достаточной для создания надежного контакта при уравнивании опрокидывающего момента; её выбирают в каждом отдельном конкретном случае. Размеры зажимных концов определяют в зависимости от размеров зажимных патронов и зажимных штанг, как правило, по действующим нормативам. Их величина колеблется в пределах 45 - 200 мм при обработке заготовок на автоматах. В мелкосерийном производстве при отрезке на универсальных токарных станках этот вид потерь отсутствует.

Потери на торцовую обрезку проката $\Pi_{\text{о.т}}$ рассчитываются [12]:

$$\Pi_{\text{о.т}} = (l_{\text{о.т}} \cdot 100) / L_{\text{пр}}, \quad (3.3)$$

Длина торцового обрезка $l_{o.t}$ зависит от размеров сечения проката и обычно составляет $l_{o.t} = (0,3 \div 0,5) \cdot a$, где a – сторона квадрата (диаметр круга).

Некратность длины проката определяется, исходя из выбранной длины проката и заготовки с учетом потерь от выбранного метода заготовительного раскроя. При расчете некратности длины проката необходимо стремиться к нулю или минимальным величинам. Некратность в зависимости от принятой длины проката находится согласно формуле:

$$L_{нк} = L_{пр} - x (L_3 + l_p) - l_{зж} - l_{o.t}, \quad (3.4)$$

где $L_{пр}$ – длина выбранного проката, мм; x – число заготовок, изготавливаемых из принятой длины проката, шт.; L_3 – длина заготовки, мм; l_p – ширина реза, мм; $l_{o.t}$ – длина торцового обрезка проката, мм; $l_{зж}$ – минимальная длина опорного (зажимного) конца, мм.

Число заготовок, изготавливаемых из принятой длины проката находятся по формуле:

$$x = \frac{L_{пр} - l_{o.t} - l_{зж}}{L_3 + l_p}, \quad (3.5)$$

Величина реза l_p выбирается из табл. 3.1. или 3.2. в зависимости от способа резки материала.

Таблица 3.1

Ширина отрезного реза в зависимости от диаметра прутка

Диаметр прутка, мм	2-4	4,1-5	5,1-8	8,1-14	14,1-22	22,1-32	32,1-40	40,1-60
Ширина реза, мм	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Величина реза

Оборудование для резки	Ширина реза l_p , мм, при толщине заготовки, мм		
	до 4	от 4 до 12	свыше 12
Гильотинные ножницы	0	-	-
Рычажные ножницы	-	0	-
Дисковые ножницы	0	0	0
Дисковая пила	-	-	5-10
Газовая резка	-	-	10
Фрезерный станок (только для цветного материала)	-	4	6
Примечание. Прочерк в графах указывает на неприменимость данного вида оборудования для резки материала.			

Потери материала на некрatность $\Pi_{нк}$ вычисляются формулой [12]:

$$\Pi_{нк} = (L_{нк} \cdot 100) / L_{пр}, \quad (3.6)$$

где $L_{нк}$ – длина некрatности, $L_{пр}$ – длина проката.

Потери на отрезку заготовки $\Pi_{отр}$ вычисляются формулой [12]:

$$\Pi_{отр} = (l_p \cdot x \cdot 100) / L_{пр}. \quad (3.7)$$

$\Pi_{п.о}$, $\Pi_{нк}$, $\Pi_{о.т}$, $\Pi_{заж}$, $\Pi_{отр}$ выражены в процентах от общей длины проката.

Общие потери материала, при изготовлении деталей из проката находятся по формуле:

$$\Pi_{п.о} = \Pi_{нк} + \Pi_{о.т} + \Pi_{заж} + \Pi_{отр}. \quad (3.8)$$

Расход материала на заготовку с учетом технологических потерь находится по формуле:

$$M_{з.п} = M_з(100 + \Pi_{п.о}) / 100 \quad (3.9)$$

Основным показателем, характеризующим экономичность выбранного метода изготовления заготовок, является коэффициент использования материала, выражающий отношение массы детали к массе заготовки.

Коэффициент использования материала с учетом технологических потерь находится по формуле:

$$K_{и.м} = M_{д}/M_{з.п}, \quad (3.10)$$

где $M_{д}$ – масса детали по рабочему чертежу, кг; $M_{з.п}$ – расход материала на одну деталь с учетом технологических потерь, кг.

Для рационального расходования материала необходимо повышать коэффициент его использования, он должен быть не ниже 0,75.

Пример 1. Рассчитать норму расхода материала для детали, изображенной на рис.3.1. для мелкосерийного производства, материал сталь А12 ГОСТ 7417-75. Длина прутка 4м, он режется на дисковых ножницах на прутки длиной 1м, а затем на необходимую длину (равную длине заготовки) на токарном станке.

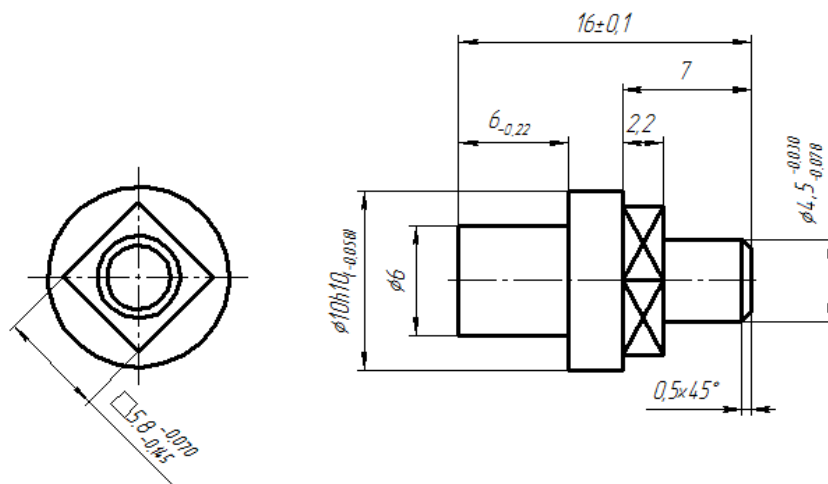


Рисунок 3.1 – Чертеж корпуса

Решение: Выбираем заготовку из проката. Максимальный диаметр детали 10h10. Согласно ГОСТ 7417-75 (Приложение 2, таблица 2) материал диаметром 10мм выпускается по 12, 11, 10 и 9 квалитетам, так как материал данного диаметра и точности производится в качестве заготовки выбираем пруток калиброванный точность по 10 квалитету, также можно взять пруток диаметров 10h9, чтобы иметь запас по точности.

Припуски на подрезание торцовых поверхностей будут отсутствовать, так как длина детали 16 с допуском 0,2мм ($16 \pm 0,1$), а на токарном станке при отрезке можно получить деталь с допусками по 9 качеству.

Рассчитаем массу заготовки, нормы расхода материала и коэффициент использования материала. Исходные данные:

- плотность материала $\rho = 0,00785$ г/мм³,
- диаметр заготовки (диаметр прутка) $D_3 = 10$ мм,
- длина заготовки $L_3 = 16,1$ мм (расчет ведется по плюсовым допускам),
- длина прутка $L_{пр} = 1000$ мм (согласно задания прутки длиной 4м разрезаются на прутки 1м на дисковых ножницах, поэтому ширина реза равна нулю (таблица 3.2.),
- длина зажима $l_{зж} = 0$ мм (при отрезании заготовок на универсальных станках можно исключить этот вид потерь),
- ширина отрезного резца $l_p = 2$ мм (выбирается по таблице 3.1 в зависимости от диаметра прутка).

Определяем объем заготовки:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_{з.п}^2}{4} \cdot L_3 = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 16 = 1\,256 \text{ мм}^3.$$

Массу заготовки определяем по формуле (3.1):

$$G_3 = \rho V_3 = 0,00785 \cdot 1256 = 9,8596 \text{ г.}$$

Округляем до 9,9г (округлять следует в большую сторону), масса одной заготовки 0,0099кг.

Рассчитаем потери материала. Длину торцового обрезка проката определяем из соотношения:

$$L_{о.т} = (0,3 \div 0,5) d,$$

где d – диаметр сечения заготовки, мм ($d = 10$ мм).

$$L_{о.т} = 0,3 \cdot 10 = 3,0 \text{ мм.}$$

Число заготовок, исходя из принятой длины проката, определяется по формуле (3.5):

$$x_1 = \frac{L_{\text{пр}} - l_{\text{зж}} - l_{\text{о.т}}}{L_3 + l_p} = \frac{1000 - 0 - 3,0}{16,1 + 2} = 55,08 \text{ шт.}$$

получаем 55 заготовок (всегда берется только целое число заготовок).

Остаток длины (некратность) определяется в зависимости от принятой длины проката по формуле (3.4). Из проката длиной 4 м остаток равен:

$$L_{\text{нк1}} = 1000 - 3,0 - 0 - ((16,1+2) \cdot 55) = 1,5 \text{ мм};$$

$$\Pi_{\text{нк1}} = (1,5 \cdot 100)/1000 = 0,15\%,$$

Потери материала на зажим при отрезке по отношению к длине проката составят:

$$\Pi_{\text{зж}} = (0 \cdot 100)/1000 = 0\%.$$

Потери материала на длину торцевого обрезка проката составят:

$$\Pi_{\text{о.т}} = (3,0 \cdot 100)/1000 = 0,3\%.$$

Потери материала на отрезку заготовки составят:

$$\Pi_{\text{о.т}} = (2 \cdot 55 \cdot 100)/1000 = 11,0\%.$$

Общие потери к длине выбранного проката определяются по формуле (3.8):

$$\Pi_{\text{п.о}} = 0,15 + 0 + 0,3 + 11,0 = 11,45 \%$$

Расход материала на одну деталь с учетом всех технологически неизбежных потерь определяем по формуле (3.9):

$$M_{3.п} = 9,9 \cdot (100 + 11,45)/100 = 11,03355 \text{ г},$$

округляем до 11,04 г или 11,04 кг на 1000 шт. деталей.

