

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления валика с применением станка с ЧПУ

УДК 621.81-233.1:621.9.06-529

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжу Лянлян		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова К.А.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	к.м.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применить глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новом оборудованием и инструментами для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков.Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжу Лянлян

Тема работы:

Разработка технологии изготовления валика с применением станка с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.03.2018г. №2031/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2018г
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, штучно-калькуляционного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Размерный анализ, чертеж детали, чертеж приспособления, чертеж размерной схемы, технологический процесс изготовления детали.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Ефременков Егор Алексеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна
Социальная ответственность	Штейнле Александр Владимирович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Технологическая часть, Конструкторская часть	

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Социальная ответственность

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	20.02.2018г
---	-------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н		20.02.18г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжу Лянлян		20.02.18г

Реферат

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии изготовления валика с применением станка с ЧПУ».

Объём ВКР: 207 страницы, на которых размещены 51 рисунков и 20 таблиц. При написании диплома использовалось 11 источников.

Объектом исследования является деталь типа «валик» и технологический процесс ее изготовления.

Цель работы: разработка технологии изготовления детали «валик» с использованием станка с ЧПУ.

Задачами работы являются: анализ конструкции и принципа работы детали, разработка технологического процесса изготовления детали валик, проектирование специального приспособления.

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, разработка технологического процесса изготовления детали с использованием станка с ЧПУ, расчет и проектирование специального приспособления.

Также определены экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям производства.

Содержание

Введение -----	8
I. Технологическая часть -----	10
1. Исходные данные-----	10
2. Анализ технологичности конструкции детали-----	11
3. Выбор исходной заготовки-----	15
4. Определение типа производства-----	16
5. Разработка маршрута технологии изготовления деталей-----	18
6. Расчет припусков и допусков, диаметральных и продольных технологических размеров-----	28
7. Выбор средств технологического оснащения-----	59
8. Расчет режимов резания-----	64
9. Расчет технической нормы времени-----	131
II. Конструкторская часть -----	135
10. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления-----	135
11. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления-----	136
12. Описание работы приспособления-----	137
13. Определение необходимой силы зажима-----	138
14. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления-----	139
III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение -----	140
IV. Социальная ответственность -----	180
Список литература -----	207

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен быть

рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

Целью выпускной квалификационной работы является создание эффективного технологического процесса изготовления детали валик с применением станка с ЧПУ. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить необходимые расчеты и разработать технологический процесс изготовления детали валик с использованием станка с ЧПУ
2. Разработать конструкцию специального приспособления для фрезерной операции.
3. Определить стоимость производственных ресурсов.
4. Выполнить анализ опасных и вредных факторов при производстве детали валик.

I. Технологическая часть

1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на рис.1.

Годовая программа выпуска 1000 штук.

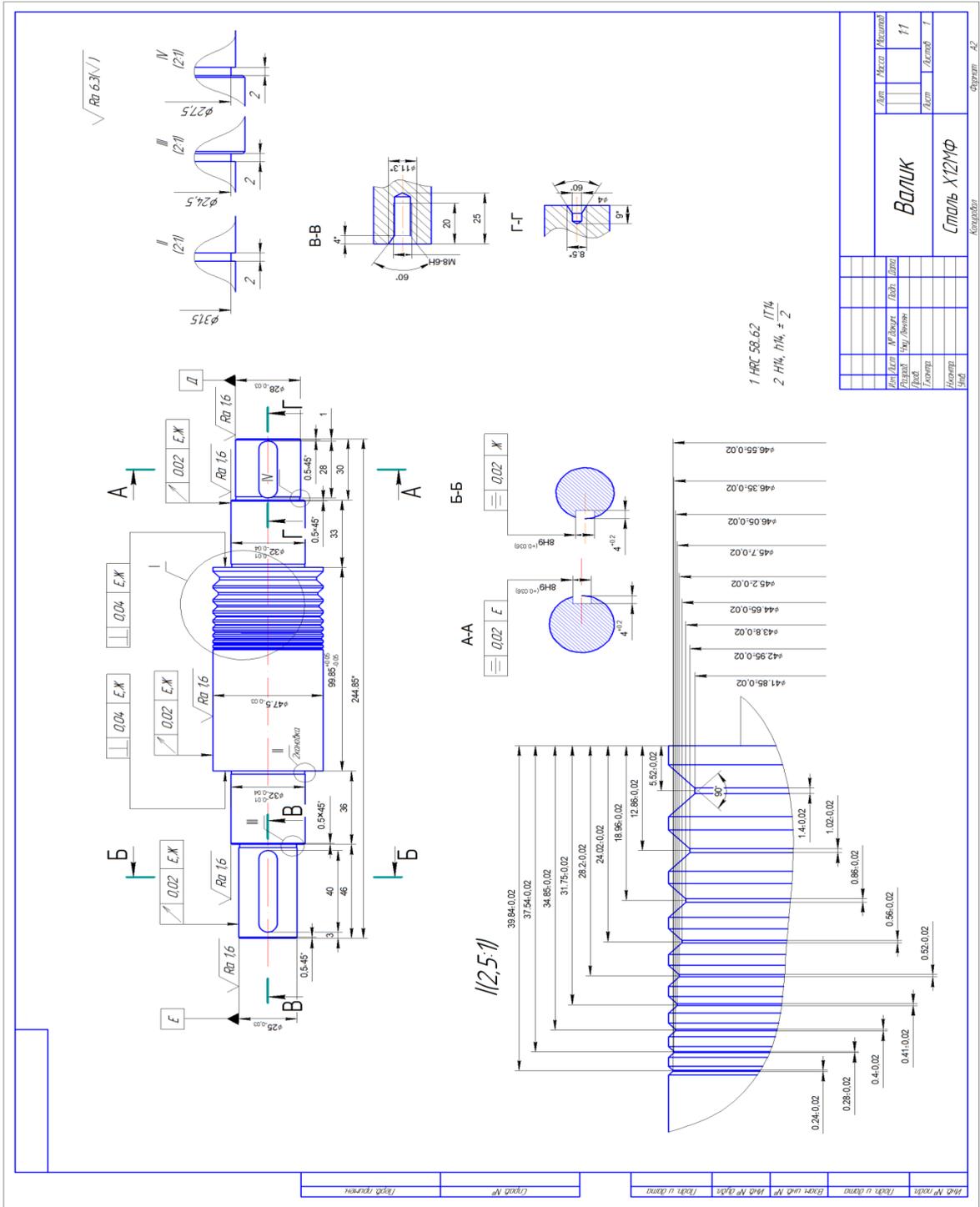


Рис.1.Чертеж детали

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь-валик представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали инструментальной штамповой X12МФ. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Форма детали позволяет использовать пруток в качестве заготовки и не требует применения литья или штамповки.

Технологичность снижается из-за повышенных требований к точности размеров, формы и расположения поверхностей, высокие требования предъявляются к шпоночному пазу, к резьбы, также необходимо отметить, высокие требования к шероховатости отдельных поверхностей, где Ra составляет 1,6 мам.

Марка: X12МФ

Класс: Сталь инструментальная штамповая

Вид поставки: сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 2590-2006, ГОСТ 2591-2006 . Калиброванный пруток ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78.

Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 14955-77. Полоса ГОСТ 4405-75.

Поковки и кованные заготовки ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 1133-71, ГОСТ 7831-78.

Использование в промышленности: профилировочные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивные матрицы при формовке листового металла, эталонные шестерни, накатные плашки, волокни, матрицы и пуансоны вырубных просечных штампов со сложней конфигурацией рабочих частей, штамповки активной части электрических машин.



Обрабатываемость резанием-способность материала детали поддаваться обработке режущими инструментами.

Применительно к задаче обеспечения технологичности конструкции детали наибольший интерес представляет определение относительного уровня скоростей резания, при котором целесообразно производить обработку данного металла, а также возможность получения требуемой шероховатости обрабатываемых поверхностей на отделочных операциях.

Уровень целесообразных скоростей резания оценивается специальным коэффициентом K_v , который выражает относительную скорость резания, соответствующую 60 минутной стойкости резцов, определенную сравнением с эталонным материалом. В качестве эталонной стали принимается сталь 45 ($\sigma_B = 650$ мпа, $H_B = 179$).

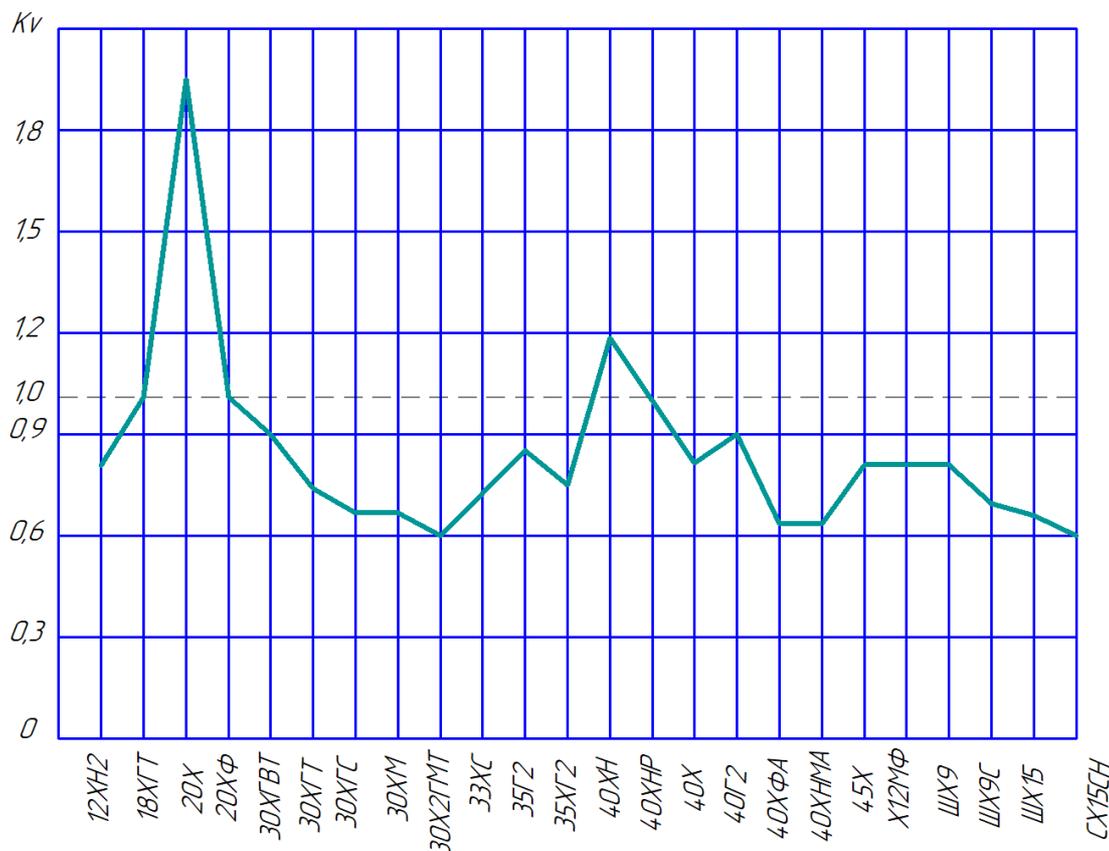
Таблица 2.1 иллюстрирует связь между уровнем относительных скоростей резания и возможностью и лёгкостью получения требуемой шероховатости поверхности для сталей.

Таблица 2.1

Возможность получения требуемой шероховатости поверхности в зависимости от обрабатываемости стали

Обрабатываемость стали	K_v	Возможность получения требуемой шероховатости поверхности
Высокая	2.1-1.5	Очень трудно
Хорошая	1.4-1.0	Без особых затруднений
Удовлетворительная	1.0-0.8	Легко или без особых затруднений
Пониженная	0.8-0.5	Легко

Трудная	Менее 0.5	Легко
---------	-----------	-------



Из графика видно, что сталь X12MФ соответствует значению коэффициента относительной скорости резания $K_v=0.8$. Сравнивая его со значениями в таблице 2.1 видим, что ему соответствует пониженная обрабатываемость стали и лёгкая возможность получения требуемой шероховатости поверхности.

Решающее влияние на коэффициент K_v оказывает структура стали, которая может быть получена в результате той или иной термической обработки. По влиянию на рост интенсивности затупления инструментальные структуры сталей располагаются в последовательности: точечный перлит → зернистый перлит → пластинчатый перлит → сорбитообразный перлит → сорбит → троостосорбит.

Шероховатость поверхности стальных деталей, в свою очередь, тоже зависит от структуры стали. По влиянию на эту характеристику структурные составляющие сталей располагаются в следующем порядке: троостосорбит → сорбит → перлит → феррит. Чем больше содержание свободного феррита, тем больше высота микронеровностей, полученных при обработке резанием.

Поэтому перед окончательной механической обработкой детали, её необходимо подвергнуть закалке. С другой стороны это нужно делать не раньше чем закончатся все формообразующие операции, так как закаленную сталь X12МФ будет очень трудно обрабатывать резцами и фрезами, поэтому после закалки сталь будет иметь структуру сорбитообразного перлита и её коэффициент K_v станет значительно меньше 0.5.

Анализируя деталь с точки зрения технологичности её получения можно отметить ряд положительных факторов.

1. можно обрабатывать поверхности проходными резцами.
2. Отсутствие сложных фасонных поверхностей.
3. Есть свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям.
4. Отсутствие обрабатываемых плоскостей, расположенные под тупыми и острыми углами.
5. Отверстие, расположенные под прямым углом к плоскости .
6. Достаточна жесткость валика допускает высокую точность обработки.
7. Есть открытые шпоночные пазы, которые обрабатываются гораздо производительнее дисковыми фрезами.
8. Отсутствие резких перепадов диаметров, что позволяет эффективно использовать материал.
9. Возможность применения стандартного режущего инструмента.

Отрицательным с точки зрения технологичности следует считать:

1. Наличие шероховатости $Ra=1.6$ поверхностей по цилиндрическим поверхностям.
2. Несоответствие между шероховатостью поверхности и точностью размеров.
3. Наличие точного размера по продольного размера 99.85 (7^{ого} квалитет)
4. Наличие высоких требования допуска расположения (допуск перпендикулярности и допуск симметричности) и допуска формы (допуск торцового биения).
5. Наличие у детали сложного профиля по наружному диаметру.
6. Наличие высоких требования твердости ($HRC=58...62$).

3.Выбор исходной заготовки

Эта деталь может быть изготовлена из проката и поковки, остальные способы для заданной партии деталей (1000шт) являются экономически не обоснованными.

Определим коэффициент использования материала (КИМ) при изготовлении детали из прутка и поковки:

а) При изготовлении из прутка:

$$\phi_{\text{заг}} = 5,5 \text{ см} \quad \rho = 7,8 \text{ г/см}^3 \quad \text{длина заготовки: } 25,1 \text{ см}$$

$$\text{средний диаметр детали: } \phi_{\text{дет}} = \frac{28+32+47,5+32+25}{5} = 32,9 \text{ мм} = 3,29 \text{ см}$$

$$\text{масса детали} = \rho \cdot v = 7,82 \cdot \pi \cdot \left(\frac{3,29}{2}\right)^2 \cdot 25,1 = 1,67 \text{ кг}$$

$$\text{масса заготовки} = \rho \cdot v = 7,82 \cdot \pi \cdot \left(\frac{5,5}{2}\right)^2 \cdot 25,1 = 4,67 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = \frac{m_g}{m_3} = \frac{1,67}{4,67} = 0,36 < 1$$

$$m_g = 1,67 \text{ кг-масса детали}$$

$$m_3 = 4,67 \text{ кг-масса заготовки}$$

б) При изготовлении из поковки

$$\phi_{\text{заг}} = 5,3 \text{ см тогда } m_g = 1,67 \text{ кг} \quad m_3 = 4,3 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = \frac{m_g}{m_3} = \frac{1,67}{4,3} = 0,39 < 1$$

КИМ для поковки получается ближе к 1-е, но к поверхности детали не предъявляется специальных требований по прочности, поэтому в качестве заготовки выбираем прокат, т.к. он дешевле поковки, а перерасход материала не значителен.

4. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1,с19]:

$$K_{з.о} = \frac{\sum N_0}{P_{я}}$$

где $\sum N_0$ -суммарное число различных операций

$P_{я}$ -явочное число рабочих подразделения, выполняющих различные операции.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1,с22]:

$$t_{в} = \frac{60F_g}{N}$$

где F_g -фонд времени в планируемый период, ч. По таблице 2,1 [1,с22]:

$$t_{в} = \frac{60F_g}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{1000} = 241,74$$

Средняя трудоемкость операций [1,с22]:

$$T_{ср} = \frac{\sum_1^n t_{штi}}{n}$$

где $T_{штi}$ -штучное время i -й основной операции, мин; n -количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шк} = \phi_k \cdot T_0$$

где T_0 -основное технологическое время, 10^{-3} мин

ϕ_k -коэффициент i -ой основной операции зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

1. Для заготовочной операций: $\phi_{k0}=2,14$; [1,с147]
 2. Для первой операций (токарная): $\phi_{k1}=2,14$; [1,с147]
 3. Для второй операций (токарная): $\phi_{k2}=2,14$; [1,с147]
 4. Для третьей операций (фрезерование): $\phi_{k3} = 1,84$; [1,с147]
 5. Для четвертой операций (круглошлифовальная): $\phi_{k4} = 2,10$; [1,с147]
- 1) Основное технологическое время заготовочной операции определяем:

$$T_0=0,19D^2 = 0,19 \times 55^2 \times 10^{-3}=0,575 \text{ мин}$$

$$T_{шк0} = \phi_{k0} \cdot T_0 = 2,14 \times 0,575 = 1,23 \text{ мин}$$

- 2) Основное технологическое время первой операций (токарная) :

$$\begin{aligned} T_{01} &= [0,037(D^2 - d^2) + 0,52dl + 0,037(D^2 - d^2) + 0,52dl + 0,4dl + 0,17dl] \times 10^{-3} \\ &= [0,037(55^2 - 0) + 0,52 \times 4 \times 9 + 0,037(55^2 - 0) + 0,52 \times 8 \times 25 + 0,4 \times 8 \times 20 \\ &\quad + 0,17 \times 10 \times 47] \times 10^{-3} = 0,49 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{шк1} = \phi_{k01} \cdot T_{01} = 2,14 \times 0,49 = 1,05 \text{ мин}$$

- 3) Основное технологическое время второй операций (токарная с ЧПУ) :

$$\begin{aligned} T_{02} &= [0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,4dl + 0,4dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl] \\ &\quad 10^{-3} \\ &= [0,17 \times 47,5 \times 181,85 + 0,17 \times 32 \times 82 + 0,17 \times 25 \times 46 + 0,17 \times 24,5 \times 2 + 0,17 \times 31,5 \times 2 + 0,17 \times 32 \times 63 + 0,17 \times 28 \\ &\quad \times 30 + 0,4 \times 28 + 0,4 \times 40 + 0,17 \times 28 \times 0,5 + 0,17 \times 32 \\ &\quad \times 0,5 + 0,17 \times 32 \times 0,5 + 0,17 \times 25 \times 0,5] \times 10^{-3} = 2,65 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{шк2} = \phi_{k02} \cdot T_{02} = 2,14 \times 2,65 = 5,67 \text{ мин}$$

- 4) Основное технологическое время третьей операций (фрезерование) :

$$T_{03} = [7l + 7l] = [7 \times 28 + 7 \times 40] \times 10^{-3} = 0,476 \text{ мин}$$

$$T_{шк3} = \phi_{k03} \cdot T_{03} = 1,84 \times 0,476 = 0,88 \text{ мин}$$

- 5) Основное технологическое время четвертой операций (круглошлифовальный) :

$$\begin{aligned} T_{04} &= [0,15dl + 0,15dl + 0,15dl + 0,15dl + 0,15dl] \times 10^{-3} \\ &= [0,15 \times 47,5 \times 99,85 + 0,15 \times 32 \times 33 + 0,15 \times 28 \times 30 + 0,15 \times 32 \times 36 + 0,15 \times 25 \times 46] \times 10^{-3} = 1,341 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{шк4} = \phi_{k04} \cdot T_{04} = 2,10 \times 1,341 = 2,82 \text{ мин}$$

$$\text{Получим: } T_{cp} = \frac{1,23 + 1,05 + 5,67 + 0,88 + 2,83}{5} = 2,332 \text{ мин}$$

$$K_{3,0} = \frac{t_b}{T_{cp}} = \frac{241,74}{2,332} = 103,67$$

Так как $K_{3,0} = 103,67 > 40$, то выбирать тип производства: единичный

5.Разработка маршрута технологии изготовления деталей

Маршрутной техникой процесс составляем на основе анализа технологичности детали. С учётом требований по твердости детали в маршрут вводим термическую операцию. На заготовительной операции от протка отрезаем штучные заготовки. Это сделано на основе выбор заготовки и определения типа производства.

Маршрутной техникой процесс обработки детали “Валик” получается следующий :

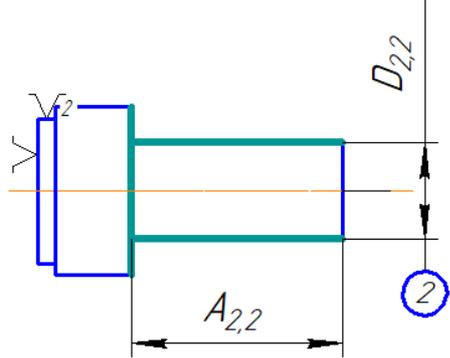
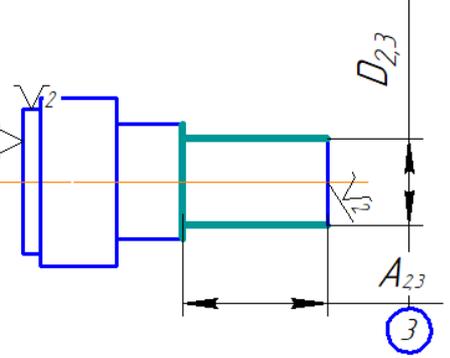
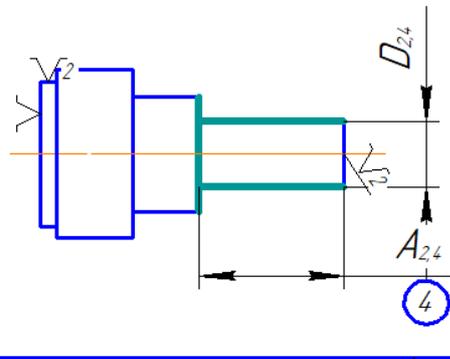
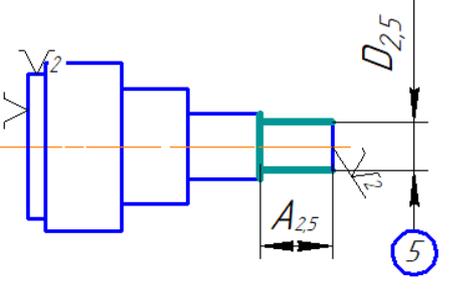
0. Заготовительная
- 1.Токарная
- 2.Токарная с ЧПУ
- 3.фрезерование
- 4.Слесарная
- 5.Контрольная
- 6.Термическая
7. Круглошлифовальная
8. Слесарная
9. Контрольная
10. Консервация

Теперь распишем этот маршрутный техникой процесс с уточнением переходов (таблица 5.1).

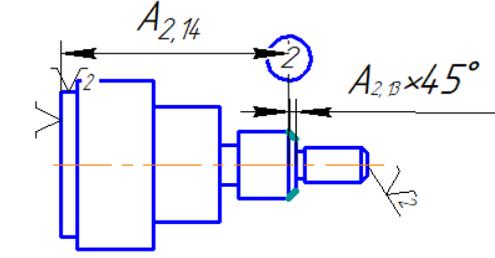
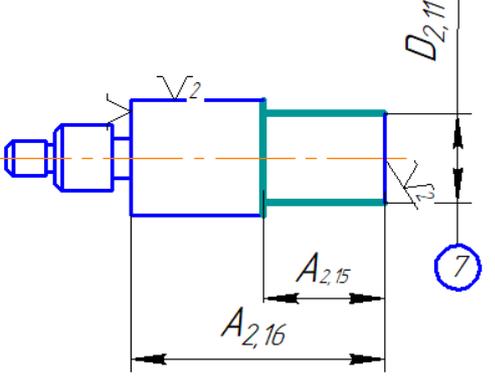
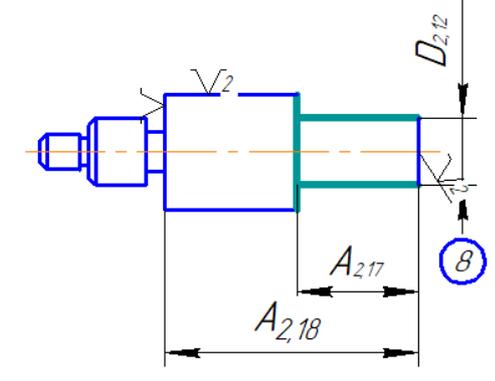
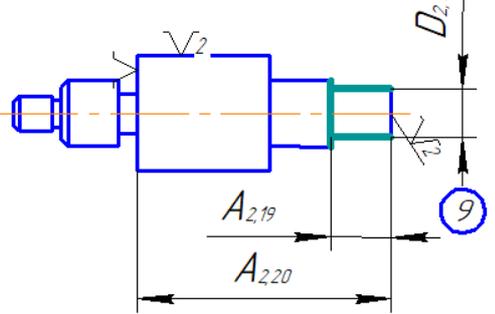
Маршрутный технический процесс с уточнением переходов

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
0	A	Заготовительная	
	O	Выдвинуть пруток ф55мм до упора и закрепить	
	1	Отрезать заготовку выдерживая размер $A_{01}=251_{-13}$ мм	
1	O	Токарная установка А установить заготовку в трёхкулачковый патрон подрезать торец 1 выдерживая размер $A_{11}=3_{-0.05}$ мм, $A_{12}=248_{-13}$ мм	
	1	Сверлить центровое отверстие 1, выдерживая размеры $D_{11}=4$ мм, $D_{12}=8,5$ мм, $A_{13}=9$ мм и $\alpha_{11} = 60^\circ$	
	2	установ в Б переустановить заготовку в трёхкулачковый патрон	

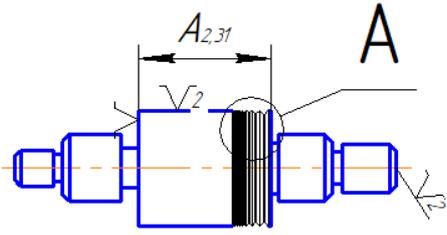
1	3	<p>подрезать торец 2 выдерживая размеры $A_{14} = 244,85_{-0,15} \text{ мм}$</p>	
	4	<p>Сверлить центровые 2 отверстия, выдерживая размеры $D_{13} = 8 \text{ мм}$, $A_{15} = 25 \text{ мм}$ и $\alpha_c = 60^\circ$</p>	
2	5	<p>Зенкеровать центровое отверстие 2, выдерживая размеры $D_{14} = 11,3 \text{ мм}$, $A_{16} = 4 \text{ мм}$</p> <p>нарезать резьбу М8-6Н выдерживая размер $A_{17} = 20 \text{ мм}$</p>	
	6	<p>Точить поверхность , выдерживая размеры $B_{10} \text{ мм}$ и $\phi 47 \text{ мм}$</p>	
0	1	<p>Токарная с ЧПУ Установ А приспособления центр и трёхкулачковый патрон черновое точить поверхность 1, выдерживая размеры $D_{21} = 48,8_{-0,25} \text{ мм}$ и $A_{21} = 183_{-0,575}^{+0,575} \text{ мм}$</p>	

	<p>2 Получистовое точить поверхность2 выдерживая размеры $D_{2,2}=47,9_{-0,1} \text{ мм}$ и $A_{2,2}=184_{-0,575}^{+0,575} \text{ мм}$</p>	
2	<p>3 Черновое точить поверхность3 выдерживая размеры $D_{2,3}=33,3_{-0,25} \text{ мм}$ и $A_{2,3}=81,5_{-0,91}^{+0,9} \text{ мм}$</p>	
	<p>4 Получистовое точить поверхность4 выдерживая размеры $D_{2,4}=32,4_{-0,1} \text{ мм}$ и $A_{2,4}=81,7_{-0,91}^{+0,9} \text{ мм}$</p>	
	<p>5 Черновое точить поверхность5 выдерживая размеры $D_{2,5}=26,3_{-0,21} \text{ мм}$ и $A_{2,5}=45,5_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм}$</p>	

	<p>6 Получистовое точить поверхность 6 выдерживая размеры $D_{2,6} = 25,4_{-0,08}^{+0,01}$ мм и $A_{2,6} = 4,6_{-0,31}^{+0,31}$ мм</p>	
	<p>7 Точить канавку 1 выдерживая размеры $D_{2,7} = 24,5_{-0,32}$ мм, и $A_{2,7} = 2_{-0,25}^{+0,25}$ мм $A_{2,8} = 198,85_{-1,15}$ мм</p>	
2	<p>8 Точить канавку 2 выдерживая размеры $D_{2,8} = 31,5_{-0,02}$ мм, и $A_{2,9} = 1,65_{-0,16}^{+0,13}$ мм $A_{2,10} = 163,65_{-1,0}$ мм</p>	
	<p>9 Точить фаски 1 выдерживая размеры $A_{2,11} = 0,58_{-0,1535}^{+0,1535} \times 45^\circ$ и, $A_{2,12} = 244,85_{-1,15}$ мм</p>	

	<p>10</p> <p>Точить Фаски 2 выдерживая размеры $A_{2,14} = 0,58_{-0,1575}^{+0,1575} \times 45^\circ$ и $A_{2,14} = 244,85_{-15} \text{ мм}$</p>	
2	<p>11</p> <p>устанб Б приспособления центр и трёхлучачковй патрон черново точить поверхность 7, выдерживая размеры $D_{2,11} = 33,3_{-0,25} \text{ мм}$, $A_{2,15} = 62,5_{-0,37}^{+0,37} \text{ мм}$ и $A_{2,16} = 163,65_{-10} \text{ мм}$</p>	
	<p>12</p> <p>Получистовое точить поверхность 8, выдерживая размеры $D_{2,12} = 32,4_{-0,1} \text{ мм}$, $A_{2,17} = 62,7_{-0,37}^{+0,37} \text{ мм}$ и $A_{2,18} = 163,65_{-10} \text{ мм}$</p>	
	<p>13</p> <p>Черново точить поверхность 9 выдерживая размеры $D_{2,19} = 29,3_{-0,21} \text{ мм}$, $A_{2,19} = 29,5_{-0,26}^{+0,26} \text{ мм}$ и $A_{2,20} = 214,85_{-15} \text{ мм}$</p>	

	<p>14 Получистое точить поверхность 10 выдерживая размеры $D_{2,14} = 28,4_{-0,004}^{+0,26}$ мм, и $A_{2,21} = 30_{-0,25}^{+0,26}$ мм и $A_{2,22} = 214,85_{-1,15}$ мм</p>	
	<p>15 Точить канавку 3 выдерживая размеры $D_{2,15} = 27,5_{-0,52}$ мм, и $A_{2,23} = 2_{-0,25}^{+0,25}$ мм, $A_{2,24} = 133,65_{-1,0}$ мм</p>	
2	<p>16 Точить канавку 4 выдерживая размеры $D_{2,16} = 31,5_{-0,62}$ мм, и $A_{2,25} = 1,65_{-0,18}^{+0,43}$ мм, $A_{2,26} = 103,6_{-0,87}$ мм</p>	
	<p>17 Точить Фаски 3 выдерживая размеры $A_{2,27} = 0,58_{-0,1535}^{+0,1535} \times 45^\circ$ мм, и $A_{2,28} = 163,65_{-1,0}$ мм</p>	
	<p>18 Точить Фаски 4 выдерживая размеры $A_{2,29} = 0,58_{-0,1575}^{+0,1575} \times 45^\circ$ мм, и $A_{2,30} = 133,65_{-1,0}$ мм</p>	

2 19	<p>Точить канавки выдерживая размер $A_{2,31}=103,2_{-0,25}^{+0,02}$ мм Точить канавку 1 выдерживая размеры $A_{2,32}=7,97_{-0,85}^{+0,85}$ мм, $A_{2,41}=1,4_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,19}=4,185_{-0,02}^{+0,02}$ мм Точить канавку 2 выдерживая размеры $A_{2,33}=15,31_{-0,815}^{+0,815}$ мм, $A_{2,42}=1,02_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,20}=4,2,95_{-0,02}^{+0,02}$ мм</p>	
	<p>Точить канавку 3 выдерживая размеры $A_{2,34}=21,41_{-0,85}^{+0,85}$ мм, $A_{2,43}=0,86_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,21}=4,3,8_{-0,02}^{+0,02}$ мм Точить канавку 4 выдерживая размеры $A_{2,35}=26,47_{-0,815}^{+0,815}$ мм, $A_{2,44}=0,56_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,22}=4,4,65_{-0,02}^{+0,02}$ мм Точить канавку 5 выдерживая размеры $A_{2,36}=30,65_{-0,815}^{+0,815}$ мм, $A_{2,45}=0,52_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,23}=4,5,2_{-0,02}^{+0,02}$ мм Точить канавку 6 выдерживая размеры $A_{2,37}=34,20_{-0,815}^{+0,815}$ мм, $A_{2,46}=0,41_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,24}=4,5,7_{-0,02}^{+0,02}$ мм Точить канавку 7 выдерживая размеры $A_{2,38}=37,30_{-0,815}^{+0,815}$ мм, $A_{2,47}=0,4_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,25}=4,6,05_{-0,02}^{+0,02}$ мм Точить канавку 8 выдерживая размеры $A_{2,39}=39,99_{-0,85}^{+0,85}$ мм, $A_{2,48}=0,28_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,26}=4,6,35_{-0,02}^{+0,02}$ мм Точить канавку 9 выдерживая размеры $A_{2,40}=4,2,29_{-0,815}^{+0,815}$ мм, $A_{2,49}=0,24_{-0,02}^{+0,02}$ мм, $D_{2,27}=4,6,55_{-0,02}^{+0,02}$ мм</p>	