Далее рассчитывается коэффициент использования материала:

$$K_{\text{и.м}} = M_{\text{д}}/M_{3.п}$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали, $M_{3.п}$ – масса заготовки.

Для расчета массы детали считаем сначала ее объем. Для этого разобьем ее на несколько частей:

1. цилиндр $\varnothing 6$ мм длиной 6 мм – V_1 ;
2. цилиндр $\varnothing 10$ мм длиной 3 мм – V_2 ;
3. параллелепипед 5,8 x 5,8 x 3 мм – V_3 ;

4. цилиндр $\varnothing 4,5$ мм длиной 4,8 мм – V_4 ;

При расчете объем фаски не учитывается.

В итоге объем готовой детали равен

$$V_{дет} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \cdot 6 + \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 3 + 5,8 \cdot 5,8 \cdot 2,2 + \frac{3,14 \cdot 4,5^2}{4} \cdot 4,8 = \\ = 169,56 + 235,5 + 74,008 + 76,302 = 555,37$$

масса детали – 4,36 г.

$$K_{и.м} = M_{д}/M_{з.п} = 4,36/11,04 = 0,395.$$

Пример 2. Рассчитать норму расхода материала для детали, изображенной на рис.3.1. для крупносерийного производства, материал сталь А12 ГОСТ 7417-75. Длина прутка 2 м, заготовки нужной длины отрезаются на токарных станках автоматах, длина зажима прутка в станке 150 мм.

Решение: Диаметр и длина заготовки берутся из примера 1. Исходные данные:

- плотность материала $\rho = 0,00785$ г/мм³,
- диаметр заготовки (диаметр прутка) $D_3=10$ мм,
- длина заготовки $L_3=16,1$ мм (расчет ведется по плюсовым допускам),
- длина прутка $L_{пр}=2000$ мм
- длина зажима $l_{зак}=150$ мм (при отрезании заготовок на универсальных станках можно исключить этот вид потерь),
- ширина отрезного резца $l_p=2$ мм (выбирается по таблице 3.1 в зависимости от диаметра прутка).

Масса заготовка 9,9г (расчет аналогичен приведенному в примере 1).

Рассчитаем потери материала.

Длину торцевого обрезка проката определяем из соотношения:

$$L_{о.т} = (0,3 \div 0,5) d,$$

где d – диаметр сечения заготовки, мм ($d = 10$ мм).

$$L_{о.т} = 0,3 \cdot 10 = 3,0 \text{ мм.}$$

Число заготовок, исходя из принятой длины проката, определяется по формуле (3.5):

$$x_2 = \frac{L_{\text{пр}} - l_{\text{зж}} - l_{\text{о.т}}}{L_3 + l_p} = \frac{2000 - 150 - 3,0}{16,1 + 2} = 102,04 \text{ шт.}$$

получаем 102 заготовки (всегда берется только целое число заготовок).

Остаток длины (некратность) определяется в зависимости от принятой длины проката по формуле (3.4). Из проката длиной 2 м остаток равен:

$$L_{\text{нк2}} = 2000 - 3,0 - 150,0 - ((16,1+2) \cdot 102) = 0,8 \text{ мм};$$

$$\Pi_{\text{нк1}} = (0,8 \cdot 100) / 2000 = 0,04\%,$$

Потери материала на зажим при отрезке по отношению к длине проката составят:

$$\Pi_{\text{зж}} = (150 \cdot 100) / 2000 = 7,5\%.$$

Потери материала на длину торцевого обрезка проката составят:

$$\Pi_{\text{о.т}} = (3,0 \cdot 100) / 2000 = 0,15\%.$$

Потери материала на отрезку заготовки составят:

$$\Pi_{\text{о.т}} = (2 \cdot 102 \cdot 100) / 2000 = 10,2\%.$$

Общие потери к длине выбранного проката определяются по формуле (3.8):

$$\Pi_{\text{п.о}} = 0,04 + 7,5 + 0,15 + 10,2 = 17,89\%.$$

Расход материала на одну деталь с учетом всех технологически неизбежных потерь определяем по формуле (3.9):

$$M_{3,\text{п}} = 9,9 \cdot (100 + 17,89) / 100 = 11,67 \text{ г},$$

или 11,67 кг на 1000 шт. деталей.

Далее рассчитывается коэффициент использования материала:

$$K_{\text{и.м}} = M_{\text{д}} / M_{3,\text{п}}$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали, $M_{3,\text{п}}$ – масса заготовки. Масса детали – 4,36 г (расчет приведен в примере 1)

$$K_{\text{и.м}} = 4,36 / 11,67 = 0,374.$$

4. НОРМИРОВАНИЕ ЗАТРАТ ТРУДА

Исходным документом при нормировании операции технологического процесса является операционная технологическая карта. Норма времени на любую станочную работу определяется по формуле

$$T_{\text{ш.к.}} = T_o + T_v + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{отд.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{N},$$

где $T_{\text{ш.к.}}$ – штучно-калькуляционное время на обработку одной единицы изделия; T_o – основное время (время, непосредственно затрачиваемое на изменение формы и размеров изделия); T_v – вспомогательное время (время, затрачиваемое на выполнение приемов, помогающих произвести на станке изменение формы и размеров изделия); $T_{\text{обсл.}}$ – время обслуживания рабочего места (смена затупившегося инструмента, сметание стружки, смазка, чистка станка и т. п.); $T_{\text{отд.}}$ – время на отдых и личные надобности; N – число деталей в партии; $T_{\text{п.з.}}$ – норма подготовительно-заключительного времени на партию деталей в N штук.

4.1. Определение основного времени

Основное технологическое время T_o (мин) рассчитывается по каждому переходу на основании установленных режимов резания по формулам [12].

Для токарных и сверлильных работ:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \quad (4.1)$$

для резьбонарезных работ:

$$T_o = \left(\frac{L}{n \cdot S} + \frac{L}{n_{\text{обр}} \cdot S} \right) \cdot i, \quad (4.2)$$

для фрезерных работ:

$$T_o = \frac{L}{S_M} \cdot i = \frac{L}{S_z \cdot z \cdot n} \cdot i, \quad (4.3)$$

где L – расчетная длина обработки (рассчитывается по формулам из таблицы 4.1), мм; n – частота вращения шпинделя (рассчитывается по формуле (4.4)), об/мин; $n_{обр}$ – частота вращения шпинделя при холостом вращении в обратную сторону ($n_{обр} \geq n$), об/мин; S – подача за один оборот шпинделя, мм/об; S_m – подача за одну минуту, мм/мин; S_z – подача на зуб (из приложение 4), мм/зуб; z – число зубьев фрезы, i – количество проходов. Описание подачи, скорости резания, глубины резания для различных операций механообработки приведены в [13, 15].

Число оборотов шпинделя вычисляется по формуле:

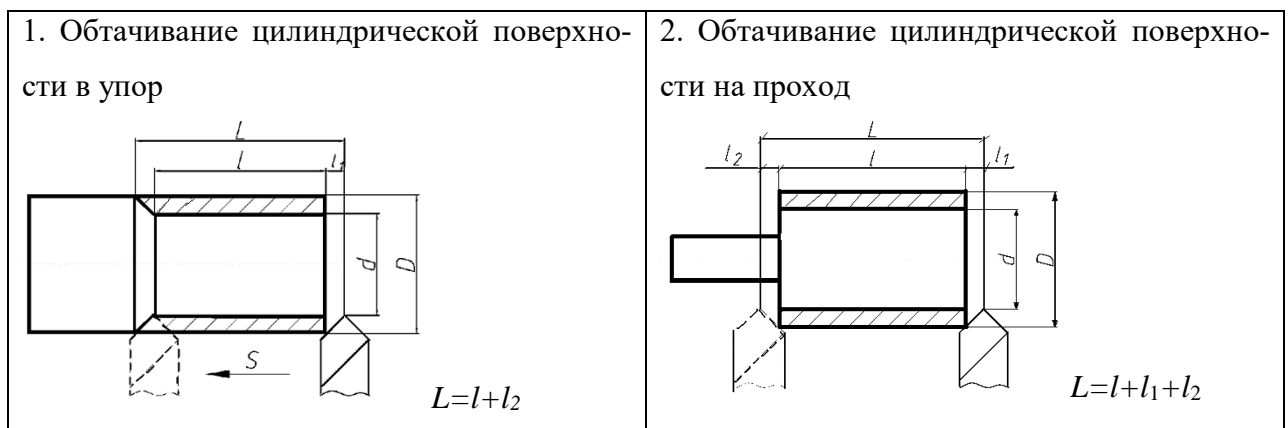
$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (4.4)$$