3	1	<p>Фрезерование</p> <p>фрезеровать шпоночный паз 1 выдерживая размеры</p> <p>$A_{31} = 3_{-0,25} \text{ мм}$, $A_{32} = 40_{-0,2} \text{ мм}$, $A_{33} = 8_{-0,026} \text{ мм}$, $A_{34} = 4_{-0,2} \text{ мм}$</p>

	<p>2 фрезеровать шпоночный паз 2 выдерживая размеры $A_{3,5}=1_{-0,25}^{0,0}$ мм, $A_{3,6}=28_{-0,25}^{0,0}$ мм, $A_{3,7}=8_{-0,036}^{0,0}$ мм, $A_{3,8}=4_{-0,2}^{0,0}$ мм</p>	
4		слесарная
5		контрольная
6		Термическая HRC 58...62
7	<p>Круглошлифовальная шлифовать поверхность 1 выдерживая размеры $D_{6,1}=47,5_{-0,03}^{0,0}$, $D_{6,2}=32_{-0,04}^{0,01}$, $D_{6,3}=28_{-0,03}^{0,0}$ $D_{6,4}=32_{-0,04}^{0,01}$, $D_{6,5}=25_{-0,03}^{0,0}$ шлифовать торцы 1 и 2 выдерживая размеры $A_{6,1}=101,458_{-0,005}^{+0,005}$, $A_{6,2}=99,85_{-0,05}^{+0,05}$, $A_{6,3}=33_{-0,31}^{+0,31}$, $A_{6,4}=30_{-0,26}^{+0,26}$, $A_{6,5}=36_{-0,31}^{+0,31}$, $A_{6,6}=46_{-0,31}^{+0,31}$</p>	
8		слесарная
9		контрольная
10		консервация

6. Расчет припусков и допусков, диаметральных и продольных технологических размеров.

6.1 Размерная схема (рис 6.1).

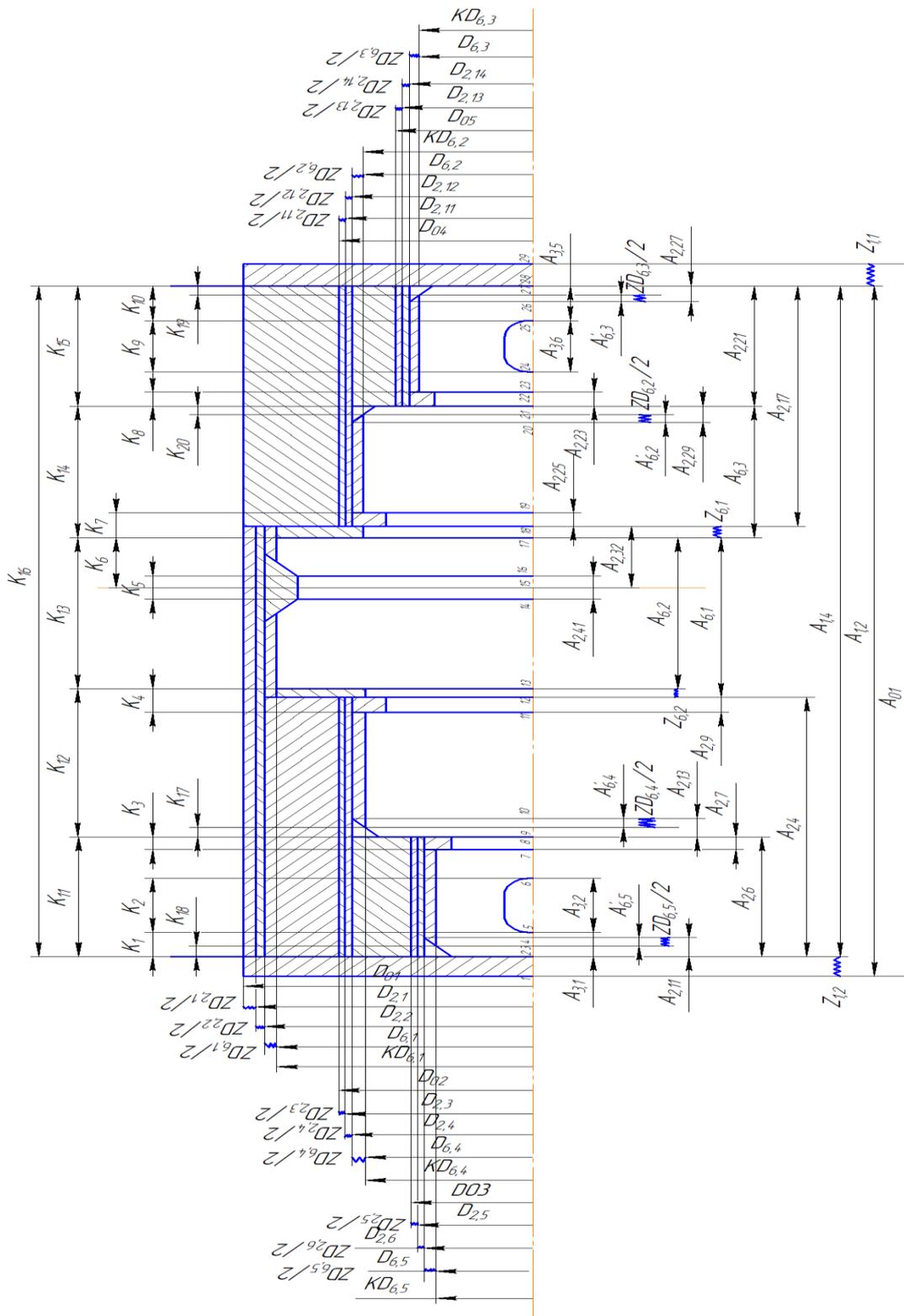


Рис.6.1 Размерная схема

6.2 Граф-дерево технологических размерных цепей (Рис.6.2) .

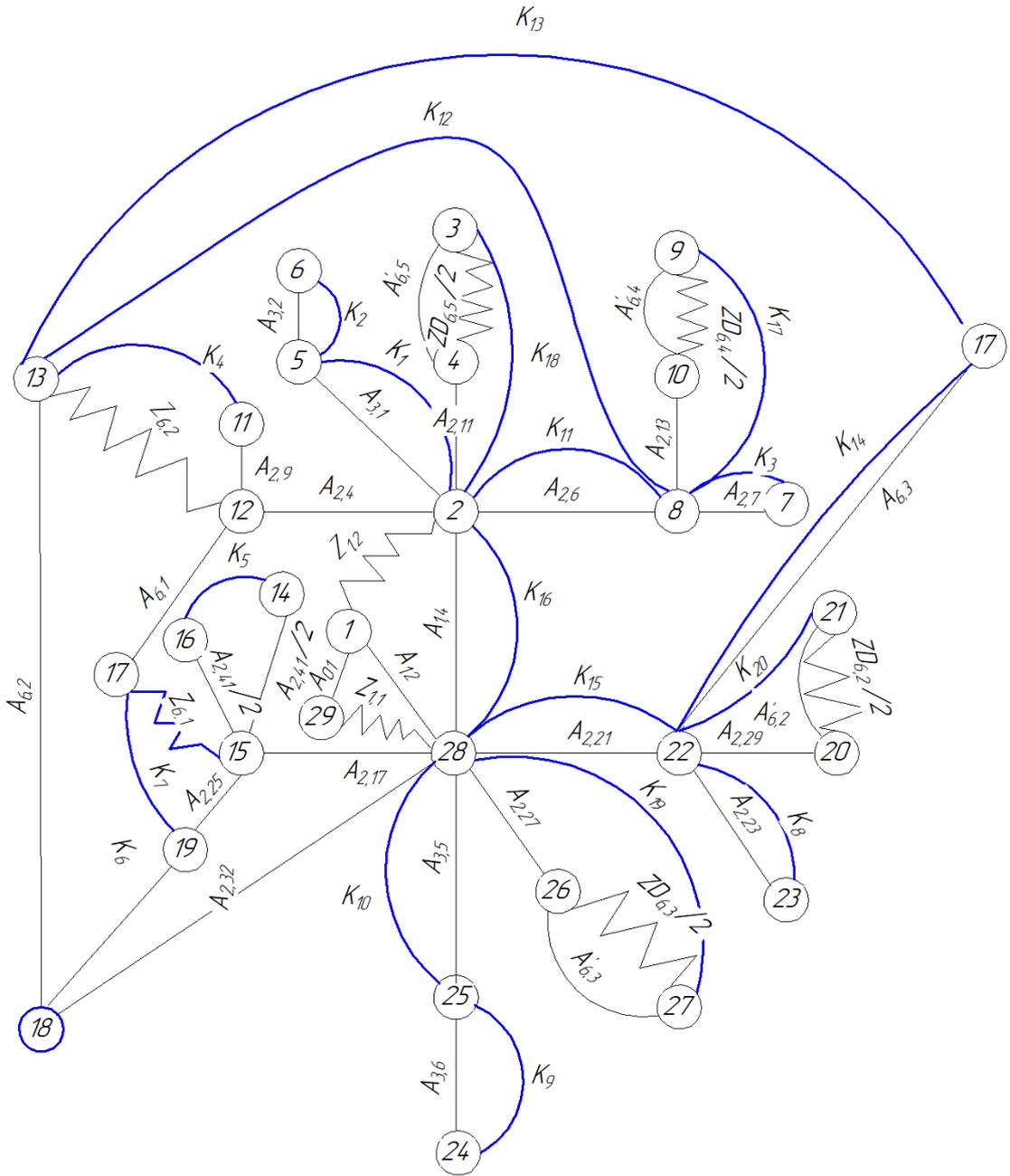


Рис.6.2.Граф-дерево технологических размерных цепей

6.3. Расчет диаметральных технологических размеров

6.3.1 Расчет припусков на диаметральные размеры и диаметральных технологических размеров на $\varnothing 47,5_{-0,03}$.

1) Расчет припусков на $\varnothing 47,5_{-0,03}$.

Для удобства результата расчетов сводим в таблицу 6.3.1.

таблица 6.3.1

N n	Наименование о операций	Технические Размеры		TA _i мм	Элементы припуска, мкм				Значение припуска	
		рас	округл		R _{zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _{i-1}	2Z _{min}	2Z _{max}
1	пруток	52,65 ^{+0,4} _{-0,1}	52,7 ^{+0,4} _{-0,1}	1,4						
2	черновое точение	48,792 _{-0,25}	48,8 _{-0,25}	0,25	125	120	1960	-	2,45	4,1
3	Получистовое точение	47,85 _{-0,1}	47,9 _{-0,1}	0,1	63	60	25	-	0,271	0,621
4	термообработка									
5	круглошлифование	47,5 _{-0,03}	47,5 _{-0,03}	0,03	30	25	-	-	0,11	0,24

Величины полей допусков TA₂-TA₅ определяются по таблице 32 [4м.1 с192], а поле допуска на прокат TA₁ по таблице [4м.1 с83] предельные отклонения по диаметру сортового круглого прутка из стали.

Определяем кривизну прутков при закреплении в 3-хулочковом патроне [4м.1 с177]:

$$\rho = l \cdot \frac{\Delta K}{\Delta K^2 + 0,25}$$

где ΔK=0,002 мм-отклонение оси детали от прямолинейности

l=244,85 мм-длина обработки

$$\rho = 244,85 \cdot \frac{0,002}{0,002^2 + 0,25} = 1,96$$

Суммарная погрешность установки [4м.1 с177]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}$$

$\varepsilon_\delta = 0$, $\varepsilon_3 = 0$ то есть $\varepsilon_y = 0$

Расчет припусков на круглошлифование.

$$\begin{aligned} 2Z_{5min} &= 2(R_{Zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2} \\ &= 2(30+25) + \sqrt{0^2 + 0^2} = 0,11 \text{ мм} \\ 2Z_{5max} &= 2Z_{5min} + TA_5 + TA_3 = 0,11 + 0,03 + 0,1 = 0,24 \text{ мм} \end{aligned}$$

Расчет припусков на получистовое точение

$$\begin{aligned} 2Z_{3min} &= 2(R_{Zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2} \\ &= 2(63+60) + \sqrt{25^2 + 0^2} \\ &= 0,271 \text{ мм} \\ 2Z_{3max} &= 2Z_{3min} + TA_3 + TA_2 = 0,271 + 0,1 + 0,25 = 0,621 \text{ мм} \end{aligned}$$

Расчет припусков на черновое точение

$$\begin{aligned} 2Z_{2min} &= 2(R_{Zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2} \\ &= 2(125+120) + \sqrt{1960^2 + 0^2} \\ &= 2,45 \text{ мм} \\ 2Z_{2max} &= 2Z_{2min} + TA_2 + TA_1 = 2,45 + 0,25 + 1,4 = 4,1 \text{ мм} \end{aligned}$$

Минимальный размер на получистовое точение

$$A_{3min} = A_{5max} + 2Z_{5min} = 47,5 + 0,11 = 47,61 \text{ мм}$$

Максимальный размер на получистовое точение

$$A_{3max} = A_{3min} + 2Z_{5max} = 47,61 + 0,24 = 47,85 \text{ мм}$$

$$A_3 = 47,85_{-0,1}$$

Минимальный размер на черновое точение

$$A_{2min} = A_{3max} + 2Z_{3min} = 47,9 + 0,271 = 48,171 \text{ мм}$$

Максимальный размер на черновое точение

$$A_{2max} = A_{2min} + 2Z_{3max} = 48,171 + 0,621 = 48,792 \text{ мм}$$

$$A_2 = 48,792_{-0,25}$$

Минимальный размер заготовки для прутка

$$A_{1min} = A_{2max} + 2Z_{2min} = 48,8 + 2,45 = 51,25 \text{ мм}$$

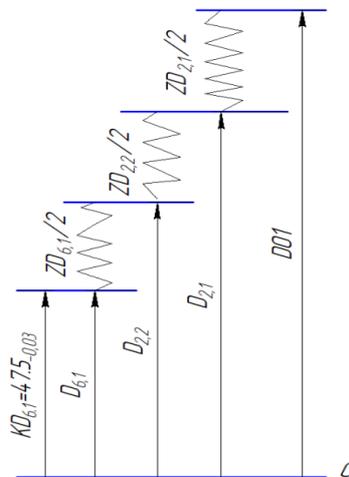
Максимальный размер заготовки для прутка

$$A_{1max} = A_{1min} + TA_1 = 51,25 + 1,4 = 52,65 \text{ мм}$$

$$A_1 = 52,65_{-0,1}^{+0,4}$$

Принимаем диаметр заготовки 55 мм.

2) Расчет диаметральных технологических размеров на $\varnothing 47,5_{-0,03}$ (рис.6.3.1).