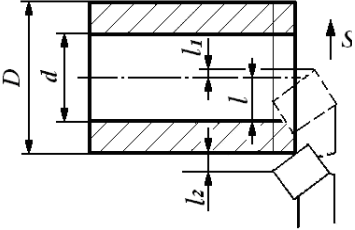
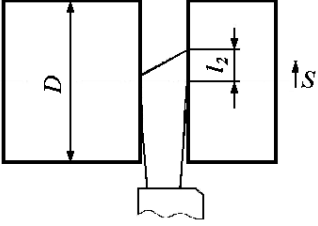
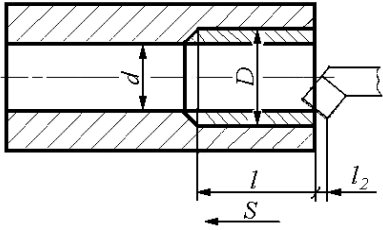
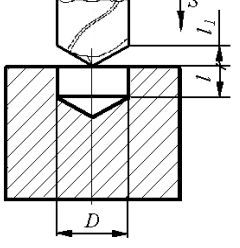
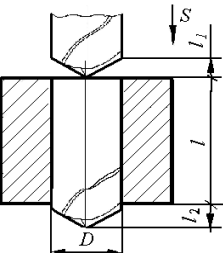
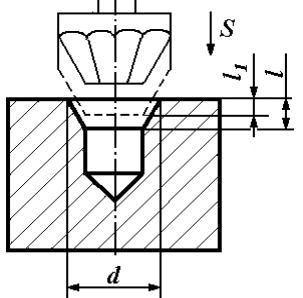
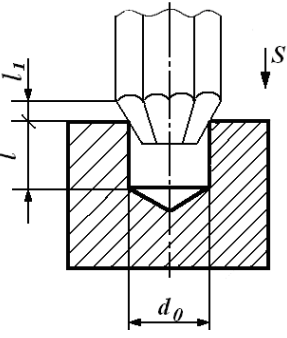
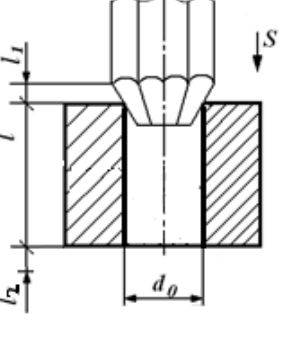
где v – скорость резания (см. приложения 3); D – диаметр заготовки при точении, сверлении на токарных станках или диаметр фрезы при фрезеровании или диаметр сверла при сверлении на сверлильных станках, мм. Далее полученное значение округляется до ближайшего согласно техническим данным станка.

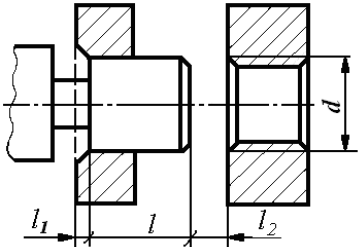
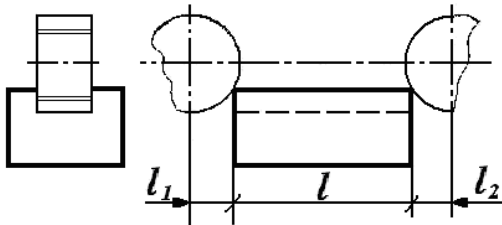
В таблице 4.1 [12] приведены наиболее часто встречающиеся схемы обработки при точении, нарезании резьбы, сверлении и фрезеровании и соответствующие этим схемам формулы расчета длины обработки, принимаемой при определении основного времени.

Таблица 4.1

Схемы обработки при точении, нарезании резьбы, сверлении и фрезеровании и формулы расчета длины обработки



<p>3. Подрезка торца</p>  <p>не сплошного сечения: $L=(D-d)/2+l_1+l_2$ сплошного сечения: $L=D/2+l_1+l_2$</p>	<p>4. Отрезка заготовки</p>  <p>не сплошного сечения: $L=(D-d)/2+l_2$ сплошного сечения: $L=D/2+l_2$</p>
<p>5. Растачивание</p>  <p>$L=l+l_2$</p>	<p>6. Сверление глухого отверстия</p>  <p>$L=l+l_2$</p>
<p>7. Сверление сквозного отверстия (расверливание отверстия)</p>  <p>$L=l+l_1+l_2$</p>	<p>8. Зенкование</p>  <p>$L=l+l_1$ $l_1=1$</p>
<p>9. Нарезание резьбы метчиком в упор</p>  <p>$L=L_{обр}=l+l_1$</p>	<p>10. Нарезание резьбы метчиком на проход</p>  <p>$L=L_{обр}=l+l_1+l_2$</p>

<p>11. Нарезание резьбы плашкой</p>  <p>$L=L_{\text{обр}}=l+l_1+l_2$</p>	<p>12. Фрезерование дисковыми фрезами на проход</p>  <p>$L= l+l_1+l_2$</p>
<p>Примечание: L – общая длина обработки; l – длина обработки по чертежу; l_1 и l_2 – величина врезания и перебега инструмента, мм (зависит от конструкции режущих элементов инструмента, вида и условий обработки, эта величина определяется по таблицам).</p>	

В таблицах 4.2 – 4.5 [12] даны значения величины врезания и перебега l_1 , l_2 при различных видах обработки.

Таблица 4.2

Величины врезания и перебега инструмента при обработке резцами

Типы резцов	Угол резца в плане ϕ , град	Величина врезания и перебега $l_1 + l_2$ мм при глубине врезания t , мм			
		до 1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-6,0
Проходные	45	2	3,5	6	8
Подрезные	60	2	2,5	4	5
Расточные	75	2	2,5	3	4
	90	3-5			
Прорезные и отрезные		2-5			
Резьбовые	На проход	$(5-8) \cdot S$			
	В упор	$(3-4) \cdot S$			
Примечание: S – шаг резьбы, мм					

Таблица 4.3

Величина врезания и перебега при обработке торцевыми фрезами

Ширина фрезерования или ширина паза В, мм	Диаметр фрезы, мм								
	16	20	25	32	40	50	63	80	100
	$l_1 + l_2$, мм								
до 10	3,0	2,5	-	-	-	-	-	-	-
от 10 до 15	-	4,5	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,2	-
от 15 до 20	-	-	6,5	5,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0

Таблица 4.4

Величины врезания и перебега инструмента при обработке сверлами, раз- вертками, метчиками и плашками

Вид обработки	Диаметр инструмента, мм, до										
	3	5	10	15	20	25	30	50	50	60	
	$l_1 + l_2$, мм										
Сверление на проход	2	2,5	5	6	8	10	12	15	18	23	
Сверление в упор	1,5	2	4	5	7	9	11	14	17	21	
Рассверливание при глубине резания, мм до	5	-	-	-	4	4	5	5	5	6	6
	10	-	-	-	-	-	8	8	8	9	9
	15	-	-	-	-	-	-	-	11	12	12
Развертывание на проход	8	8	9	15	18	19	19	24	25	26	
Развертывание в упор	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	
Зенкование	0,5		1					1,5			
Нарезание резьбы метчиками на проход (4-8) · S											
Нарезание резьбы метчиками в упор (2,5-8) · S											
Нарезание резьбы плашками (1,5-2) · S											
<i>Примечание: S – это шаг резьбы.</i>											

Таблица 4.5

Величины врезания и перебега при обработке цилиндрическими дисковыми, концевыми, прорезными и фасонными фрезами

Глубина резания, мм	Диаметр фрезы, мм									
	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100
	$l_1 + l_2$, мм									
0,5	3,0	4,0	4,0	5,0	5,5	6,5	7	8	9	10
1,0	4,0	5,0	5,0	6,5	7	8,5	9	10	11	13
1,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	11	12	13	15
2	5,0	6,5	7,0	8,5	9,5	11	12	14	15	17
3	5,5	7,5	8,0	9,5	11	13	14	16	18	20
4	6,0	8,0	9,0	11	12	14	16	18	20	23
5	-	8,5	9,5	12	13	15	17	20	22	25
6	-	-	10,	12	14	16	18	21	24	27
7	-	-	11,0	13	15	17	19	22	25	29
8	-	-	-	13	15	18	20	24	27	30
9	-	-	-	-	16	19	21	25	28	32

Таким образом, по таблицам 4.2.– 4.5 находятся величины врезания и перебега инструмента.

4.2. Определение вспомогательного времени

По содержанию каждого перехода устанавливается необходимый комплекс вспомогательных приемов. Вспомогательное время T_v (мин) определяется суммированием времени, затрачиваемого на выполнение установленных вспомогательных приемов, по следующим элементам вспомогательного времени: на установку и снятие детали; на приемы управления станком; на измерение деталей. В табл. 4.6–4.13 [12] приведен перечень приемов и времени по всем трем элементам вспомогательного времени.

Таблица 4.6

Вспомогательное время на установку и снятие заготовки на токарных станках

В цанговом патроне		В разных приспособлениях		На оправках	
Диаметр прутка, мм	Время, мин	Способ крепления заготовки в приспособлении	Время, мин	Вид оправки	Время, мин
До 20	0,24	Рукояткой пневматического зажима	0,04	Гладкая	0,1
до 30	0,26			Гладкая с гайкой	0,4
до 40	0,28				

Таблица 4.7

Вспомогательное время, связанное с переходом

Характер обработки	Время, мин
Продольное точение, растачивание:	
с установкой резца по упору или лимбу	0,15
со взятием одной пробной стружки (11+12-го качества)	0,38
Поперечная обточка, подрезка, отрезка:	
резцом, установленным на размер	0,10
с установкой резца по упору или лимбу	0,14
со взятием одной пробной стружки	0,28
Расточка внутренних канавок с установкой резца на размер	0,28
Обточка фасок и галтелей	0,04
Накатывание	0,08
Нарезание резьбы резцом с промером резьбовым кольцом или пробкой	0,47
Нарезание резьбы метчиком или плашкой	0,25
Сверление, рассверливание и т.п. с отводом и подводом задней бабки	0,36

Таблица 4.8

Вспомогательное время на измерение деталей (наибольший измеряемый диаметр – 100 мм, наибольшая измеряемая длина – 200 мм)

Измерительный инструмент	Время, мин
Штангенциркуль	0,19
Микрометр, индикатор, нутромер	0,23
Скоба двухсторонняя предельная (11-14 квалитет)	0,14
Скоба двухсторонняя предельная (8-10 квалитет)	0,21
Пробка двухсторонняя предельная (11-14 квалитет)	0,19
Пробка двухсторонняя предельная (8-10 квалитет)	0,28
Резьбовые кольца, резьбовые пробки	0,5
Шаблоны (7-14 квалитет)	0,12

Таблица 4.9

**Вспомогательное усредненное время на установку и снятие детали
в кондукторах**

Характеристика кондуктора	Габаритные размеры, мм	Время, мин
Накладные, пальцевые с винтовым или эксцентриковым зажимом	100x100	0,35
	200x200	0,40
Со съемной крышкой (функции крепления выполняет съемная крышка)	100x100	0,40
	200x200	0,45
Деталь крепится накладной планкой или крышкой с последующим завертыванием крепежными винтами	100x100	0,50
	200x200	0,55

Примечание. Кондуктор предназначен для точного позиционирования обрабатываемой детали для проведения ряда машинных операций, например, сверления по заданному размеру и положению детали в пространстве.

Таблица 4.10

Вспомогательное время, связанное с переходом (на сверлильных станках)

Рабочие приемы	Площадь детали, см ²		
	до 35	до 75	свыше 75
	Время, мин		
Включить и выключить станок	0,04		
Подвести и отвести сверло, зенковку или зенкер	0,04		
Подвести метчик или развертку	0,08	0,08	0,10
Подвести деталь с кондуктором под сверло и отвести	0,05	0,07	0,10
Передвинуть деталь с кондуктором	0,06	0,07	0,09
Передвинуть кондуктор	0,04	0,05	0,07

Таблица 4.11

**Вспомогательное время на установку и снятие деталей (без крепления)
на фрезерных станках**

Способ установки детали	Время, мин
По двум плоскостям или по цилиндрической поверхности на призму (тиски)	0,08
На концевой оправке с креплением гайкой	0,43
На концевой резьбовой оправке	0,26

Таблица 4.12

Вспомогательное время на закрепление и снятия детали на фрезерных станках

Способ крепления детали	Время, мин
Рукояткой пневматического зажима	0,04
Гайкой или винтом от руки	0,06
Гайкой или винтом с помощью ключа	0,16

Таблица 4.13

**Вспомогательное время на измерения размеров, полученных
на фрезерных станках**

Измерительный инструмент	Точность измерения, квали- тет	Измеряемый размер, мм			
		25	50	100	200
Шаблон	-	0,12	0,13	0,15	0,18
Калибр-пробка	7-9	0,16	0,18	0,24	-
Калибр-пробка	11-13	0,13	0,15	0,19	-
Скоба предельная	7-9	0,09	0,09	0,11	-
Скоба предельная	11-14	0,06	0,06	0,07	-

Данные из таблиц 4.6–4.13 [12] позволяют находить вспомогательное время на обработку деталей.

**4.3. Определение времени обслуживания рабочего места, времени отдыха и
подготовительно заключительного времени**

Время на обслуживание рабочего места $T_{\text{обсл}}$ состоит из двух частей: времени на техническое обслуживание рабочего места, которое затрачивается на смену затупившегося режущего инструмента, на регулировку и подналадку станка во время работы, на уборку стружки на рабочем месте; времени на организационное обслуживание рабочего места, которое требуется для раскладки инструмента в начале смены и уборки его в конце смены, смазки и чистки станка, уборки рабочего места.

Сумма времени обслуживания рабочего места и времени отдыха составляют дополнительное время. Дополнительное время определяется в процентах:
 $T_{\text{отд}} = (0,05 \dots 0,15) \cdot (T_o + T_v)$.

Подготовительное время представлено в таблицах (4.14 – 4.16) [12].

Таблица 4.14

**Подготовительно-заключительное время на пробную обработку деталей
при наладке токарно-револьверного станка**

Количество резцов, устанавливаемых на размер с допусками на обработку до 0,1 мм	(T_o+T_v) мин , до...				
	3	5	10	15	св.15
	Время, мин				
1	4	6	10	12	15
2	5	7	11	13	16
3	7	9	13	15	18

Примечание. Подготовительно-заключительное время на получение и сдачу инструмента, приспособления, ознакомление с работой, сдачу готовой продукции составляет приблизительно 10 минут.

Таблица 4.15

Подготовительно-заключительное время при использовании фрезерного станка

Содержание приемов	Время, мин
Наладка станка, установка инструмента, приспособления	18
Получение и сдача инструмента, приспособления, продукции; ознакомление с работой	10

Таблица 4.16

**Подготовительно – заключительное время при использовании
резьбонарезных станков**

Содержание приемов	Время, мин
Наладка станка, установка инструмента	3
Получение и сдача инструмента, приспособления, продукции; ознакомление с работой	10

Пример 3. Рассчитать штучно-калькуляционное время на изготовление детали представленной на рис. 4.1. Объем партии $N=250$ шт./мес., материал сталь А12. Технологический процесс для мелкосерийного производства приведен в таблице 4.17. Контроль полученных размеров – сплошной.

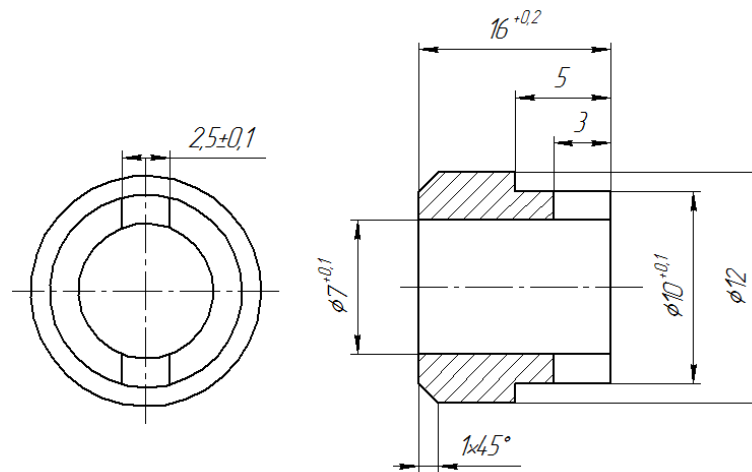
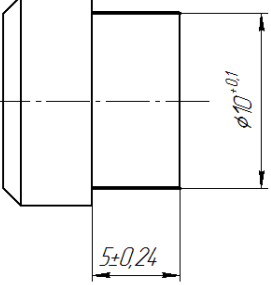
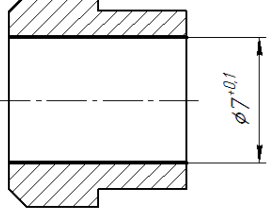
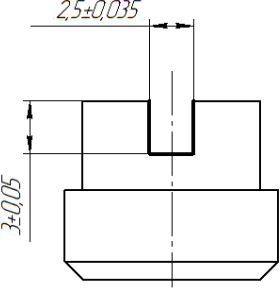


Рис. 4.1. Втулка

Таблица 4.17

Маршрут изготовления детали

№	Наименование операции Описание операции	Операционный эскиз	Оборудование Технологическая оснастка
010	Отрезная Точить фаску, отрезать заготовку, выдерживая размеры согласно эскизу		Токарный станок универсальный Патрон для детали, резец фасочный, резец отрезной Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89

020	<p>Токарная</p> <p>Точить наружную поверхность, выдерживая размеры согласно эскизу</p>		<p>Токарный станок универсальный</p> <p>Патрон для детали, резец проходной</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ- I-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>
030	<p>Сверлильная</p> <p>Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размеры согласно эскизу</p>		<p>Токарный станок универсальный</p> <p>Патрон для детали, сверло</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ- I-125-0,01 ГОСТ 166-89</p>
040	<p>Фрезерная</p> <p>Фрезеровать раз, выдерживая размеры согласно эскизу</p>		<p>Фрезерный станок</p> <p>Цанга для детали, фреза</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ- I-125-0,01 ГОСТ 166-89</p> <p>Нутромер 2-3 ГОСТ 9244-75.</p>

Решение: Согласно выбранному маршруту определим основное время. Данные расчетов представлены в таблице 4.18.