6.3.1.размерная цепь №.1

$$KD_{6,1}=D_{6,1} =47,5_{-0,03} \text{ мм}$$

$$ZD_{6,1min} = 0,11 \text{ мм}, ZD_{6,1max} = 0,24 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,1}^C = \frac{ZD_{6,1min}+ZD_{6,1max}}{2} = \frac{0,11+0,24}{2} =0,175 \text{ мм}$$

$$TZD_{6,1}=ZD_{6,1max}-ZD_{6,1min}=0,24-0,11=0,13 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,1}=0,175_{\pm 0,065} \text{ мм}$$

$$D_{2,2}=47,9_{-0,1} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,2min} = 0,271 \text{ мм}, ZD_{2,2max} = 0,621 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,2}^C = \frac{ZD_{2,2min}+ZD_{2,2max}}{2} = \frac{0,271+0,621}{2} =0,446 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,2}=ZD_{2,2max}-ZD_{2,2min}=0,621-0,271=0,35 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,2}=0,446_{\pm 0,175} \text{ мм}$$

$$D_{2,1}=48,8_{-0,25} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,1min} = 2,45 \text{ мм}, ZD_{2,1max} = 4,1 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,1}^C = \frac{ZD_{2,1min}+ZD_{2,1max}}{2} = \frac{2,45+4,1}{2} =3,275 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,1}=ZD_{2,1max}-ZD_{2,1min}=4,1-2,45=1,65 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,1}=3,275_{\pm 0,825} \text{ мм}$$

$$D_{01}=52,7_{-0,1}^{+0,4}$$

$$\text{Принимаем диаметр заготовки } D_{0\Phi}=55_{-0,1}^{+0,4} \text{ мм}$$

$$\text{Фактическое значение припуска } ZD_{17\Phi}=D_{0\Phi} - D_{17} =55_{-0,1}^{+0,4}-48,8_{-0,25}=6,2_{-0,1}^{+0,65}$$

6.3.2 Расчет припусков на диаметральные размеры и диаметральных технологических размеров на

$$\emptyset 32_{-0,04}^{-0,01}$$

1) Расчет припусков на $\emptyset 32_{-0,04}^{-0,01}$

Для удобства результата расчетов сводим в таблицу 6.3.2

Таблица. 6.3.2

N n	Наименование о операций	Технические Размеры		ТА _i мм	Элементы припуска, мкм				Значение припуска	
		рас	округл		R _{zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _{i-1}	2Z _{min}	2Z _{max}
1	заготовительное	37,11 _{-1,4}	37,2 _{-1,4}	1,4						
2	черновое точение	33,292 _{-0,25}	33,3 _{-0,25}	0,25	125	120	1960	-	2,45	4,1
3	Получистовое точение	32,34 _{-0,1}	32,4 _{-0,1}	0,1	63	60	25	-	0,271	0,621
4	термообработка									
5	круглошлифование	32 ^{-0,01} _{-0,04}	32 ^{-0,01} _{-0,04}	0,03	30	25	-	-	0,11	0,24

Расчет припусков на круглошлифование

$$2Z_{5min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2}$$

$$= 2(30 + 25) + \sqrt{0^2 + 0^2} = 0,11 \text{ мм}$$

$$2Z_{5max} = 2Z_{5min} + TA_5 + TA_3 = 0,11 + 0,03 + 0,1 = 0,24 \text{ мм}$$

Расчет припусков на получистовое точение

$$2Z_{3min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2}$$

$$= 2(63 + 60) + \sqrt{25^2 + 0^2}$$

$$= 0,271 \text{ мм}$$

$$2Z_{3max} = 2Z_{3min} + TA_3 + TA_2 = 0,271 + 0,1 + 0,25 = 0,621 \text{ мм}$$

Расчет припусков на черновое точение

$$2Z_{2min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2}$$

$$=2(125+120)+\sqrt{1960^2 + 0^2}$$

$$=2,45 \text{ мм}$$

$$2Z_{2max} = 2Z_{2min} + TA_2 + TA_1 = 2,45 + 0,25 + 1,4 = 4,1 \text{ мм}$$

Минимальный размер на получистовое точение

$$A_{3min} = A_{5max} + 2Z_{5min} = 31,99 + 0,11 = 32,1 \text{ мм}$$

Максимальный размер на получистовое точение

$$A_{3max} = A_{3min} + 2Z_{5max} = 32,1 + 0,24 = 32,34 \text{ мм}$$

$$A_3 = 32,34_{-0,1}$$

Минимальный размер на черновое точение

$$A_{2min} = A_{3max} + 2Z_{3min} = 32,4 + 0,271 = 32,671 \text{ мм}$$

Максимальный размер на черновое точение

$$A_{2max} = A_{2min} + 2Z_{3max} = 32,671 + 0,621 = 33,292 \text{ мм}$$

$$A_2 = 33,292_{-0,25}$$

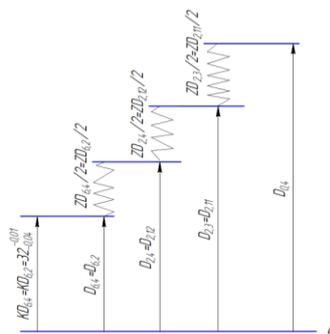
Минимальный размер заготовительного

$$A_{1min} = A_{2max} + 2Z_{2min} = 33,3 + 2,45 = 35,75 \text{ мм}$$

Максимальный размер заготовительного

$$A_{1max} = A_{1min} + TA_1 = 35,75 + 1,4 = 37,19 \text{ мм} < 52,7 \text{ мм}$$

2) Расчет диаметральных технологических размеров на $\varnothing 32_{-0,04}^{-0,01}$ (Рис.6.3.2)



6.3.2. размерная цепь №.2

$$KD_{6,4} = KD_{6,2} = D_{6,4} = D_{6,2} = 32_{-0,04}^{0,01} \text{ мм}$$

$$ZD_{6,4min} = ZD_{6,2min} = 0,11 \text{ мм}, \quad ZD_{6,4max} = ZD_{6,2max} = 0,24 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,4}^C = ZD_{6,2}^C = \frac{ZD_{6,4min} + ZD_{6,4max}}{2} = \frac{0,11 + 0,24}{2} = 0,175 \text{ мм}$$

$$TZD_{6,4} = TZD_{6,2} = ZD_{6,4max} - ZD_{6,4min} = 0,24 - 0,11 = 0,13 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,4} = ZD_{6,2} = 0,175 \pm 0,065 \text{ мм}$$

$$D_{2,4} = D_{2,12} = 32,4_{-0,1} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,4min} = ZD_{2,12min} = 0,271 \text{ мм}, \quad ZD_{2,4max} = ZD_{2,12max} = 0,621 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,4}^C = ZD_{2,12}^C = \frac{ZD_{2,4min} + ZD_{2,4max}}{2} = \frac{0,271 + 0,621}{2} = 0,446 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,4} = TZD_{2,12} = ZD_{2,4max} - ZD_{2,4min} = 0,621 - 0,271 = 0,35 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,4} = ZD_{2,12} = 0,446 \pm 0,175 \text{ мм}$$

$$D_{2,3} = D_{2,11} = 33,3_{-0,25} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,3min} = ZD_{2,11min} = 2,45 \text{ мм}, \quad ZD_{2,3max} = ZD_{2,11max} = 4,1 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,3}^C = ZD_{2,11}^C = \frac{ZD_{2,3min} + ZD_{2,3max}}{2} = \frac{2,45 + 4,1}{2} = 3,275 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,3} = TZD_{2,11} = ZD_{2,3max} - ZD_{2,3min} = 4,1 - 2,45 = 1,65 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,3} = ZD_{2,11} = 3,275 \pm 0,825 \text{ мм}$$

$$D_{0,2} = D_{0,4} = 37,2_{-1,4} \text{ мм}$$

6.3.3 Расчет припусков на диаметральные размеры и диаметральные технологических размеров на $\emptyset 25_{-0,03}$

1) Расчет припусков на $\emptyset 25_{-0,03}$

Для удобства результата расчетов сводим в таблицу.6.3.3

таблица.6.3.3

N n	Наименование о операций	Технические Размеры		TA _i мм	Элементы припуска, мкм				Значение припуска	
		рас	округл		R _{zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _{l-1}	2Z _{min}	2Z _{max}
1	заготовительное	30,15 _{-1,4}	30,2 _{-1,4}	1,4						
2	черновое точение	26,236 _{-0,21}	26,3 _{-0,21}	0,21	125	120	1960	-	2,45	4,06
3	Получистовое точение	25,334 _{-0,084}	25,4 _{-0,084}	0,084	63	60	25	-	0,271	0,565
4	термообработка									
5	круглошлифование	25 _{-0,03}	25 _{-0,03}	0,03	30	25	-	-	0,11	0,224

Расчет припусков на круглошлифование

$$2Z_{5min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2}$$

$$= 2(30 + 25) + \sqrt{0^2 + 0^2} = 0,11 \text{ мм}$$

$$2Z_{5max} = 2Z_{5min} + TA_5 + TA_3 = 0,11 + 0,03 + 0,084 = 0,224 \text{ мм}$$

Расчет припусков на получистовое точение

$$2Z_{3min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2}$$

$$= 2(63 + 60) + \sqrt{25^2 + 0^2}$$

$$= 0,271 \text{ мм}$$

$$2Z_{3max} = 2Z_{3min} + TA_3 + TA_2 = 0,271 + 0,084 + 0,21 = 0,565 \text{ мм}$$

Расчет припусков на черновое точение

$$2Z_{2min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2}$$

$$=2(125+120)+\sqrt{1960^2 + 0^2}$$

$$=2,45 \text{ мм}$$

$$2Z_{2max} = 2Z_{2min} + TA_2 + TA_1 = 2,45 + 0,21 + 1,4 = 4,06 \text{ мм}$$

Минимальный размер на получистовое точение

$$A_{3min} = A_{5max} + 2Z_{5min} = 25 + 0,11 = 25,11 \text{ мм}$$

Максимальный размер на получистовое точение

$$A_{3max} = A_{3min} + 2Z_{5max} = 25,11 + 0,224 = 25,334 \text{ мм}$$

$$A_3 = 25,334_{-0,084}$$

Минимальный размер на черновое точение

$$A_{2min} = A_{3max} + 2Z_{3min} = 25,4 + 0,271 = 25,671 \text{ мм}$$

Максимальный размер на черновое точение

$$A_{2max} = A_{2min} + 2Z_{3max} = 25,671 + 0,565 = 26,236 \text{ мм}$$

$$A_2 = 26,236_{-0,21}$$

Минимальный размер заготовительного

$$A_{1min} = A_{2max} + 2Z_{2min} = 26,3 + 2,45 = 28,75 \text{ мм}$$

Максимальный размер заготовительного

$$A_{1max} = A_{1min} + TA_1 = 28,75 + 1,4 = 30,15 \text{ мм} < 52,7 \text{ мм}$$

$$A_1 = 30,15_{-1,4}$$

2) Расчет диаметральных технологических размеров на $\varnothing 25_{-0,03}$ (Рис.6.3.3)

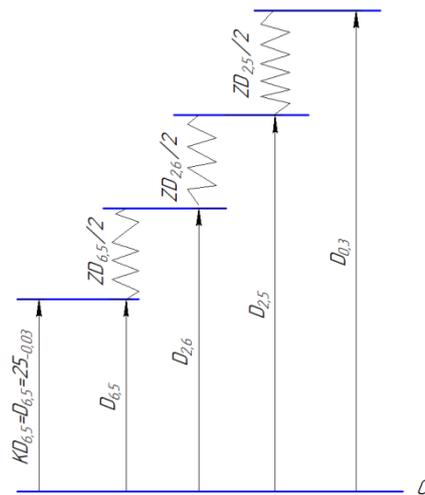


Рис. 6.3.3 размерная цепь №.3

$$KD_{6,5} = D_{6,5} = 25_{-0,03} \text{ мм}$$

$$ZD_{6,5min} = 0,11 \text{ мм}, \quad ZD_{6,5max} = 0,224 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,5}^C = \frac{ZD_{6,5min} + ZD_{6,5max}}{2} = \frac{0,11 + 0,224}{2} = 0,167 \text{ мм}$$

$$TZD_{6,5} = ZD_{6,5max} - ZD_{6,5min} = 0,224 - 0,11 = 0,114 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,5} = 0,167 \pm 0,057 \text{ мм}$$

$$D_{2,6} = 25,4_{-0,084} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,6min} = 0,271 \text{ мм}, \quad ZD_{2,6max} = 0,565 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,6}^C = \frac{ZD_{2,6min} + ZD_{2,6max}}{2} = \frac{0,271 + 0,565}{2} = 0,418 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,6} = ZD_{2,6max} - ZD_{2,6min} = 0,565 - 0,271 = 0,294 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,6} = 0,418 \pm 0,147 \text{ мм}$$

$$D_{2,5} = 26,3_{-0,21} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,5min} = 2,45 \text{ мм}, \quad ZD_{2,5max} = 4,06 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,5}^C = \frac{ZD_{2,5min} + ZD_{2,5max}}{2} = \frac{2,45 + 4,06}{2} = 3,255 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,5} = ZD_{2,5max} - ZD_{2,5min} = 4,06 - 2,45 = 1,61 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,5} = 3,255 \pm 0,805 \text{ мм}$$

$$D_{0,3}=30,2_{-1,4} \text{ мм}$$

6.3.4 Расчет припусков на диаметральные размеры и диаметральные технологических размеров на $\varnothing 28_{-0,03}$

1) Расчет припусков на $\varnothing 28_{-0,03}$

Для удобства результата расчетов сводим в таблицу.6.3.4

таблица.6.3.4

N n	Наименование о операций	Технические Размеры		TA _i мм	Элементы припуска, мкм				Значение припуска	
		рас	округл		R _{zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _{I-1}	2Z _{min}	2Z _{max}
1	заготовительное	33,15 _{-1,4}	33,2 _{-1,4}	1,4						
2	черновое точение	29,236 _{-0,21}	29,3 _{-0,21}	0,21	125	120	1960	-	2,45	4,06
3	Получистовое точение	28,334 _{-0,084}	28,4 _{-0,084}	0,084	63	60	25	-	0,271	0,565
4	термообработка									
5	круглошлифование	28 _{-0,03}	28 _{-0,03}	0,03	30	25	-	-	0,11	0,224

Расчет припусков на круглошлифование

$$2Z_{5min}=2(R_{Zi-1} + h_{i-1})+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2}$$

$$=2(30+25)+\sqrt{0^2 + 0^2}=0,11 \text{ мм}$$

$$2Z_{5max} = 2Z_{5min}+TA_5+TA_3=0,11+0,03+0,084=0,224 \text{ мм}$$

Расчет припусков на получистовое точение

$$\begin{aligned}
2Z_{3min} &= 2(R_{Zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2} \\
&= 2(63+60) + \sqrt{25^2 + 0^2} \\
&= 0,271 \text{ мм} \\
2Z_{3max} &= 2Z_{3min} + TA_3 + TA_2 = 0,271 + 0,084 + 0,21 = 0,565 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Расчет припусков на черновое точение

$$\begin{aligned}
2Z_{2min} &= 2(R_{Zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi-1}^2} \\
&= 2(125+120) + \sqrt{1960^2 + 0^2} \\
&= 2,45 \text{ мм} \\
2Z_{2max} &= 2Z_{2min} + TA_2 + TA_1 = 2,45 + 0,21 + 1,4 = 4,06 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Минимальный размер на получистовое точение

$$A_{3min} = A_{5max} + 2Z_{5min} = 28 + 0,11 = 28,11 \text{ мм}$$

Максимальный размер на получистовое точение

$$A_{3max} = A_{3min} + 2Z_{5max} = 28,11 + 0,224 = 28,334 \text{ мм}$$

$$A_3 = 28,334_{-0,084}$$

Минимальный размер на черновое точение

$$A_{2min} = A_{3max} + 2Z_{3min} = 28,4 + 0,271 = 28,671 \text{ мм}$$

Максимальный размер на черновое точение

$$A_{2max} = A_{2min} + 2Z_{3max} = 28,671 + 0,565 = 29,236 \text{ мм}$$

$$A_2 = 29,236_{-0,21}$$

Минимальный размер заготовительного

$$A_{1min} = A_{2max} + 2Z_{2min} = 29,3 + 2,45 = 31,75 \text{ мм}$$

Максимальный размер заготовительного

$$A_{1max} = A_{1min} + TA_1 = 31,75 + 1,4 = 33,15 \text{ мм} < 52,7 \text{ мм}$$

$$A_1 = 33,15_{-1,4}$$

2) Расчет диаметральных технологических размеров на $\varnothing 28_{-0,03}$ (Рис.6.3.4)