Расчет основного времени

Операция	Расчет основного времени
010 Отрезная	<p><i>Основное время на точение фаски</i></p> <p>$L=l+l_1$ (из табл. 4.1, обтачивание цилиндрической поверхности в упор), $L=1+2=3$ мм, где l = длина обрабатываемого участка по чертежу (1,0 мм), $l_1=2$ мм берем из табл. 4.2 (резец проходной, глубина резания t до 1мм).</p> <p>$S = 0,06$ мм/об (см. таблицу 1, приложение 4, глубина резания 1мм, диаметр детали до 18мм),</p> <p>$v = 40$ м/мин (см. приложение 3, операция – точение, материал сталь А12).</p> $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 10} = 1273,89 \text{ об/мин. Округляем до } n=1250$ <p>об/мин.</p> $T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{3}{1250 \cdot 0,06} = 0,04 \text{ мин.}$ <p><i>Основное время на отрезку заготовки</i></p> <p>$L=D/2+l_2$ из табл. 4.1 (отрезка сплошного материала),</p> <p>$L=12/2+3=9$мм, $l_2=3$ мм берем из табл. 4.2 (резец отрезной).</p> <p>$S = 0,06$мм/об (см. таблицу 3, приложение 4, диаметр обработки до 20 мм, материал – сталь);</p> <p>$v = 40$ м/мин (см приложение 3, операция – отрезка, материал сталь А12).</p> $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 12} = 1061,6 \text{ об/мин. Округляем до } n=1000$ <p>об/мин.</p> $T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{9}{1000 \cdot 0,06} = 0,15 \text{ мин.}$

<p>020 Токарная</p>	$t = \frac{d_{\text{заг}} - d_{\text{дет}}}{2} = \frac{12 - 10}{2} = 1,0 \text{ мм.}$ <p>$L = l + l_1$ (из табл. 4.1, обтачивание цилиндрической поверхности в упор),</p> <p>$L = 5 + 2 = 7$ мм, где l = длина обрабатываемого участка по чертежу (5,0 мм), $l_1 = 2$ мм берем из табл. 4.2 (резец проходной, глубина резания t до 1мм).</p> <p>$S = 0,06$ мм/об (см. таблицу 1, приложение 4, глубина резания 1мм, диаметр детали до 18мм),</p> <p>$v = 40$ м/мин (см. приложение 3, операция – точение, материал сталь А12).</p> $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 10} = 1273,89 \text{ об/мин.}$ <p>Округляем до $n = 1250$ об/мин.</p> $T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{7}{1250 \cdot 0,06} = 0,09 \text{ мин.}$
<p>030 Сверлильная</p>	<p>$L = l + l_1 + l_2$, из табл. 4.1 (сверление сквозного отверстия),</p> <p>$L = l + l_1 + l_2 = 16 + 5 = 21$ мм ($l_1 + l_2 = 5$ мм берем из таблицы 4.4, сверление на проход, диаметр сверла до 10мм).</p> <p>$S = 0,15$ мм/об (см. приложение 4, твердость стали А12 НВ=160, диаметр до 8мм),</p> <p>$v = 30$ м/мин (см приложение 3).</p> $n = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 7} = 1364 \text{ об/мин.}$ <p>Округляем до $n = 1250$ об/мин.</p> $T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{21}{1250 \cdot 0,15} = 0,03 \text{ мин.}$

<p>040 Фрезерная</p>	<p>$t=5$мм (глубина паза).</p> <p>$L=l+l_1+l_2$ (из табл. 4.1, фрезерование дисковыми фрезами на проход),</p> <p>$L=l+l_1+l_2=10+14=24$мм ($l_1+l_2=14$ мм, выбирается из табл. 4.5, фрезерование дисковыми фрезами глубина фрезерования 3 мм, диаметр фрезы 50 мм. Диаметр фрезы определяется по приложению 5).</p> <p>$S=0,5$ мм/зуб (см. таблицу 4 приложение 4, фрезерование дисковыми фрезами из быстрорежущей стали Rz 3,2),</p> <p>$v=120$ м/мин (см. приложения 3).</p> <p>$n=\frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 50}=766$ об/мин. Округляем до $n=800$ об/мин.</p> <p>$z=12$ (число зубьев фрезы выбираем из таблицы приложения 5),</p> <p>$T_o=\frac{24}{800 \cdot 12 \cdot 0,5}=0,005$ мин.</p>
<p>Примечание:</p> <ol style="list-style-type: none"> v скорость резания, выбирается из приложения 3; S подача, выбирается из приложения 4; n – частота оборотов шпинделя. Частота вращения шпинделя рассчитывается и округляется до ближайшей по паспорту станка. Так как в курсовой работе не предусмотрен выбор марки станка, то рекомендуется брать из следующего ряда: 12.5; 16; 25; 31.5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 (это наиболее часто встречающиеся обороты шпинделя). t – глубина резания. Для токарной обработки $t = \frac{d_{\text{до обработки}} - d_{\text{после обработки}}}{2}$, для сверления $t = \frac{d_{\text{отверстия}}}{2}$, для фрезерования – глубина паза, уступа по чертежу. L – длина обрабатываемой поверхности. Определяется по табл. 4.1. l_1, l_2 - величины врезания и перебега инструмента. Определяется по табл. 4.2–4.5. 	

Далее определяется вспомогательного времени T_B . Данные заносим в табл. 4.19.

Таблица 4.19

Вспомогательное время для обработки детали

Затраты вспомогательного времени	T_B , мин
010 Отрезная	
1. T_B затрачиваемое на установку и снятие заготовки в цанговом патроне (из табл. 4.6 диаметр заготовки до 20мм)	$T_B = 0,24$ мин
2. T_B затрачиваемое на измерение длины штангенциркулем (из табл. 4.8)	$T_B = 0,19$ мин
$T_B = 0,24 + 0,19 = 0,43$ мин.	
020 Токарная	
1. T_B затрачиваемое на установку и снятие заготовки в цанговом патроне (из табл. 4.6 диаметр заготовки до 20мм)	$T_B = 0,24$ мин
2. T_B затрачиваемое на измерение длины штангенциркулем (из табл. 4.8)	$T_B = 0,19$ мин
3. T_B затрачиваемое на измерение диаметра штангенциркулем (из табл. 4.8)	$T_B = 0,19$ мин
$T_B = 0,24 + 0,19 + 0,19 = 0,62$ мин.	
030 Сверлильная	
1. T_B затрачиваемое на установку и снятие заготовки в цанговом патроне (из табл. 4.6 диаметр заготовки до 20мм)	$T_B = 0,24$ мин
2. T_B затрачиваемое на измерение диаметра отверстия штангенциркулем (из табл. 4.8)	$T_B = 0,19$ мин
$T_B = 0,24 + 0,19 = 0,43$ мин.	

040 Фрезерная	
1. T_B затрачиваемое на установку и снятие детали (из табл. 4.11)	$T_B = 0,08$ мин $T_B = 0,04$ мин
2. T_B затрачиваемое на закрепление и открепление детали (из табл. 4.12)	$T_B = 0,23$ мин $T_B = 0,19$ мин
2. T_B затрачиваемое на измерение ширины паза нутромером (из табл. 4.13)	
3. T_B затрачиваемое на измерение глубины паза штангенциркулем (из табл. 4.13)	
$T_B = 0,08+0,04+0,23 +0,19= 0,54$ мин.	

Время отдыха и обслуживания равно: $T_{доп}=0,1(T_o+T_B)$.

Подготовительно-заключительное время примем:

$T_{п.з.}$ на операции 010, 020, 030 – 14 мин (таблица 4.14),

$T_{п.з.}$ на операции 040 – 18 мин (таблица 4.15).

Все данные сгруппируем в таблице 4.20:

Таблица 4.20

Штучное время на изготовление детали

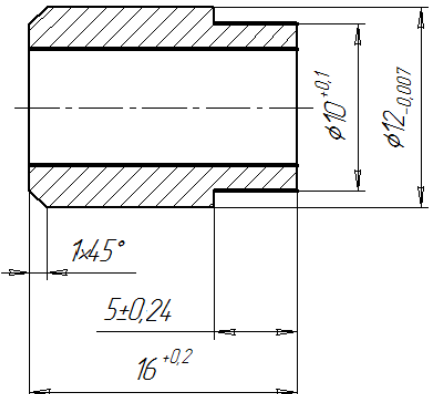
Номер операции	T_o	T_B	$T_{доп}$	$T_{п.з.}$	$T_{шк.}$
010	0,19	0,43	0,062	14	0,738
020	0,09	0,62	0,071	14	0,837
030	0,03	0,43	0,046	14	0,562
040	0,005	0,54	0,0545	18	0,6715

Время, затрачиваемое на изготовление одной детали 2,8085 минут, округляем в большую сторону 2,81мин/шт.

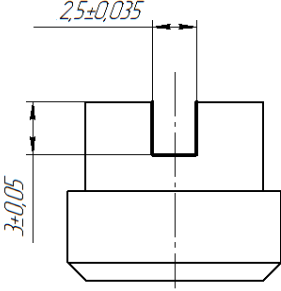
Пример 4. Рассчитать штучно-калькуляционное время на изготовление детали представленной на рис. 4.1. Объем партии N=3000 шт./мес., материал сталь А12. Технологический процесс для крупносерийного производства приведен в таблице 4.21. Контроль полученных размеров – выборочный, процент контроля – 30%.

Таблица 4.21

Маршрут изготовления детали

№	Наименование операции Описание операции	Операционный эскиз	Оборудование Технологическая оснастка
010	<p>Отрезная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проточить заготовку по наружному контуру, 2. Сверлить отверстие, 3. Точить фаску, 4. Отрезать заготовку 		<p>Токарный станок автомат</p> <p>Цанга для детали, резец фасочный, резец проходной, резец отрезной, сверло</p> <p>Скоба предельная (для контроля размера 16мм), Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89 (для измерения размера 5мм), Калибр-пробка (для контроля размера 10мм),</p>

Окончание таблицы 4.21

020	<p>Фрезерная</p> <p>Фрезеровать раз, выдерживая размеры согласно эскизу</p>		<p>Фрезерный станок</p> <p>Цанга для детали, фреза</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89</p> <p>Шаблон</p>
-----	---	---	---

Решение: Согласно выбранному маршруту определим основное время. Данные расчетов представлены в таблице 4.22.

Таблица 4.22

Расчет основного времени

Операция	Расчет основного времени
<p>020 Токарная</p>	<p><i>Основное время на точение по наружному диаметру</i></p> <p>Основное время на выполнение этого перехода равно основному времени на выполнении операции 020 Токарная из примера 3: $T_o=0,09$мин;</p> <p><i>Основное время на сверления отверстия</i></p> <p>Основное время на выполнение этого перехода равно основному времени на выполнении операции 030 Сверлильная из примера 3: $T_o=0,03$мин;</p> <p><i>Основное время на точение фаски и отрезка детали</i></p> <p>Основное время на выполнение этого перехода равно основному времени на выполнении операции 010 Сверлильная из примера 3: $T_o=0,19$мин;</p> <p>$T_o=0,09+0,03+0,19 = 0,31$мин</p>

020 Фрезерная	<p><i>Основное время на сверления отверстия</i></p> <p>Основное время на выполнение этого перехода равно основному времени на выполнении операции 040 Фрезерная из примера 3: $T_o=0,005$мин;</p>
----------------------	--

Далее определяется вспомогательного времени T_B . Данные заносим в табл. 4.23.

Таблица 4.23

Вспомогательное время для обработки детали

Затраты вспомогательного времени	T_B , мин
010 Токарная	
1. T_B затрачиваемое на установку и снятие заготовки в цанговом патроне (из табл. 4.6 диаметр заготовки до 20мм)	$T_B = 0,24$ мин
2. T_B затрачиваемое на измерение длины скобой длины заготовки (из табл. 4.8)	$T_B = 0,14$ мин
3. T_B затрачиваемое на измерение штангенциркулем ступени 5мм на заготовке (из табл. 4.8)	$T_B = 0,19$ мин
4. T_B затрачиваемое на контроль калибр-пробкой диаметра отверстия (из табл. 4.8)	$T_B = 0,19$ мин
<p>$T_{бу} = 0,24$ мин (на закрепление заготовки),</p> <p>$T_{ви} = (0,14+0,19+0,19) \cdot 0,3 = 0,52 \cdot 0,3 = 0,156$ мин (на измерение полученных размеров, полученный результат умножается на 0,3, так как контролируется только 30% деталей),</p> <p>$T_B = 0,24 + 0,156 = 0,396$ мин.</p>	

020 Фрезерная	
1. T_B затрачиваемое на установку и снятие детали (из табл. 4.11)	$T_B = 0,08$ мин $T_B = 0,04$ мин
2. T_B затрачиваемое на закрепление и открепление детали (из табл. 4.12)	$T_B = 0,14$ мин $T_B = 0,19$ мин
2. T_B затрачиваемое на измерение ширины паза шаблоном (из табл. 4.13)	
3. T_B затрачиваемое на измерение глубины паза штангенциркулем (из табл. 4.13)	
$T_{\text{вз}} = 0,08 + 0,04 = 0,12$ мин (на закрепление заготовки), $T_{\text{вн}} = (0,14 + 0,19) \cdot 0,3 = 0,33 \cdot 0,3 = 0,099$ мин (на измерение полученных размеров, полученный результат умножается на 0,3, так как контролируется только 30% деталей), $T_B = 0,12 + 0,099 = 0,219$ мин.	

Время отдыха и обслуживания равно: $T_{\text{доп}} = 0,1(T_o + T_B)$.

Подготовительно-заключительное время примем:

$T_{\text{п.з.}}$ на операции 010 – 17 мин (таблица 4.14, количество резцов – 3),

$T_{\text{п.з.}}$ на операции 020 – 18 мин (таблица 4.15).

Все данные сгруппируем в таблице 4.24:

Таблица 4.24

Штучное время на изготовление детали

Номер операции	T_o	T_B	$T_{\text{доп}}$	$T_{\text{п.з.}}$	$T_{\text{шк.}}$
010	0,31	0,396	0,0706	17	0,7823
020	0,005	0,219	0,0224	18	0,2524

Время, затрачиваемое на изготовление одной детали 1,0347 минут, округляем в большую сторону 1,0 мин/шт.

Вопросы для самоконтроля и подготовки к защите курсовой работы

1. Типы производств.
2. Отличия в построение технологических процессов в зависимости от типа производств.
3. Виды заготовок. Выбор заготовки в зависимости от типа производства.
4. Измерительный инструмент. Выбор измерительного инструмента в зависимости от типа производства.
5. Порядок расчета норм расхода материала.
6. Коэффициент использования материала.
7. Методы определения норм времени.
8. Штучное и штучно-калькуляционное время.
9. Составляющие штучного и штучно-калькуляционного времени.
10. Этапы расчета норм времени.

Плотность материала

№ п/п	Наименование материала	Плотность, г/мм ³
1	Сталь (прокат)	0,00785
2	Стальное литье	0,0078
3	Латунь (прокат)	0,0085
4	Алюминий (прокат)	0,00271
5	Дюралюминий	0,00285
6	Чугун серый	0,0066-0,0078
7	Чугун ковкий	0,0072-0,0076
8	Медь	0,00893
9	Магний	0,0017
10	Никель	0,0088
11	Олово серое	0,0057
12	Твердые сплавы типа ВК	0,0144-0,0149

Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент. ГОСТ 2590-2006 [8]

Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм при точности прокатки		
	А	Б	В
5; 5,5; 6; 6,3; 6,5; 7; 8; 9	+0,1 -0,2	+0,1	+0,3
10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19	+0,1 -0,3	-0,5	-0,5
20; 21; 22; 23; 24; 25	+0,1 -0,4	+0,2 -0,5	+0,4 -0,5
26; 27; 28	+0,1 -0,4	+0,2	+0,3 -0,7
29; 30			
31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48	+0,1 -0,5	-0,7	+0,4 -0,7

Примечание: А- высокой точности; Б -повышенной точности; В -нормальной точности

Таблица 2

Сталь калиброванная круглая. Сортамент. ГОСТ 7417-75 [9]

Диаметр, мм	Предельное отклонение, мм			
	<i>h9</i>	<i>h10</i>	<i>h11</i>	<i>h12</i>
3,0	-0,025	-0,040	-0,060	-0,100
5,0; 5,2; 5,3; 5,4; 5,5; 5,6; 5,8; 6,0	-0,030	-0,048	-0,075	-0,120
6,1; 6,3; 6,5; 6,7; 6,9; 7,0; 7,1; 7,3; 7,5; 7,7; 7,8; 7,8; 8,0; 8,2; 8,5; 8,8; 9,0; 9,2; 9,3; 9,5; 9,8; 10,0	-0,036	-0,058	-0,090	-0,150
10,2; 10,5; 10,8; 11,0; 11,2; 11,5; 11,8; 12,0; 12,2; 12,5; 12,8 13,0; 13,2; 13,5; 13,8; 14,0; 14,2; 14,5; 14,8; 15,0; 15,2; 15,5; 15,8; 16,0; 16,2; 16,5; 16,8; 17,0; 17,2; 17,5; 17,8; 18,0	-0,043	-0,070	-0,110	-0,18
18,5; 19,0; 19,5; 20,0; 20,5; 21,0; 21,5; 22,0; 23,0; 24,0; 25,0; 26,0; 27,0; 28,0; 29,0; 30,0	-0,052	-0,084	-0,130	-0,21
31,0; 32,0; 33,0; 34,0; 35,0; 36,0; 37,0; 38,0; 39,0; 40,0; 41,0; 42,0; 44,0; 45,0; 46,0; 48,0; 49,0; 50,0	-0,062	-0,100	-0,160	-0,250
52,0; 53,0; 55,0; 56,0; 58,0; 60,0; 61,0; 62,0; 63,0; 65,0	-0,074	-0,120	-0,190	-0,300
67,0; 69,0; 70,0; 71,0; 73,0; 75,0; 78,0; 80,0	-	-	-0,190	-0,300
82,0; 85,0; 88,0; 90,0 92,0; 95,0; 90,0; 100,0	-	-	-0,220	-0,350

Прокат стальной горячекатаный шестигранный. Сортамент. ГОСТ 2879-2006 [10]

Диаметр вписанного круга, мм	Предельные отклонения, мм при точности прокатки	
	Б (повышенной точности)	В (нормально точности)
8; 9	+0,1 -0,3	+0,3 -0,5
10; 11; 12; 13; 14	+0,2 -0,3	
15; 16; 17; 18; 19	+0,2 -0,3	+0,3 -0,5
20; 21; 22; 24; 25	+0,2 -0,4	+0,4 -0,5
26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 48; 48	+0,2 -0,6	+0,4 -0,7

Прутки латунные. Технические условия. ГОСТ 2060-2006 [11]

Номинальный диаметр	Предельные отклонения по номинальному диаметру тянутых прутков при точности изготовления				
	круглых			квадратных и шестигранных	
	высокой	повышенной	нормальной	повышенной	нормальной
3,0	-0,04	-0,06	-0,10	-	-
3,5; 4,5;	-0,05	-0,08	-0,12	-	-
5,0; 5,5; 6,0	-0,05	-0,08	-0,12	-0,08	-0,12
6,5; 7,0; 7,5; 8,0 8,5; 9,0; 9,5; 10,0	-0,06	-0,09	-0,15	-0,09	-0,15
11; 12; 13; 14; 15; 17	-0,07	-0,11	-0,18	-0,11	-0,18
16; 18	-0,07	-0,11	-0,18	-	-0,18
19; 20; 21; 22; 24; 27; 30	-0,08	-0,13	-0,21	-0,13	-0,21
23; 25; 28	-0,08	-0,13	-0,21	-	-
32; 35; 36; 38	-0,10	-0,16	-0,25	-0,16	-0,25
34	-	-	-	-	-0,25
40	-0,10	-0,16	-0,25	-	-
41	-0,10	-	-	-0,16	-0,25
45	-0,10	-0,16	-0,25	-	-
46	-0,10	-	-	-0,16	-0,25
50	-0,10	-0,16	-0,25	-0,16	-0,25

Примечание: за диаметр квадратных и шестигранных прутков принимают диаметр вписанной окружности, т.е. расстояние между параллельными гранями прутка.