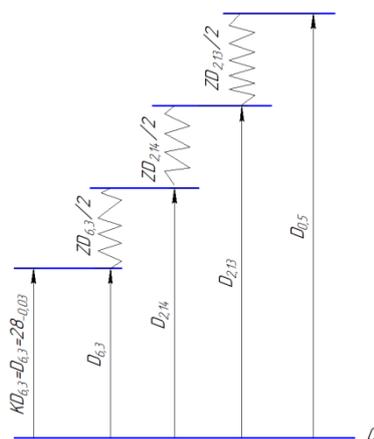


Рис. 6.3.4 размерная цепь №4

$$KD_{6,3} = D_{6,3} = 28_{-0,03} \text{ мм}$$

$$ZD_{6,3min} = 0,11 \text{ мм}, ZD_{6,3max} = 0,224 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,3}^C = \frac{ZD_{6,3min} + ZD_{6,3max}}{2} = \frac{0,11 + 0,224}{2} = 0,167 \text{ мм}$$

$$TZD_{6,3} = ZD_{6,3max} - ZD_{6,3min} = 0,224 - 0,11 = 0,114 \text{ мм}$$

$$ZD_{6,3} = 0,167 \pm 0,057 \text{ мм}$$

$$D_{2,14} = 28,4_{-0,084} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,14min} = 0,271 \text{ мм}, ZD_{2,14max} = 0,565 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,14}^C = \frac{ZD_{2,14min} + ZD_{2,14max}}{2} = \frac{0,271 + 0,565}{2} = 0,418 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,14} = ZD_{2,14max} - ZD_{2,14min} = 0,565 - 0,271 = 0,294 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,14} = 0,418 \pm 0,147 \text{ мм}$$

$$D_{2,13} = 29,3_{-0,21} \text{ мм}$$

$$ZD_{2,13min} = 2,45 \text{ мм}, ZD_{2,13max} = 4,06 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,13}^C = \frac{ZD_{2,13min} + ZD_{2,13max}}{2} = \frac{2,45 + 4,06}{2} = 3,255 \text{ мм}$$

$$TZD_{2,13} = ZD_{2,13max} - ZD_{2,13min} = 4,06 - 2,45 = 1,61 \text{ мм}$$

$$ZD_{2,13} = 3,255 \pm 0,805 \text{ мм}$$

$$D_{0,5} = 33,2_{-1,4} \text{ мм}$$

6.4 Определение продольных технических размеры

6.4.1 Допуск на конструкторские размеры

$K_1 = 3_{-0,25} \text{ мм}$	$TK_1 = 0,25 \text{ мм}$
$K_2 = 40^{+0,62} \text{ мм}$	$TK_2 = 0,62 \text{ мм}$
$K_3 = 2^{+0,25} \text{ мм}$	$TK_3 = 0,25 \text{ мм}$
$K_4 = 2^{+0,25} \text{ мм}$	$TK_4 = 0,25 \text{ мм}$
$K_5 = 1,4 \pm 0,02 \text{ мм}$	$TK_5 = 0,04 \text{ мм}$
$K_6 = 5,52 \pm 0,02 \text{ мм}$	$TK_6 = 0,04 \text{ мм}$
$K_7 = 2^{+0,25} \text{ мм}$	$TK_7 = 0,25 \text{ мм}$
$K_8 = 2^{+0,25} \text{ мм}$	$TK_8 = 0,25 \text{ мм}$
$K_9 = 28^{+0,52} \text{ мм}$	$TK_9 = 0,52 \text{ мм}$
$K_{10} = 1_{-0,25} \text{ мм}$	$TK_{10} = 0,25 \text{ мм}$
$K_{11} = 46 \pm 0,31 \text{ мм}$	$TK_{11} = 0,62 \text{ мм}$
$K_{12} = 36 \pm 0,31 \text{ мм}$	$TK_{12} = 0,62 \text{ мм}$
$K_{13} = 99,85 \pm 0,05 \text{ мм}$	$TK_{13} = 0,10 \text{ мм}$
$K_{14} = 33 \pm 0,31 \text{ мм}$	$TK_{14} = 0,62 \text{ мм}$
$K_{15} = 30 \pm 0,26 \text{ мм}$	$TK_{15} = 0,52 \text{ мм}$
$K_{16} = 244,85_{-1,15} \text{ мм}$	$TK_{16} = 1,15 \text{ мм}$

$$K_{17}=0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$TK_{17}=0,25 \text{ мм}$$

$$K_{18}=0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$TK_{18}=0,25 \text{ мм}$$

$$K_{19}=0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$TK_{19}=0,25 \text{ мм}$$

$$K_{20}=0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$TK_{20}=0,25 \text{ мм}$$

6.4.2 Допуск на технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u + \varepsilon_\delta$$

$$TA_{1,3} = \omega_{ci} + \rho_u + 0 = 0, 2 + 0,016 = 0,216 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_{ci} + \rho_u + 0 = 0, 2 + 0,016 = 0,216 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_{ci} = 0, 25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,7} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,9} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,11} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,13} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,17} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,21} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,23} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,25} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,27} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,29} = \omega_{ci} = 0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,32} = \omega_{ci} = 0, 02 \text{ мм}$$

$$TA_{2,41} = \omega_{ci} = 0, 02 \text{ мм}$$

$$TA_{3,1}=\omega_{ci}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{3,2}=\omega_{ci}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{3,5}=\omega_{ci}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{3,6}=\omega_{ci}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TA_{6,1}=\omega_{ci}=0, 02 \text{ мм}$$

$$TA_{6,2}=\omega_{ci}=0, 02 \text{ мм}$$

$$TA_{6,3}=\omega_{ci}=0, 02 \text{ мм}$$

$$TA'_{6,2}=\omega_{ci}=0, 01 \text{ мм}$$

$$TA'_{6,3}=\omega_{ci}=0, 01 \text{ мм}$$

$$TA'_{6,4}=\omega_{ci}=0, 01 \text{ мм}$$

$$TA'_{6,5}=\omega_{ci}=0, 01 \text{ мм}$$

6.4.3 Проверка обеспечение точности конструкторских размеров

$$TK_1=0,25 \text{ мм} > TA_{3,1}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TK_2=0,62 \text{ мм} > TA_{3,2}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TK_3=0, 25 \text{ мм} > TA_{2,7}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TK_4=0, 25 \text{ мм} > TA_{2,9}+TZ_{6,2}=0,12+0,02=0,14 \text{ мм}$$

$$TK_5=0,04 \text{ мм} > TA_{2,41}=0, 02 \text{ мм}$$

$$TK_6=0,04 \text{ мм} > TA_{2,32}+TZ_{6,1} =0,02+0,02=0, 04 \text{ мм}$$

$$TK_7=0,25 \text{ мм} > TA_{2,25}+TZ_{6,1}=0, 2 +0,02=0,22 \text{ мм}$$

$$TK_8=0,25 \text{ мм} > TA_{2,23}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TK_9=0,52 \text{ мм} > TA_{3,6}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TK_{10}=0,25 \text{ мм} > TA_{3,5}=0, 2 \text{ мм}$$

$$TK_{11}=0,62 \text{ мм} > TA_{2,6}=0,2 \text{ мм}$$

$$TK_{12}=0,62 \text{ мм} > TA_{2,6}+TA_{6,2}+TA_{2,4}+TA_{6,1}=0,2+0,02+0,2+0,02=0,44 \text{ мм}$$

$$TK_{13}=0,10 \text{ мм} > TA_{6,2}=0,02 \text{ мм}$$

$$TK_{14}=0,62 \text{ мм} > TA_{6,3}=0,02 \text{ мм}$$

$$TK_{15}=0,52 \text{ мм} > TA_{2,21}=0,2 \text{ мм}$$

$$TK_{16}=1,15 \text{ мм} > TA_{1,5}=0,216 \text{ мм}$$

$$TK_{17}=0,25 \text{ мм} > TA'_{6,4}+TA_{2,13}=0,01+0,2=0,21 \text{ мм}$$

$$TK_{18}=0,25 \text{ мм} > TA'_{6,5}+TA_{2,11}+0,01+0,2=0,21 \text{ мм}$$

$$TK_{19}=0,25 \text{ мм} > TA_{63}+TZD_{63}/2+0,08+0,057=0,137 \text{ мм}$$

$$TK_{20}=0,25 \text{ мм} > TA_{62}+TZD_{62}/2+0,08+0,0875=0,168 \text{ мм}$$

6.4.4 Расчет припусков на осевые размеры и осевых технологических размеров

I. Расчет припусков на осевые размеры и осевых технологических размера A244,85h14(244,85_{-1,15}).

1) Расчет припусков на A244,85h14(244,85_{-1,15})

Для удобства результата расчетов сводим в таблицу.6.4.1

таблица.6.4.1

N n	наименование о операции	Технологические Размеры		TA _i мм	Элементы припуска мкм				Значение припуска	
		расч	округл		R _{zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _{i-1}	Z _{min}	Z _{max}
1	пруток	250,35 _{-1,3}	251 _{-1,3}	1,15						
2	черновое точение	244,85 _{-1,15}	244,85 _{-1,15}	1,15	50	50	1500	-	1,6	3,9

Расчет припусков на чернове точение

$$Z_{1,1min}=(R_z + h)_{i-1}+\Delta\rho_{i-1}+\varepsilon_{yi}$$

$$= (50+50) +1500$$

$$=1,6 \text{ мм}$$

$$Z_{1,1max}=Z_{min}+TA_2+TA_1=1,6+1,15+1,15=3,9 \text{ мм}$$

Так второй торец подрезание тем же припуском

$$Z_{1,2min}=(R_z + h)_{i-1}+\Delta\rho_{i-1}+\varepsilon_{yi}$$

$$= (50+50)+1500$$

$$=1,6 \text{ мм}$$

$$Z_{1,2max}=Z_{min}+TA_2+TA_1=1,6+1,15+1,15=3,9 \text{ мм}$$

Номинальный размер на заготовки, т.к. у нас 2 одинаковых припуска по торцам и так размер A_0 прибавляем 2 припуска.

$$Z_{1,2min}=1,6 \text{ мм.} \quad Z_{1,2max}=3,9 \text{ мм}$$

$$\frac{Z_{1,2max}-Z_{1,2min}}{2}=\frac{3,9-1,6}{2}=\frac{2,3}{2}=1,15 \text{ мм}$$

Номинальный припуск $Z_{1,1}=Z_{1,2}=1,6+1,15=2,75 \text{ мм}$

То есть $Z_{1,1}=Z_{1,2}=2,75 \pm 1,15 \text{ мм}$

$$A_0=A_{2max}+2Z_{\text{номина}}=244,85+2 \times 2,75=250,35 \text{ мм}$$

На заготовительной операции необходимо отрезать заготовку в размер 251 мм.

Фактическое значение припуска $2Z_{1,1\phi} = A_{0\phi} - A_2 = 251_{-1,3} - 244,85_{-1,15} = 6,15_{-1,15}^{+1,3}$

$$Z_{11\phi} = Z_{12\phi} = 3,075_{-0,575}^{+0,65} \text{ мм}$$

2) Расчет диаметральных технологических размеров на $A_{244,85h14}(244,85_{-1,15})$ (Рис.6.4.1 и Рис.6.4.2)

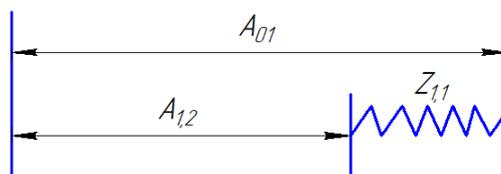


Рис.6.4.1 Размерная цепь №.5

$$A_{01}=251_{-1,15}^{+1,15} \text{ мм}$$

$$Z_{1,1}=3,075_{-0,575}^{+1,15} \text{ мм}$$

$$A_{1,2}=A_{01} - Z_{1,1} = 251_{-1,15}^{+1,15} - 3,075_{-0,575}^{+1,15} = 247,925_{-2,3}^{+1,725} \text{ мм}$$

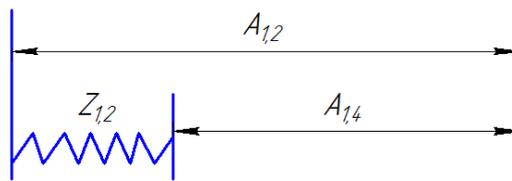


Рис.6.4.2 Размерная цепь №.6

$$A_{1,2}=247,925_{-1,725}^{+1,15} \text{ мм}$$

$$Z_{1,2}=3,075_{-0,575}^{+1,15} \text{ мм}$$

$$A_{1,4}=A_{1,2} - Z_{1,2} = 247,925_{-1,725}^{+1,15} - 3,075_{-0,575}^{+1,15} = 244,85_{-1,15} \text{ мм}$$

II. Расчет припусков на осевые размеры и осевых технологических размеров на $A99,85^{+0,06}_{-0,05}$

1) Расчет припусков на $A99,85^{+0,06}_{-0,05}$

Для удобства результата расчетов сводим в таблицу 6.4.2

таблица 6.4.2

N n	наименование о операции	Технологические		TA_i mm	Элементы припуска				Значение припуска	
		Размеры			мкм				Z_{min}	Z_{max}
		расч	округл		R_{zi-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_{i-1}		
1	заготовительное	$102,682_{-0,87}$	$102,7_{-0,87}$	0,87						
2	черновое точение	$101,322_{-0,25}$	$101,3_{-0,25}$	0,25	125	120	-	-	0,245	1,365
3	термообработка									
4	круглошлифование	$99,85^{+0,06}_{-0,05}$	$99,85^{+0,06}_{-0,05}$	0,11	63	60	50	-	0,173	0,533

Расчет припусков на круглошлифование

$$Z_{4min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta\rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}$$

$$= (63 + 60) + 50$$

$$= 0,173 \text{ мм}$$

$$Z_{4max} = Z_{4min} + TA_4 + TA_2 = 0,173 + 0,11 + 0,25 = 0,533 \text{ мм}$$

Расчет припусков на чернове точение

$$Z_{2min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta\rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}$$

$$= (125 + 120)$$

$$= 0,245 \text{ мм}$$

$$Z_{2max} = Z_{2min} + TA_2 + TA_1 = 0,245 + 0,25 + 0,87 = 1,365 \text{ мм}$$

На размер $A_{99,85}^{+0,06}_{-0,05}$ два торца есть одинаковый припуск, то есть на второй торец припуск:

$$Z_{4min}=0,173\text{мм} \quad Z_{4max}=0,533\text{мм}$$

$$Z_{2min}=0,245\text{мм} \quad Z_{2max}=1,365\text{мм}$$

Минимальный размер на черновое точение

$$A_{2min}=A_{4max}+2Z_{4min}=99,91+2\times 0,173=100,256\text{мм}$$

Максимальный размер на черновое точение

$$A_{2max}=A_{2min}+2Z_{4max}=100,256+2\times 0,533=101,322\text{мм}$$

Минимальный размер на заготовительное

$$A_{1min}=A_{2max}+2Z_{2min}=101,322+2\times 0,245=101,812\text{мм}$$

Максимальный размер на заготовительное

$$A_{1max}=A_{1min}+TA_1=101,812+0,87=102,682\text{мм}$$

2) Расчет диаметральных технологических размеров на $A_{99,85\pm\frac{IT_{14}}{2}}$ ($A_{99,85}^{+0,06}_{-0,05}$) (Рис.6.4.3 и Рис.6.4.4)

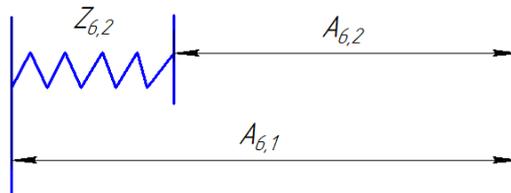


Рис.6.4.3 Размерная цепь №.7

$$A_{6,2}=99,85^{+0,06}_{-0,05} \text{ мм}$$

$$Z_{6,2}=0,353^{+0,18}_{-0,18} \text{ мм}$$

$$A_{6,1}=A_{6,2} + Z_{6,2} = 99,85^{+0,06}_{-0,05} + 0,353^{+0,18}_{-0,18} = 100,203^{+0,24}_{-0,23} \text{ мм}$$

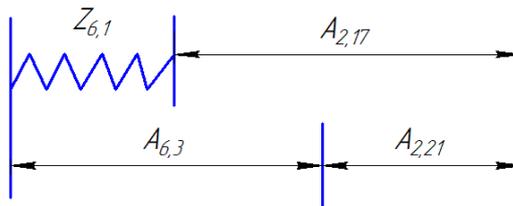


Рис.6.4.4 Размерная цепь №.8

$$Z_{6,1} = 0,353_{-0,18}^{+0,18} \text{ мм}$$

$$A_{2,21} = 30_{-0,26}^{+0,26} \text{ мм}$$

$$A_{6,3} = 33_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм}$$

$$A_{2,17} = A_{6,3} + A_{2,21} - Z_{6,1} = 33_{-0,31}^{+0,31} + 30_{-0,26}^{+0,26} - 0,353_{-0,18}^{+0,18} = 63,353_{-0,37}^{+0,37} \text{ мм}$$

III. Расчет остальных осевых технологических размеров

1) Для размерной цепи №.9

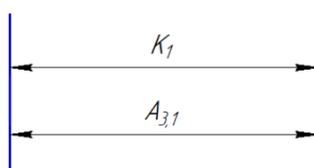


Рис.6.4.5. Размерная цепь №.9

$$A_{3,1} = K_1 = 3_{-0,25} \text{ мм}$$

2) Для размерной цепи №.10

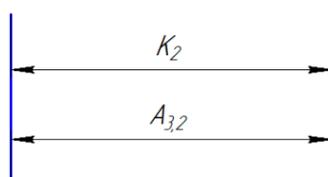


Рис.6.4.6. Размерная цепь №.10

$$A_{3,2} = K_2 = 40^{+0,62} \text{ мм}$$

3) Для размерной цепи №.11

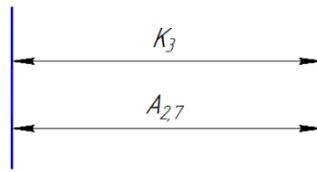


Рис.6.4.7. Размерная цепь №.11

$$A_{2,7} = K_3 = 2^{+0,25} \text{ мм}$$

4) Для размерной цепи №.12

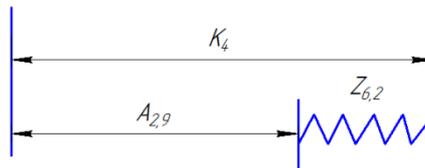


Рис.6.4.8. Размерная цепь №.12

$$K_4 = 2^{+0,25} \text{ мм}$$

$$Z_{6,2} = 0,353^{+0,18}_{-0,18} \text{ мм}$$

$$A_{2,9} = K_4 - Z_{6,2} = 2^{+0,25} - 0,353^{+0,18}_{-0,18} = 1,647^{+0,43}_{-0,18} \text{ мм}$$