**Ориентировочные значения скоростей резания (м/мин),
рекомендуемые при работе инструментами из быстрорежущей стали для
различных видов обработки [12]**

Обрабатываемый материал	Точение и отрезка	Сверление	Зенкерование	Развертывание	Накатывание рифлений	Нарезание резьбы	
						метчиками	плашками
Сталь 20	45-55	30-40	25-30	8-12	30-35	3-6	1,8-3,5
Сталь 35	35-45	25-35	20-25	6-10	25-32	2,5-5,5	1,8-3,5
Сталь 45	25-35	20-30	18-20	6-8	20-30	2-5	1,5-3,0
Сталь А12	40-60	30-50	20-35	10-15	35-45	3-8	2,5-5,0
Углеродистая сталь	18-25	15-20	10-15	5-8	15-20	1,5-3,0	1-2,5
Хромистые и нержавеющие стали	15-25	10-15	8-12	4-6	15-20	1,5-2,5	0,8-2,0
Латунь	80-150	60-110	45-80	20-40	70-100	6-20	6-18
Бронза	35-60	30-50	25-35	15-30	35-50	4-15	3,5-10
Алюминий	120-200	90-150	60-80	25-50	90-120	10-30	7-25

Ориентировочные значения скоростей резания (м/мин) при фрезеровании [12]

Обрабатываемый материал	Твердость материала	Скорость (м/мин)
Стали общего применения	<150НВ	150
	<190НВ	120
	<240НВ	90
Чугуны	<200НВ	120
	>200НВ	80
Медь	<150НВ	250
Алюминий		350

Подача для чистовой стадии обработки
(для продольного точения и подрезки торцов) [12]

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Диаметр детали D , мм, до			
		18	50	180	500
		Подача S , мм/об			
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,3	0,09	0,17	0,31	-
	0,4	0,08	0,16	0,28	0,50
	0,6	0,07	0,14	0,25	0,45
	1,0	0,06	0,12	0,22	0,40
Чугун серый	0,3	0,08	0,19	0,32	1,10
	0,4	0,07	0,17	0,30	0,97
	0,6	0,07	0,16	0,27	0,87
	1,0	0,06	0,14	0,24	0,80
Медные и алюминиевые сплавы	0,3	0,10	0,23	0,39	0,65
	0,4	0,09	0,21	0,36	0,61
	0,6	0,08	0,19	0,33	0,55
	1,0	0,07	0,17	0,30	0,50

Таблица 2

Подача для чистовой стадии обработки (расстачивание).**Резцы с пластинами из твердого сплава, быстрорежущей стали и керамики [12]**

Обрабатываемый материал	Глубина резания t , мм, до	Сечение резца (оправки)						
		круглое диаметром d , мм, до					прямоугольное шириной B , мм, до	
		10	12	16	20	25	25	30
		Подача S , мм/об						
Стали конструкционные углеродистые и легированные	0,3	0,14	0,17	0,22	0,28	0,33	0,35	-
	0,8	0,12	0,14	0,17	0,23	0,30	0,30	0,38
	1,5	0,08	0,10	0,13	0,18	0,27	0,28	0,32
Чугун серый	0,3	0,15	0,18	0,24	0,30	0,36	0,38	-
	0,8	0,13	0,15	0,18	0,25	0,32	0,33	0,40
	1,5	0,10	0,11	0,14	0,20	0,28	0,28	0,35
Медные и алюминиевые сплавы	0,3	0,17	0,20	0,27	0,35	0,40	0,43	-
	0,8	0,15	0,17	0,21	0,28	0,37	0,37	0,47
	1,5	0,10	0,12	0,16	0,22	0,33	0,33	0,40

Таблица 3

Подачи (мм/об) при прорезании пазов и отрезании [12]

Диаметр обработки, мм	Обрабатываемый материал	
	сталь конструкционная углеродистая и легированная	чугун, медные и алюминиевые сплавы
До 20	0,06-0,08	0,11-0,14
Свыше 20 до 40	0,1-0,12	0,16-0,19
Свыше 40 до 60	0,13-0,16	0,20-0,24
Свыше 60 до 100	0,16-0,23	0,24-0,32

Таблица 4

Поддачи, мм/зуб, при чистовом фрезеровании плоскостей и уступов торцовыми, дисковыми и цилиндрическими фрезами [13]

Параметр шероховатости поверхности, мкм	Торцевые и дисковые фрезы со вставными ножами		Цилиндрические фрезы из быстрорежущей стали при диаметре фрезы D (мм), в зависимости от обрабатываемого материала					
	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	конструкционная углеродистая и легированная сталь			чугун, медные и алюминиевые сплавы		
			40-75	90-130	150-200	40-75	90-130	150-200
6,3	-	1,2-2,7	-	-	-	-	-	-
3,2	0,5-1,0	0,5-1,2	1,0-2,7	1,7-3,8	2,3-5,0	1,0-2,3	1,4-3,0	1,9-3,7
1,6	0,4-0,6	0,23-0,5	0,6-1,5	1,0-2,1	1,3-2,8	0,6-1,3	0,8-1,7	1,1-2,1
0,8	0,2-0,3	-	-	-	-	-	-	-
0,4	0,15	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5

Поддачи (мм/об) при сверлении отверстий [13]

Диаметр сверла, мм	Сталь, твердость				Серый и ковкий чугун, медные и алюминиевые сплавы	
	HB<160	160...240	240...300	HB>300	HB<170	HB>170
2-4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4-6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6-8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8-10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10-12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12-16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,0,017825	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16-20	0,43-0,049	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47
20-25	0,49-0,58	0,38-0,43	0,27-0,32	0,23-0,26	0,76-0,89	0,47-0,54
25-30	0,58-0,62	0,43-0,48	0,32-0,35	0,26-0,29	0,89-0,96	0,54-0,60
30-40	0,62-0,78	0,48-0,58	0,35-0,42	0,29-0,35	0,96-1,16	0,60-0,71
40-50	0,78-0,89	0,58-0,66	0,42-0,48	0,35-0,40	1,19-1,36	0,71-0,81

Подачи при рассверливании отверстий спиральными сверлами [12]

Обрабатываемый материал		Диаметр сверла d, до мм									
		25		30			40			50	
		10	15	10	15	20	15	20	30	20	30
		Подача S_0 , мм									
сталь	$\sigma_{BR} < 90 \text{ кг/мм}^2$	0,4	0,4	0,45	0,45	0,45	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4
	$\sigma_{BR} > 90 \text{ кг/мм}^2$	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	0,45	0,15	0,2
чугун	НВ < 200	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	0,65	1,0
	НВ > 200	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6

*Приложение 5***Рекомендуемые диаметры дисковых фрез**

Ширина фрезерования, мм, до	Диаметр фрезы D в мм при глубине резания t в мм					
	до 5	до 10	до 20	до 30	до 60	до 100
10	50	63	80	100	160	-
20	63	80	100	125	200	315
40	80	100	125	160	200	315

Структура курсовой работы

Примерная структура курсовой работы:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Аннотация.
4. Содержание.
5. Введение (актуальность, значение темы, цель и задачи работы).
6. Практическая часть (перечень возможных расчетов и описаний):
 - расчет норм расхода материала;
 - выбор измерительного инструмента;
 - расчет основного и вспомогательного времени;
 - расчет штучно-калькуляционного времени;
7. Заключение (выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов работы/применения полученных результатов).
8. Список используемой литературы.

Структура проекта может меняться в зависимости от задания.

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу

обучающегося группы 21403 _____ (вариант 1)
по дисциплине «Технология машиностроения и приборостроения»

1. Тема: «Техническое нормирование операций механической обработки деталей».
2. Исходные данные: эскиз детали «Ось» и маршрут обработки детали.

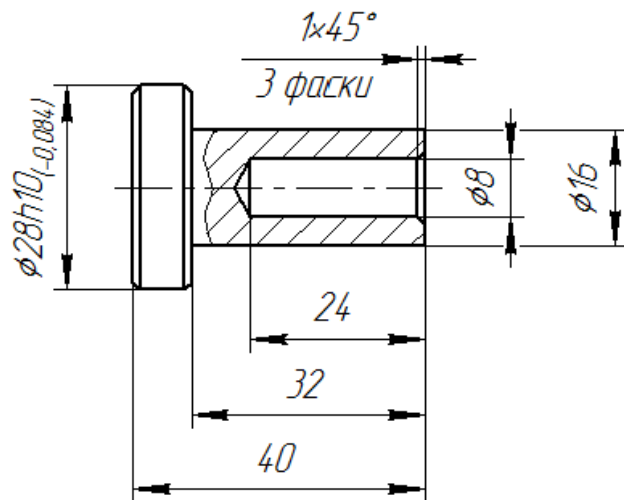


Рис. 1

1. Материал детали: ЛС59-1 ГОСТ2060.
Диаметр прутка 28мм

2. Неуказанные предельные отклонения по 12 качеству.

3. План выпуска для мелкосерийного производства – 200шт/мес.), для крупносерийного – 5000шт/мес.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов:

- рассчитать нормы расхода материала для мелкосерийного производства (пруток длиной 1 м режется на необходимую длину равную длине заготовки на токарном станке);
- рассчитать нормы расхода материала для крупносерийного производства (используется пруток длиной 3,0 м, сразу отрезается заготовка нужной длины, длина зажима прутка в станке 120мм);
- осуществить выбор средств контроля полученных размеров для имеющегося технологического процесса.
- рассчитать основное, вспомогательное время для мелкосерийного и крупносерийного производства по заданному технологическому процессу (таблица 1). Процент контроля для мелкосерийного производства 50%, для крупносерийного – 15%.
- рассчитать штучно-калькуляционное время на каждую операцию и определить общее время необходимое для изготовления детали.

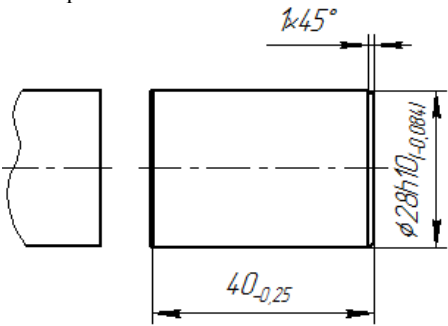
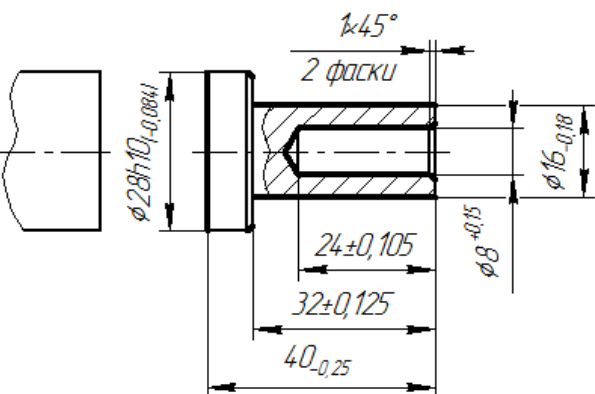
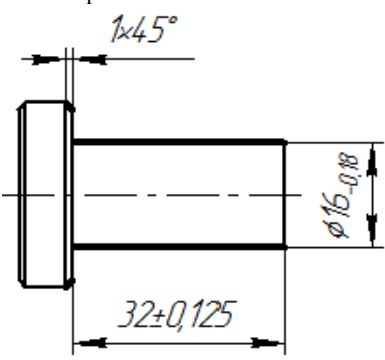
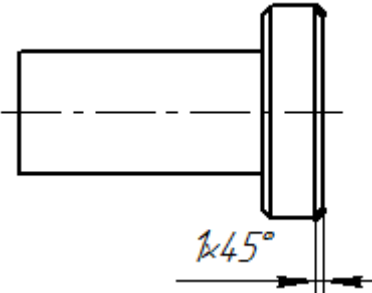
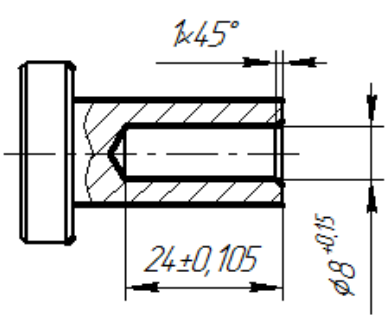
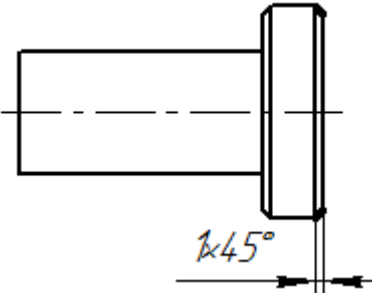
Дата выдачи задания «__» _____ 201_г.

Руководитель курсовой работы:

к.т.н., ст. преподаватель кафедры приборостроения _____ /В.В. Туктарова /

Задание принял к исполнению обучающийся группы 21403 _____ / _____ /

Таблица 1 – Технологический процесс изготовления детали

Мелкосерийное производство	Крупносерийное производство
<p>010 Отрезная</p>  <p>Токарный станок 1. Проточить фаску 1x45° 2. Отрезать заготовку длиной 40мм. Патрон для детали, резец фасочный, резец отрезной</p>	<p>010 Токарная</p>  <p>Токарный автомат 1. Точить диаметр наружную поверхность $\varnothing 16$мм на длине 32мм за 4 прохода 2. Точить фаску 1x45° 3. Сверлит отверстие $\varnothing 8$мм на длине 24мм 4. Точить фаску 1x45° в отверстии 5. Отрезать заготовку Патрон для детали, сверло, резец проходной, резец фасочный, резец отрезной</p>
<p>020 Токарная</p>  <p>Токарный станок 1. Точить наружную поверхность $\varnothing 16$мм на длине 32мм за 4 прохода 2. Точить фаску 1x45° Патрон для детали, резец проходной, резец фасочный</p>	<p>020 Токарная</p>  <p>Токарный станок 1. Точить фаску 1x45° Патрон для детали, резец фасочный</p>
<p>030 Токарная</p>  <p>Токарный станок 1. Сверлить отверстие $\varnothing 8$мм на длине 24мм 2. Точить фаску 1x45° Патрон для детали, сверло, резец фасочный</p>	<p>020 Токарная</p>  <p>Токарный станок 1. Точить фаску 1x45° Патрон для детали, резец фасочный</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

Чистопольский филиал «Восток»
кафедра приборостроения

38.03.01 Экономика

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: Технология машиностроения и приборостроения

на тему: «Техническое нормирование операций механической обработки
деталей. Вариант №1»

Обучающийся 21403 _____
(номер группы) (подпись, дата) (Ф.И.О.)

Руководитель ст. преп., к.т.н. _____
(должность) Туктарова В.В.
(Ф.И.О.)

Курсовая работа зачтена с оценкой _____

(подпись, дата)

Чистополь 201_

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

Чистопольский филиал «Восток»
кафедра приборостроения

38.03.01 Экономика

АННОТАЦИЯ
курсовой работы

обучающегося группы 21403 Иванова Ивана Ивановича

Институт: Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ

Кафедра приборостроения

Направление подготовки 38.03.01 Экономика

Наименование темы: «Техническое нормирование операций механической обра-
ботки деталей. Вариант №1»

Руководитель ст. преподаватель кафедры приборостроения, к.т.н. В.В. Туктарова

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Цель исследования _____

2. Полное число литературных источников, использованных в работе

Отечественных			Иностраных		
Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет	Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет

3. Использование информационных ресурсов Internet _____
(да, нет, число ссылок в списке литературы)

4. Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий _____
(указать какие именно и в каком разделе)

5. Краткое содержание работы: _____

Обучающийся группы _____ /И.И. Иванов /

(подпись)

« _____ » _____ 201_г.

Список литературы

1. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия [Текст] ГОСТ 9038-90. – Введ. 1991-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1995, 14с.: ил.
2. Штангенциркули. Технические условия [Текст] ГОСТ 166-89 – Введ. 1991-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1991, 13с.: ил.
3. Микрометры. Технические условия [Текст] ГОСТ 6507-90 – Введ. 1991-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1994, 12с.: ил.
4. Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия [Текст] ГОСТ 868-82 – Введ. 1984-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004, 7с.: ил.
5. Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические требования [Текст] ГОСТ 9244-75 – Введ. 1978-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004, 7с.: ил.
6. Глубиномеры микрометрические. Технические условия [Текст] ГОСТ 7470-92– Введ. 1993-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003, 8с.: ил.
7. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия [Текст] ГОСТ 577-68 – Введ. 1968-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002, 12с.: ил.
8. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент. [Текст] ГОСТ 2590-2006 – Введ. 1990-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003, 8с.: ил.
9. Сталь калиброванная круглая. Сортамент [Текст] ГОСТ 7417-75 – Введ. 1976-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1990, 8с.: ил.
10. Прокат стальной горячекатаный шестигранный. Сортамент [Текст] ГОСТ 2879-2006 – Введ. 2006-07-01. – М.: Издательство стандартов, 2006, 14с.: ил.
11. Прутки латунные. Технические условия [Текст] ГОСТ 2060-2006– Введ. 2008-01-01. – М.: ФГУП Стандартиформ, 2008, 28с.: ил.

12. Туктарова, В.В. Нормирование операций механической обработки деталей: учебно-методическое пособие – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2017. – 63 с. [Электронный ресурс] –<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-3119/3036.pdf/index.html>

13. Соболев, С. Ф. Методические указания по разработке технологических процессов изготовления деталей механической обработкой / С.Ф. Соболев, Ю. П. Кузьмин. – СПб: Университет ИТМО, 2007 – 113с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/43641#book_name

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Исходные данные и требования к выполнению курсовой работы	3
1.1. Задание на курсовое проектирование	3
1.2. Содержание, объем и оформление курсовой работы	4
2. Построение технологического процесса с учетом типа производства	5
2.1. Типы производств	5
2.2. Виды заготовок	7
2.3. Измерительный инструмент	9
3. Расчеты норм расхода материала	18
4. Нормирование затрат труда	27
4.1. Определение основного времени	27
4.2. Определение вспомогательного времени	32
4.3. Определение времени обслуживания рабочего места, времени отдыха и подготовительно заключительного времени	36
Вопросы для самоконтроля и подготовки к защите курсовой работы	49
Приложение 1	50
Приложение 2	51
Приложение 3	52
Приложение 4	53
Приложение 5	59