5) Для размерной цепи №.13

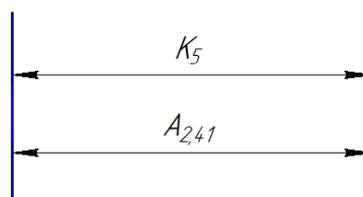


Рис.6.4.9. Размерная цепь №.13

$$A_{2,41} = K_5 = 1,4 \pm 0,02 \text{ мм}$$

6) Для размерной цепи №.14

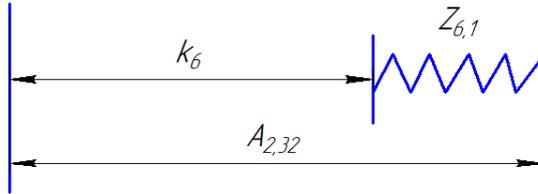


Рис.6.4.10. Размерная цепь №.14

$$K_6 = 5,52 \pm 0,02 \text{ мм}$$

$$Z_{6,1} = 0,353^{+0,18}_{-0,18} \text{ мм}$$

$$A_{2,32} = K_6 + Z_{6,1} = 5,52 \pm 0,02 + 0,353^{+0,18}_{-0,18} = 5,873^{+0,2}_{-0,2} \text{ мм}$$

7) Для размерной цепи №.15

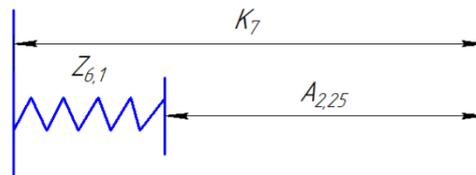


Рис.6.4.11. Размерная цепь №.15

$$Z_{6,1} = 0,353^{+0,18}_{-0,18} \text{ мм}$$

$$K_7 = 2^{+0,25} \text{ мм}$$

$$A_{2,25} = K_7 - Z_{6,1} = 2^{+0,25} - 0,353^{+0,18}_{-0,18} = 1,647^{+0,43}_{-0,18} \text{ мм}$$

8) Для размерной цепи №.16

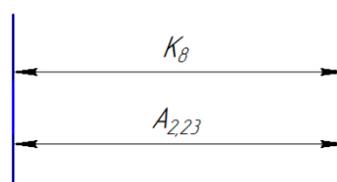


Рис.6.4.12. Размерная цепь №.16

$$A_{2,23} = K_8 = 2^{+0,25} \text{ мм}$$

8) Для размерной цепи №.17

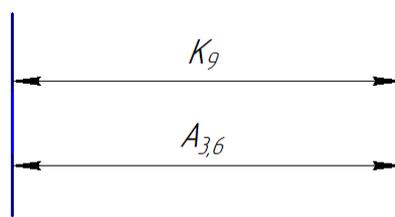


Рис.6.4.13. Размерная цепь №.17

$$A_{3,6}=K_9=28^{+0,52}\text{мм}$$

9) Для размерной цепи №.18

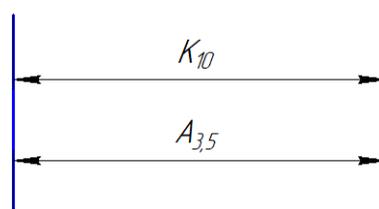


Рис.6.4.14. Размерная цепь №.18

$$A_{3,5}=K_{10}=1_{-0,25}\text{мм}$$

10) Для размерной цепи №.19

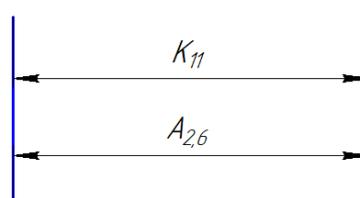


Рис.6.4.15. Размерная цепь №.19

$$A_{2,6}=K_{11}=46\pm 0,31\text{мм}$$

11) Для размерной цепи №.20

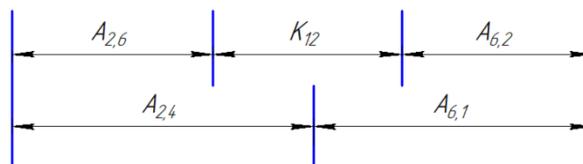


Рис.6.4.16. Размерная цепь №.20

$$K_{12}=36\pm 0,31 \text{ мм}$$

$$A_{2,6}=46\pm 0,31 \text{ мм}$$

$$A_{6,2}=99,85\pm 0,05 \text{ мм}$$

$$A_{6,1}=100,203_{-0,23}^{+0,24} \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} A_{2,4} &= A_{2,6} + K_{12} + A_{6,2} - A_{6,1} = 46\pm 0,31 + 36\pm 0,31 + 99,85\pm 0,05 - 100,203_{-0,23}^{+0,24} \\ &= 81,647_{-0,91}^{+0,9} \text{ мм} \end{aligned}$$

12) Для размерной цепи №.21

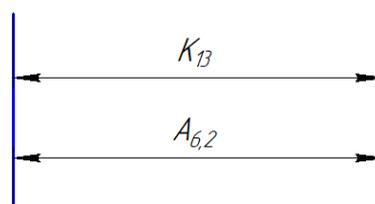


Рис.6.4.17. Размерная цепь №.21

$$A_{6,2} = K_{13} = 99,85\pm 0,05 \text{ мм}$$

13) Для размерной цепи №.22

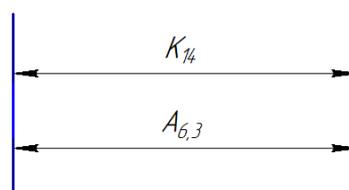


Рис.6.4.18. Размерная цепь №.22

$$A_{6,3} = K_{14} = 33\pm 0,31 \text{ мм}$$

14) Для размерной цепи №.23

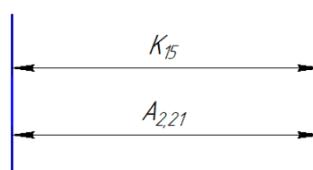


Рис.6.4.19. Размерная цепь №.23

$$A_{2,21}=K_{15}=30\pm 0,26 \text{ мм}$$

15) Для размерной цепи №.24

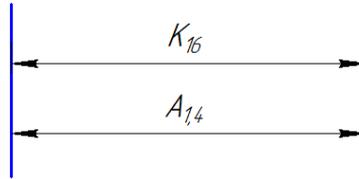


Рис.6.4.20. Размерная цепь №.24

$$A_{1,4}=K_{16}=244,85_{-1,15} \text{ мм}$$

16) Для размерной цепи №.25

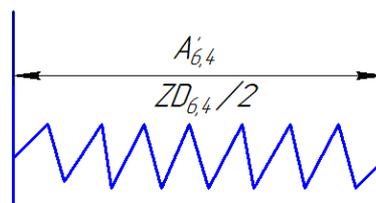


Рис.6.4.21. Размерная цепь №.25

$$A'_{6,4}=ZD_{6,4}/2=0,0875^{+0,0325}_{-0,0325} \text{ мм}$$

17) Для размерной цепи №.26

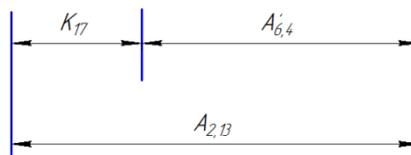


Рис.6.4.22. Размерная цепь №.26

$$K_{17}=0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$A'_{6,4}=ZD_{6,4}/2=0,0875^{+0,0325}_{-0,0325} \text{ мм}$$

$$A_{2,13}=K_{17}+A'_{6,4}=0,5^{+0,125}_{-0,125} + 0,0875^{+0,0325}_{-0,0325} = 0,5875\pm 0,1575 \text{ мм}$$

18) Для размерной цепи №.27

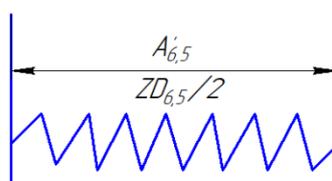


Рис.6.4.23. Размерная цепь №.27

$$A'_{6,5} = ZD_{6,5}/2 = 0,0835 \pm 0,0285 \text{ мм}$$

19) Для размерной цепи №.28

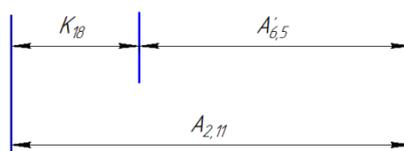


Рис.6.4.24. Размерная цепь №.28

$$K_{18} = 0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$A'_{6,5} = ZD_{6,5}/2 = 0,0835 \pm 0,0285 \text{ мм}$$

$$A_{2,11} = K_{18} + A'_{6,5} = 0,5^{+0,125}_{-0,125} + 0,0835 \pm 0,0285 = 0,5835 \pm 0,1535 \text{ мм}$$

20) Для размерной цепи №.29

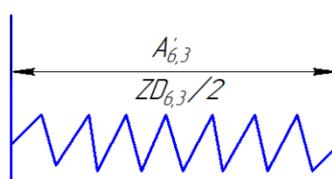


Рис.6.4.25. Размерная цепь №.29

$$A'_{6,3} = ZD_{6,3}/2 = 0,0835 \pm 0,0285 \text{ мм}$$

21) Для размерной цепи №.30

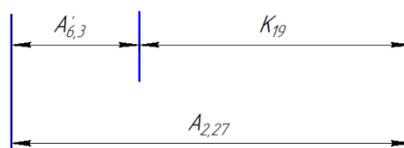


Рис.6.4.26. Размерная цепь №.30

$$K_{19} = 0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$A'_{6,3} = ZD_{6,3}/2 = 0,0835 \pm 0,0285 \text{ мм}$$

$$A_{2,27} = K_{19} + A'_{6,3} = 0,5^{+0,125}_{-0,125} + 0,0835 \pm 0,0285 = 0,5835 \pm 0,1535 \text{ мм}$$

22) Для размерной цепи №.31

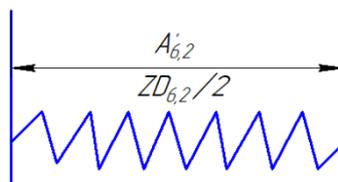


Рис.6.4.27. Размерная цепь №.31

$$A'_{6,2} = ZD_{6,2}/2 = 0,0875 \pm 0,0325 \text{ мм}$$

23) Для размерной цепи №.32

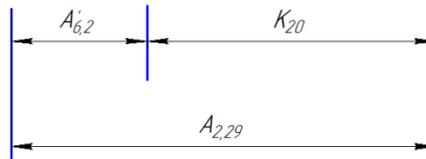


Рис.6.4.28. Размерная цепь №.32

$$K_{20} = 0,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$$

$$A'_{6,2} = ZD_{6,2}/2 = 0,0875 \pm 0,0325 \text{ мм}$$

$$A_{2,29} = K_{20} + A'_{6,2} = 0,5^{+0,125}_{-0,125} + 0,0875 \pm 0,0325 = 0,5875 \pm 0,1575 \text{ мм}$$

7. Выбор средств технологического оснащения

1). Технические характеристики ленточнопильного HBS-1018W сводим в таблицу 7.1:

таблица 7.1

Модель	Jet HBS-1018W
зона обработки при 90 град.	Ø250 мм, 250x415 мм
зона обработки при 45 град.	Ø190 мм, 250x190 мм
диапазон поворота губок тисков	0 - 45 град.
скорость полотна	25, 40, 50, 70 м/мин.
длина полотна	27x0,9x3300 мм
диаметр шкивов	355 мм
рабочая высота стола	635 мм
объём бака СОЖ	23 л
мощность выходная	1,5 кВт
мощность потребляемая	2,8 кВт
параметры электропитания	3ф, 380 В
размеры, ДхШхВ	1780 x 790 x 1120 мм
масса станка	355 кг

2) Технические характеристики токарно-винторезного станка Stalex GH-1430B сводим в таблицу 7.2:

таблица 7.2

Вид: токарно-винторезный	Материал обработки: металл
Напряжение, 380В	Мощность, 1500Вт
Мах диаметр обработки над станиной, 360мм	Расстояние между центрами, 750мм
Система подачи СОЖ есть	Число скоростей 8
Конус задней бабки МК-3	Частота вращения шпинделя, 70-2000об/мин
Габариты, 1900x710x1170мм	Вес, 510кг
Конус шпинделя МК-5	Диапазон метрической резьбы, 0.45-10мм
Мах размер державки резца, 16мм	Ход пиноли, 95мм

3) Технические характеристики универсального токарного станка MASTURN 550/820 сводим в таблицу 7.3:

таблица 7.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	MASTURN820i CNC LIVE TOOL 2000 / 3000
Рабочий диапазон	
Рабочий диаметр над станиной	820мм
Макс. диаметр над поперечным суппортом	530мм
Межцентровое расстояние	2000 / 3000мм
Макс. обрабатываемый диаметр	340мм
Макс. масса заготовки – одностороннее закрепление	1000кг
Макс. масса заготовки – задняя бабка + люнет	3000кг

Оси	
Ход оси X	300мм
Ход оси Z	1928 / 2928мм
Ускоренная подача X	10м/мин
Ускоренная подача Z	10 / 7,5м/мин
Главный привод	
Мощность двигателя	22кВт
Автоматическая коробка передач	2 ступени
Диапазон оборотов шпинделя	0 – 1800мин-1
Максимальный момент на шпинделе	2150Нм
	8-позиционная револьверная головка, инструменты с приводом
Максимальный профиль резца	25х25мм
Задняя бабка	
Конус Морзе	6
Ход пиноли / диаметр пиноли	225 / 115мм
Габариты и масса станка	
Длина	4000 / 5000мм

Ширина	2055мм
Высота	1863мм
Масса станка	4900 / 5300 / 6500кг
Система управления	HEIDENHAIN / SIEMENS

4) Технические характеристики универсального фрезерного станка PROMA FNS-55PD сводим в таблицу 7.4:

таблица 7.4

Система подачи СОЖ есть	Материал обработки: металл
Мощность, 2250Вт	Напряжение, 380В
Мах частота вращения шпинделя, 4200об/мин	Размер рабочего стола, 1370x250мм
Угол наклона, град.+ - 45	Поперечный ход рабочего стола, 900мм
Продольный ход рабочего стола, 440мм	Мах диаметр сверла, 45мм
Мах диаметр концевое фрезерования, 25мм	Мах диаметр торцевого фрезерования, 100мм
Точная подача шпинделя есть	Ход пиноли, 125мм
Расстояние шпиндель-стойка, 609мм	Расстояние шпиндель-стол, 460мм
Размер Т-образного паза, 16мм	Габариты, 1905x1879x2235мм
Вес, 1180кг	Конус шпинделя ISO40

5) Технические характеристики круглошлифовального станка MA1420/500 сводим в таблицу 7.5:

таблица 7.5

Наружный диаметр шлифования, мм	5-200
Длина при наружном шлифовании, мм	500
Внутренний диаметр шлифования, мм	25-100
Длина при внутреннем шлифовании, мм	100
Высота центров	135
Максимальный вес заготовки, кг	100
Тип центров	МОРЗЕ 4
Частота вращения детали, об/мин	25-380
Размер шлиф. круга максимальный	30x25x10
Размер шлиф. круга минимальный	17x20x6
Частота вращения шпинделя, об/мин	10000
Угол поворота шлифовального суппорта, мм	90 °
Угол поворота передней бабки по час/пр. Час	10 °

Размеры шлифовального круга, мм	400x50x203
Скорость перемещения стола, м/мин	0,1-4
Подача на оборот (чистовая/черновая), мм	0,01/0,0025
Мощность главного электродвигателя, кВт	4
Габариты, м	2,6x2,1x2,1
Масса, кг	4100

8. Расчет режимов резания

8.1 Операция 1: Операция токарная

8.1.1 Операция 1 переход 1: подрезание торца 1

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P.X} = L_{рез} + Y + L_{доп}$$

где $L_{рез}=27,5$ мм-длина резания, глубина резания $t=3$ мм

$$Y = Y_{рез} + Y_{П} [2, с 300]$$

$$Y = 6 + 4 = 10 \text{ мм}$$

$L_{доп}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P.X} = 27,5 + 10 = 37,5 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{3}{\sin 90^\circ} = 3 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,4$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{27,5}{37,5} = 0,73,$$

т.к. $\lambda = 0,73 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с30]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad V_{\text{табл}} = 115 \text{ м/мин}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с30] при твердости HB 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$K_2 = 1,55$ [2, с33]

$K_3 = 1$ [2, с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 142,6 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 55} = 825,71 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 800$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 800}{1000} = 138,16 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{37,5}{0,4 \cdot 800} = 0,12 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z_{\text{табл}}}=300 \text{ кГ [2, с 35]},$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 300 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 216 \text{ кГ}$$

8.1.2 Операция 1 переход 2: сверлить центровое отверстие

Сверлить центровое отверстие с диаметром 4 мм.

Материал сверла Р6М5 обрабатываемый материал сталь Х12МФ.

I. Расчет длины рабочего хода [2, с 104]:

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=9$ мм-длина резания, глубина резания $t=2$ мм

y -длина подвода, врезания и перебега инструмента

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

Диаметр сверло $D=4$ мм

$$y=4 [2, с 303]$$

$$L_{P.X} = 9 + 4 = 13 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи на оборот шпинделя S_0 в мм/об

$$\frac{L_{\text{рез}}}{d} = \frac{9}{4} = 2,25$$

Сверление при $\frac{L_{\text{рез}}}{d} \leq 3$ группа подачи I [2, с 111] и обрабатываемом диаметре $d=4$ мм выбираем $S_0=0,08$ мм/об. Таблица дана для сталей $HB < 229$ подачу умножить на 1,3 то есть $S_0=0,08 \cdot 1,3=0,104$ мм/об.

III. Определение стойкости инструмента по нормативам T_P в минутах резания [2, с114]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ -коэффициент времени резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{РЕЗ}}}{L_{P.X}} = \frac{9}{13} = 0,69$$

Т.К. $\lambda=0,69 < 0,7$, из таблицы $T_M=20$ мин, следовательно

$$T_P = 20 \cdot 0,69 = 13,8 \text{ мин.}$$

IV. Расчет скорость резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 115]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 20 \text{ м/мин [2, с 115]}$$

$K_1 = 0,6$ [2, с 116] при твердость $HB=170-197$ коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,25 \text{ [2, с 116]}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ [2, с 117]}$$

$$V = 20 \cdot 0,6 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 15 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 4} = 1194,3 \text{ об/мин}$$

где d -диаметр обработки

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=1250$ об/мин

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 1250}{1000} = 15,7 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 105]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{13}{0,104 \cdot 1250} = 0,1 \text{ мин}$$

VI. Проверочные расчеты:

а) Определение осевой силы резания P_0 в кГ по нормативам.

При сверлении, зенкерования и цекования [2, с 124]

$$P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p$$

где K_p - 1,0 коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала.

$P_{\text{табл}} = 70 \text{ кГ}$ [2, с 124], то есть $P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p = 70 \cdot 1,0 = 70 \text{ кГ}$

б) Определение мощности резания $N_{\text{рез}}$ в кВт, по нормативам

Мощность резания при сверлении [2, с 126]:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \frac{n}{1000}$$

Где $N_{\text{табл}} = 0,09 \text{ кВт}$ - мощность резания по таблице;

$K_N = 0,9$ - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$n = 1250 \text{ об/мин}$ - число оборотов инструмента в минуту;

То есть $N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \frac{n}{1000} = 0,09 \cdot 0,9 \cdot \frac{1250}{1000} = 0,10 \text{ кВт}$

в) Проверка осевой силы резания по допустимому усилию подачи станка и мощности резания по мощности двигателя:

$$N_{\text{рез}} = 0,1 \text{ кВт} \leq 1,2 N_{\text{дв}} \cdot \eta = 1,2 \cdot 10 \text{ кВт} \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

То есть осевая сила резания правильно

8.1.3 Операция 1 переход 3: подрезание торца 2

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{p,x} = L_{рез} + Y + L_{доп}$$

где $L_{рез} = 27,5$ мм-длина резания, глубина резания $t = 3$ мм

$$Y = Y_{рез} + Y_{п} [2, с 300]$$

$$Y = 6 + 4 = 10 \text{ мм}$$

$L_{доп}$ -длина дополнительного хода

$$L_{p,x} = 27,5 + 10 = 37,5 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{3}{\sin 90^\circ} = 3 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,4$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_p = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{p,x}} = \frac{27,5}{37,5} = 0,73,$$

т.к. $\lambda = 0,73 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_p \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_p = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 115 \text{ м/мин} [2, с 30]$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 [2, с 33]$$

$K_3 = 1$ [2, с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V=115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1=142,6 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 55} = 825,71 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=800$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 800}{1000} = 138,16 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{37,5}{0,4 \cdot 800} = 0,12 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z_{\text{табл}}}=300 \text{ кГ} [2, с 35],$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 300 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 216 \text{ кГ}$$

8.1.4 Операция 1 переход 4: сверлить центровое отверстие

Сверлить центровое отверстие с диаметром 6,6 мм.

Материал сверла Р6М5 обрабатываемый материал сталь Х12МФ.

I. Расчет длины рабочего хода [2, с 104]:

$$L_{p.x} = L_{\text{рез}} + u + L_{\text{доп}}$$

где $L_{рез}=25$ мм-длина резания, глубина резания $t=3,3$ мм

u -длина подвода, врезания и перебега инструмента

$L_{доп}$ -длина дополнительного хода

Диаметр сверло $D=6,6$ мм

$$Y=2[2, \text{ с } 303]$$

$$L_{р,х}=25+2=27 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи на оборот шпинделя S_0 в мм/об

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{25}{6,6} = 3,79$$

Сверление при $\frac{L_{рез}}{d}$ [4-8] группа подачи I [2, с 111] и обрабатываемом диаметре $d=6,6$ мм выбираем $S_0=0,14$ мм/об. Таблица дана для сталей $HB<229$ подачу умножить на 1,3 то есть $S_0=0,14 \cdot 1,3=0,182$ мм/об.

III. Определение стойкости инструмента по нормативам T_p в минутах резания [2, с114]:

$$T_p = T_M \cdot \lambda$$

λ -коэффициент времени резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{р,х}} = \frac{25}{27} = 0,93$$

Т.К. $\lambda=0,93>0,7$, то по рекомендациям принимаем $T_p \approx T_M$ из таблицы $T_M=20$ мин, следовательно $T_p=20$ мин. [2, с 114]

IV. Расчет скорость резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 115]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 23 \text{ м/мин [2, с 115]}$$

$K_1 = 0,6$ [2, с 116] при твердость $HB=170-197$ коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,25 \text{ [2, с 116]}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ [2, с 117]}$$

$$V = 23 \cdot 0,6 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 17,23 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17,23}{3,14 \cdot 6,6} = 831,40 \text{ об/мин}$$

где $d=6,6$ мм-диаметр обработки

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=800$ об/мин

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 6,6 \cdot 800}{1000} = 16,58 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 105]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{27}{0,182 \cdot 800} = 0,19 \text{ мин}$$

VI. Проверочные расчет:

а) Определение осевой силы резания P_0 в кГ по нормативам.

При сверлении, зенкерования и цекования [2, с124]:

$$P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p$$

где $K_p=1,0$ коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала.

$P_{\text{табл}}=235$ кГ [2, с124], то есть $P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p = 235 \cdot 1,0 = 235$ кГ

б) Определение мощности резания $N_{\text{рез}}$ в кВт, по нормативам

Мощность резания при сверлении [2, с126]:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \frac{n}{1000}$$

где $N_{\text{табл}}=0,6$ кВт - мощность резания по таблице;

$K_N=0,9$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$n=630$ об/мин-число оборотов инструмента в минуту;

То есть $N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \frac{n}{1000} = 0,6 \cdot 0,9 \cdot \frac{630}{1000} = 0,43$ кВт

в) Проверка осевой силы резания по допустимому усилию подачи станка и мощности резания по мощности двигателя:

$$N_{\text{рез}} = 0,43 \text{ кВт} \leq 1,2 N_{\text{дв}} \cdot \eta = 1,2 \cdot 10 \text{ кВт} \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

То есть осевая сила резания правильно

8.1.5 Операция 1 переход 5: точить фаску отверстия

Материал зенковки Р6М5 обрабатываемый материал сталь Х12МФ.

I. Расчет длины рабочего хода

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}},$$

где $L_{\text{рез}} = 4$ мм - длина резания

y - длина подвода, врезания и перебега инструмента

$L_{\text{доп}}$ - длина дополнительного хода

Диаметр зенковки $D = 20$ мм

$$y = 2 \text{ [2, с 303]}$$

$$L_{P.X} = 4 + 2 = 6 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи на оборот шпинделя S_0 в мм/об

Обрабатываемый диаметр $d = 6,6$ мм

$S_0 = 0,4$ [2, с 111] таблица дана для сталей $HB < 229$ подачу умножить на 1,3 то есть

$$S_0 = 0,4 \cdot 1,3 = 0,52 \text{ мм/об}$$

III. Определение стойкости инструмента по нормативам T_p в минутах резания [2, с 114]:

$$T_p = T_M \cdot \lambda$$

λ - коэффициент времени резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P.X}} = \frac{4}{6} = 0,67$$

Т.К. $\lambda = 0,67 < 0,7$, из таблицы $T_M = 30$ мин, следовательно

$$T_p = 30 \cdot 0,67 = 20,1 \text{ мин.}$$

IV. Расчет скорость резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 115]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 20 \text{ м/мин [2, с 115]}$$

$K_1 = 0,6$ [2, с 116] при твердость НВ=170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,25 \text{ [2, с 116]}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ [2, с 117]}$$

$$V = 20 \cdot 0,6 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 15 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 6,6} = 723,80 \text{ об/мин}$$

где $d=6,6$ мм-диаметр обработки

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=800$ об/мин

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 6,6 \cdot 800}{1000} = 16,58 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин

$$t_m = \frac{L_{p,x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{6}{0,52 \cdot 630} = 0,018 \text{ мин}$$

VI. Проверочные расчет:

а) Определение осевой силы резания P_0 в кГ по нормативам.

При сверлении, зенкерования и цековании [2, с124]:

$$P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p$$

где $K_p=1,0$ коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала.

$$P_{\text{табл}} = 166 \text{ кГ [2, с124]}, \text{ то есть } P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p = 166 \cdot 1,0 = 166 \text{ кГ}$$

б) Определение мощности резания $N_{рез}$ в кВт, по нормативам

Мощность резания при зенкеровании [2, с 126]:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{v}{100}$$

где $N_{табл} = 6,0$ кВт - мощность резания по таблице;

$K_N = 0,9$ - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$v = 13,85$ м/мин - скорость резания в м/мин

$$\text{То есть } N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{v}{100} = 6 \cdot 0,9 \cdot \frac{13,85}{100} = 0,75 \text{ кВт}$$

в) Проверка осевой силы резания по допустимому усилию подачи станка и мощности резания по мощности двигателя:

$$N_{рез} = 0,75 \text{ кВт} \leq 1,2 N_{дв} \cdot \eta = 1,2 \cdot 10 \text{ кВт} \cdot 0,75 = 9 \text{ кВт}$$

То есть осевая сила резания правильно

8.1.6 Операция 1 переход 6: нарезать резьбу М8-6Н

Материал метчика Р6М5 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длина рабочего хода [2, с 161]:

$$L_{р.х} = L_{рез} + y$$

где $L_{рез} = 20$ мм - длина резания

y - величина, учитывающая подвод, врезание и перебег, в мм

для машинных метчика в глухих отверстиях

y = длина заборной части + один-два шага резьбы

шаг резьбы = 1,25 мм

$$y = 4 + 2 \cdot 1,25 = 6,5 \text{ мм}$$

То есть $L_{р.х} = 20 + 6,5 = 26,5$ мм

II. Подача на оборот шпинделя равно шаг резьбы, т.е. $S_0 = 1,25$ мм/об.

III. Расчет скорость резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам.

$$V=V_{\text{табл}} \cdot K_V$$

где K_V -коэффициент,зависящий от обрабатываемого материала

$$K_V=0,9$$

$$V_{\text{табл}}=12-14 \text{ м/мин}$$

$$V=13 \cdot 0,9=11,7 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка

$$n=\frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}=\frac{1000 \cdot 11,7}{3,14 \cdot 8}=465,76 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=500$ об/мин

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V=\frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V=\frac{3,14 \cdot 8 \cdot 500}{1000}=12,56 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени и мощность резания.

1) Расчет рекомендуемого машинного времени машинные метчики для обычных станков [2, с 161]:

$$t_M=\frac{2L_{P,X}}{s \cdot n}$$

где $S=1,25$ -шаг резьбы в мм

$n=500$ об/мин –число оборотов в минуту

$$t_M=\frac{2 \cdot 26,5}{1,25 \cdot 500}=0,085 \text{ мин}$$

2) Расчет крутящий момент $M_{кр}$

При нарезании цилиндрической резьбы [2, с 163]:

$$M_{кр}=M_{кр(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $M_{кр(\text{табл})}=90$ кГ.см

$K_1=0,7$ -коэффициент, зависящий от диаметра резьбы

$K_2=1,1$ -от обрабатываемого материала

$$M_{кр} = M_{кр(табл)} \cdot K_1 \cdot K_2 = 90 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 69,3 \text{ кГсм}$$

3) Расчет мощность резания

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{97400} = \frac{69,3 \cdot 500}{97400} = 0,356 \text{ кВт}$$

8.1.7 Операция 1 переход 7: точить поверхность (d=47мм)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{р.х} = L_{рез} + y + L_{доп}$$

где $L_{рез} = 10$ мм - длина резания, глубина резания равна наибольшему припуску $t = 2$ мм

$$y = y_{рез} + y_{п} \quad [2, \text{ с } 300]$$

$$y = 4 + 4 = 8 \text{ мм,}$$

$L_{доп}$ - длина дополнительного хода

$$L_{р.х} = 10 + 8 = 18 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{2}{\sin 90^\circ} = 2 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,4$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_p = T_M \cdot \lambda$$

λ - коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{р.х}} = \frac{10}{18} = 0,56,$$

т.к. $\lambda = 0,56 < 0,7$ то $T_p = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,56 = 28$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 115 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 142,6 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 55} = 825,71 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 800$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 800}{1000} = 138,16 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{18}{0,3 \cdot 800} = 0,075 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1 = 0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2 = 0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}} = 320 \text{ кГ [2, с 35]},$$

То есть $P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 320 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 230,4 \text{кГ}$

8.2 Операция 2: токарная с ЧПУ

8.2.1 Операция 2 переход 1: черновое точить поверхность 1 ($d=48,8 \text{мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X} = L_{\text{рез}} + Y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}} = 183 \text{мм}$ - длина резания, глубина резания равна наибольшему припуску $t = 2,05 \text{мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{п}} \quad [2, \text{с } 300]$$

$$Y = 4 + 4 = 8 \text{мм},$$

$L_{\text{доп}}$ - длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 183 + 8 = 191 \text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{2,05}{\sin 90^\circ} = 2,05 \text{мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,4 \text{ мм/об}$ [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ - коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{183}{191} = 0,96,$$

т.к. $\lambda = 0,96 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50 \text{ мин}$, следовательно $T_P = 50 \text{ мин}$.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

4) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 115 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34] - коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 142,6 \text{ м/мин}$$

5) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d - диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 55} = 8275,71 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 800$ об/мин.

6) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 800}{1000} = 138,16 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{191}{0,4 \cdot 800} = 0,60 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1 = 0,8$ - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2 = 0,9$ - от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}} = 200 \text{ кГ [2, с 35]},$$

То есть $P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 200 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 144 \text{кГ}$

8.2.2 Операция 2 переход 2: полуступенчатое точить поверхность 2 ($d=47,9 \text{мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}} = 184 \text{мм}$ - длина резания, глубина резания равна наибольшему припуску $t = 0,31 \text{мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{П}} \quad [2, \text{с } 300]$$

$$Y = 2 + 4 = 6 \text{мм},$$

$L_{\text{доп}}$ - длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 184 + 6 = 190 \text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,31}{\sin 90^\circ} = 0,31 \text{мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6 \text{мм/об}$ [2, с23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{184}{190} = 0,97,$$

т.к. $\lambda = 0,97 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости HB 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34] - коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d - диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 48,8} = 1011,54 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 1000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 48,8 \cdot 1000}{1000} = 153,23 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{190}{0,6 \cdot 1000} = 0,32 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1 = 0,8$ - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2 = 0,9$ - от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}} = 35 \text{ кГ [2, с 35]},$$

То есть $P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 35 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 25,2 \text{ кГ}$

8.2.3 Операция 2 переход 3: черновое точить поверхность 3 ($d=33,3 \text{ мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}} = 81,50 \text{ мм}$ - длина резания, глубина $t = 2,05 \text{ мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{П}} \quad [2, \text{ с } 300]$$

$$Y = 4 + 4 = 8 \text{ мм},$$

$L_{\text{доп}}$ - длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 81,50 + 8 = 89,50 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{2,05}{\sin 90^\circ} = 2,05 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,4 \text{ мм/об}$ [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{81,5}{89,5} = 0,91$$

т.к. $\lambda = 0,91 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50 \text{ мин}$, следовательно $T_P = 50 \text{ мин}$.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2,с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}}=115 \text{ м/мин [2,с30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2,с30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2=1,55 \text{ [2,с33]}$$

$K_3=1$ [2,с 34]-коэффициент,зависящий от вида обработки

$$V=115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1=142,6\text{м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 47,9} = 948,1 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=1000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 47,9 \cdot 1000}{1000} = 150,41 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2,с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{89,5}{0,4 \cdot 1000} = 0,22 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2,с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}}=200\text{кГ [2,с 35]},$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 200 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 144\text{кГ}$$

8.2.4 Операция 2 переход 4: полуступовое точить поверхность 4 (d=32,4мм)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X} = L_{рез} + Y + L_{доп}$$

где $L_{рез} = 81,7$ мм - длина резания, глубина $t = 0,31$ мм

$$Y = Y_{рез} + Y_{П} \quad [2, с 300]$$

$$Y = 2 + 4 = 6 \text{ мм,}$$

$L_{доп}$ - длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 81,7 + 6 = 87,7 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,31}{\sin 90^\circ} = 0,31 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{P,X}} = \frac{81,70}{87,70} = 0,93,$$

т.к. $\lambda = 0,93 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}}=125 \text{ м/мин [2,с30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2,с30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2=1,55 \text{ [2,с33]}$$

$K_3=1$ [2,с 34]-коэффициент,зависящий от вида обработки

$$V=125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1=155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 33,3} = 1482,37 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=1600$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 33,3 \cdot 1600}{1000} = 167,30 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2,с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{87,70}{0,6 \cdot 1600} = 0,09 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2,с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}}=35 \text{ кГ [2,с 35]},$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 35 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 25,2 \text{ кГ}$$

8.2.5 Операция 2 переход 5: черновое точить поверхность 5 ($d=26,3 \text{ мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X} = L_{рез} + Y + L_{доп}$$

где $L_{рез} = 45,5$ мм - длина резания, глубина $t = 2,05$ мм

$$Y = Y_{рез} + Y_{П} \quad [2, с 300]$$

$$Y = 4 + 4 = 8 \text{ мм,}$$

$L_{доп}$ - длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 45,5 + 8 = 53,5 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{2,05}{\sin 90^\circ} = 2,05 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,4$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{P,X}} = \frac{45,5}{53,5} = 0,85,$$

т.к. $\lambda = 0,85 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 115 \text{ м/мин} \quad [2, с 30]$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости HB 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2=1,55 [2,с33]$$

$K_3=1 [2,с 34]$ -коэффициент,зависящий от вида обработки

$$V=115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1=142,6\text{м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 32,4} = 1401,67 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=1250$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 32,4 \cdot 1250}{1000} = 127,17 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2,с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{53,5}{0,4 \cdot 1250} = 0,11 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2,с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}}=200\text{кГ}[2,с 35],$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 200 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 144\text{кГ}$$

8.2.6 Операция 2 переход б: полустовое точить поверхность б ($d=25,4\text{мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X} = L_{рез} + y + L_{доп}$$

где $L_{рез}=46$ мм-длина резания, глубина $t=0,28$ мм

$$Y = Y_{рез} + Y_{П} \quad [2, \text{с } 300]$$

$$Y = 2 + 4 = 6 \text{мм,}$$

$L_{доп}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 46 + 6 = 52 \text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 45^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,28}{\sin 45^\circ} = 0,40 \text{мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2,с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{P,X}} = \frac{46}{52} = 0,88,$$

т.к. $\lambda = 0,88 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2,с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 125 \text{ м/мин} \quad [2, \text{с } 30]$$

$K_1 = 0,8$ [2,с30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \quad [2, \text{с } 33]$$

$K_3 = 1$ [2,с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V=125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1=155\text{м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 26,3} = 1876,92 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=2000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 26,3 \cdot 2000}{1000} = 165,16 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{52}{0,6 \cdot 2000} = 0,043 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}}=35\text{кГ}[2, с 35],$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 35 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 25,2\text{кГ}$$

8.2.7 Операция 2 переход 7: точить канавку 1 (диаметр кановки=24,5мм)

Резец Т15К6, обрабатываемый материал сталь Х12МФ.

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + u + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=2$ -длина резания, глубина $t=0,45\text{мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{П}} [2, \text{с } 300]$$

$$Y = 4 \text{ мм,}$$

$L_{\text{доп}}$ - длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 2 + 4 = 6 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,45}{\sin 90^\circ} = 0,45 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{2}{6} = 0,33,$$

т.к. $\lambda = 0,33 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,33 = 16,5$ мин

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 [2, с 33]$$

$K_3 = 1$ [2, с 34] - коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 25,4} = 1943,43 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=2000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 25,4 \cdot 2000}{1000} = 159,51 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{6}{0,6 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где K_1 -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; K_2 -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$P_{Z_{\text{табл}}}=70$ кГ [2, с 35], Сила резания P_Z для прорезных, отрезных и фасонных резцов принимать по

$P_{Z_{\text{табл}}}$ для глубины резания 1мм и умножать на ширину резца B в мм

То есть $P_Z=70 \cdot 2=140$ кГ

8.2.8 Операция 2 переход 8:точить канавку2 (диаметр кановки=31,5мм)

Резец Т15К6, обрабатываемый материал сталь Х12МФ.

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

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

где $L_{\text{рез}}=1,65$ -длина резания, глубина $t=0,45$ мм

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{п}} [2, с 300]$$

$$Y = 4 \text{ мм,}$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P,X}=1,65+4=5,65\text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin\phi}, \quad \phi=90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,45}{\sin 90^\circ} = 0,45\text{мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{1,65}{5,65} = 0,29,$$

т.к. $\lambda = 0,29 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,29 = 14,5$ мин

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин [2, с 29]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости HB 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 32,4} = 1523,55 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=1600$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 32,4 \cdot 1600}{1000} = 162,78 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{5,65}{0,6 \cdot 1600} = 0,006 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где K_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; K_2 - от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$P_{Z_{\text{табл}}} = 70 \text{ кГ}$ [2, с 35], Сила резания P_Z для прорезных, отрезных и фасонных резцов принимать по $P_{Z_{\text{табл}}}$ для глубины резания 1 мм и умножать на ширину резца B в мм

То есть $P_Z = 70 \cdot 1,2 = 84 \text{ кГ}$

8.2.9 Операция 2 переход 9: точить фаску 1

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}} = 0,58 \text{ мм}$ - длина резания, глубина $t = 0,41 \text{ мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{П}} [2, с 300]$$

$$Y = 1 + 4 = 5 \text{ мм,}$$

$L_{\text{доп}}$ - длина дополнительного хода

$$L_{P.X} = 0,58 + 5 = 5,58 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 45^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,41}{\sin 45^\circ} = 0,58 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{0,58}{5,58} = 0,10,$$

т.к. $\lambda = 0,09 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,10 = 5,0$ мин

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34] – коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d – диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 25,4} = 1943,43 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 2000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 25,4 \cdot 2000}{1000} = 159,51 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{5,58}{0,6 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$P_{Z_{\text{табл}}}=70 \text{ кГ}$ [2, с 35],

То есть $P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 70 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 50,4 \text{ кГ}$

8.2.10 Операция 2 переход 10: точить фаску 2

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + Y + L_{\text{доп}}$$

Где $L_{\text{рез}}=0,58$ -длина резания, глубина $t=0,41 \text{ мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{п}} \quad [2, \text{ с } 300]$$

$$Y = 1 + 4 = 5 \text{ мм},$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P.X} = 0,58 + 5 = 5,58 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 45^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,41}{\sin 45^\circ} = 0,58 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6 \text{ мм/об}$ [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{0,58}{5,58} = 0,10,$$

т.к. $\lambda = 0,09 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,10 = 5,0 \text{ мин}$

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

4) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин} [2, с 30]$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости HB 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 [2, с 33]$$

$K_3 = 1$ [2, с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

5) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 25,4} = 1943,43 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 2000 \text{ об/мин}$.

6) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 25,4 \cdot 2000}{1000} = 159,51 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{5,58}{0,6 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$$P_{Z\text{табл}} = 70 \text{ кГ} [2, \text{ с } 35],$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 70 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 50,4 \text{ кГ}$$

8.2.11 Операция 2 переход 11: черновое точить поверхность 7 ($d=33,3$ мм)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=62,50$ мм-длина резания, глубина $t=2,05$ мм

$$y = y_{\text{рез}} + y_{\text{п}} [2, \text{ с } 300]$$

$$y = 4 + 4 = 8 \text{ мм},$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P.X} = 62,50 + 8 = 70,50 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{2,05}{\sin 90^\circ} = 2,05 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,4$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ –коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{P,X}} = \frac{62,50}{70,50} = 0,89$$

т.к. $\lambda = 0,89 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2,с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 115 \text{ м/мин [2,с30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2,с30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2,с33]}$$

$K_3 = 1$ [2,с 34]-коэффициент,зависящий от вида обработки

$$V = 115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 142,6 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 55} = 825,71 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 800$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 800}{1000} = 138,16 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2,с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P,X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{70,5}{0,4 \cdot 800} = 0,22 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z_{\text{табл}}}=200\text{кГ}[2, \text{с } 35],$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 200 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 144\text{кГ}$$

8.2.12 Операция 2 переход 12: получистовое точить поверхность 8 ($d=32,4\text{мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + Y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=62,70\text{мм}$ -длина резания, глубина $t=0,31\text{мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{п}} [2, \text{с } 300]$$

$$Y = 2 + 4 = 6\text{мм},$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P.X} = 62,70 + 6 = 68,70\text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,31}{\sin 90^\circ} = 0,31\text{мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6\text{мм/об}$ [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{P,X}} = \frac{62,70}{68,70} = 0,91$$

т.к. $\lambda = 0,91 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 125 \text{ м/мин [2, с 29]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34] – коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d – диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 33,3} = 1482,37 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 1600$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 33,3 \cdot 1600}{1000} = 167,3 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P,X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{68,70}{0,6 \cdot 1600} = 0,07 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Zтабл} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z_{\text{табл}}}=35\text{кГ}[2, \text{с } 35],$$

$$\text{То есть } P_Z=P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2=35 \cdot 0,8 \cdot 0,9=25,2\text{кГ}$$

8.2.13 Операция 2 переход 13: черновое точить поверхность 9 ($d=29,3\text{мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X}=L_{\text{рез}}+Y+L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=29,5\text{мм}$ -длина резания, глубина $t=1,55\text{мм}$

$$Y=Y_{\text{рез}}+Y_{\text{П}} [2, \text{с } 300]$$

$$Y=4+4=8\text{мм},$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P,X}=29,5+8=37,5\text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin\phi}, \quad \phi=90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{1,55}{\sin 45^\circ} = 1,55\text{мм}$$

по таблице определяем $S_0=0,4\text{мм/об}$ [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{29,5}{37,5} = 0,79$$

т.к. $\lambda = 0,79 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 115 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 115 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 142,6 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 142,6}{3,14 \cdot 32,4} = 1401,67 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 1250$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 32,4 \cdot 1250}{1000} = 127,17 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{37,5}{0,4 \cdot 1250} = 0,075 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1 = 0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2 = 0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z_{\text{табл}}}=200\text{кГ}[2, \text{с } 35],$$

$$\text{То есть } P_Z=P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2=200 \cdot 0,8 \cdot 0,9=144\text{кГ}$$

8.2.14 Операция 2 переход 14: полуставное точить поверхность 10 ($d=28,4\text{мм}$)

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X}=L_{\text{рез}}+y+L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=30\text{мм}$ -длина резания, глубина $t=0,28\text{мм}$

$$Y=Y_{\text{рез}}+Y_{\text{п}} [2, \text{с } 300]$$

$$Y=2+4=6\text{мм},$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P,X}=30+6=36\text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b=\frac{t}{\sin\phi}, \phi=90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b=\frac{0,28}{\sin 90^\circ}=0,28\text{мм}$$

по таблице определяем $S_0=0,6$ мм/об [2,с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ –коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{30}{36} = 0,83$$

т.к. $\lambda = 0,83 > 0,7$ то по рекомендациям принимаем $T_P \approx T_M$, из таблицы $T_M = 50$ мин, следовательно $T_P = 50$ мин.

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34] - коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d - диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 29,3} = 1684,7 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 1600$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 29,3 \cdot 1600}{1000} = 147,20 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{36}{0,6 \cdot 1600} = 0,038 \text{ мин}$$

VI. Расчет силы резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1 = 0,8$ - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2 = 0,9$ - от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом (для твердосплавного инструмента передний угол равно 10°).

$$P_{Z\text{табл}} = 35 \text{ кГ [2, с 35]},$$

То есть $P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 35 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 25,2 \text{кГ}$

8.2.15 Операция 2 переход 15: точить канавку 3(диаметр кановки=27,5мм)

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P,X} = L_{\text{рез}} + Y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=2\text{мм}$ -длина резания, глубина $t=0,45\text{мм}$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{П}} \quad [2, \text{с } 300]$$

$$Y = 4 \text{ мм},$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P,X} = 2 + 4 = 6 \text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,45}{\sin 90^\circ} = 0,45 \text{мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6 \text{ мм/об}$ [2,с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ –коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{2}{6} = 0,33,$$

т.к. $\lambda = 0,33 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,33 = 16,5 \text{мин}$

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2,с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин} \quad [2, \text{с } 30]$$

$K_1 = 0,8$ [2,с30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$K_2 = 1,55$ [2,с33]

$K_3 = 1$ [2,с 34]-коэффициент,зависящий от вида обработки

$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155$ м/мин

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 28,4} = 1738,13 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 1600$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 28,4 \cdot 1600}{1000} = 142,68 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2,с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{6}{0,6 \cdot 1600} = 0,006 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2,с 35]

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где K_1 -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; K_2 -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$P_{Z_{\text{табл}}} = 70$ кГ [2,с 35], Сила резания P_Z для прорезных, отрезных и фасонных резцов принимать по

$P_{Z_{\text{табл}}}$ для глубины резания 1мм и умножать на ширину резца В в мм

То есть $P_Z = 70 \cdot 2 = 140$ кГ

8.2.16 Операция 2 переход 16:точить канавку 4 (диаметр кановки=31,5мм)

Резец Т15К6, обрабатываемый материал сталь Х12МФ.

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{p,x} = L_{рез} + y + L_{доп}$$

где $L_{рез} = 1,65$ - длина резания, глубина $t = 0,45$ мм

$$Y = Y_{рез} + Y_{II} [2, с 300]$$

$$Y = 4 \text{ мм,}$$

$L_{доп}$ - длина дополнительного хода

$$L_{p,x} = 1,65 + 4 = 5,65 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 90^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,45}{\sin 90^\circ} = 0,45 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_p = T_M \cdot \lambda$$

λ - коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{p,x}} = \frac{1,65}{5,65} = 0,29,$$

т.к. $\lambda = 0,29 < 0,7$ то $T_p = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,29 = 14,5$ мин

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 125 \text{ м/мин [2, с 29]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости HB 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 [2, с 33]$$

$K_3 = 1$ [2, с 34] - коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V=125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1=155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 32,4} = 1523,55 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=1600$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 32,4 \cdot 1600}{1000} = 162,78 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{5,65}{0,6 \cdot 1600} = 0,006 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где K_1 -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; K_2 -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$P_{Z_{\text{табл}}}=70$ кГ [2, с 35], Сила резания P_Z для прорезных, отрезных и фасонных резцов принимать по

$P_{Z_{\text{табл}}}$ для глубины резания 1мм и умножать на ширину резца В в мм

То есть $P_Z=70 \cdot 1,2=84$ кГ

8.2.17 Операция 2 переход 17: точить фаску 3

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]

$$L_{p.x} = L_{\text{рез}} + u + L_{\text{доп}}$$

где $L_{рез}=0,58$ -длина резания, глубина $t=0,41$ мм

$$Y=Y_{рез} + Y_{П} [2, с 300]$$

$$Y= 1+4=5 \text{ мм,}$$

$L_{доп}$ -длина дополнительного хода

$$L_{р,х}=0,58+5=5,58\text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin\phi}, \quad \phi=45^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,41}{\sin 45^\circ} = 0,58 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2,с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{р,х}} = \frac{0,58}{5,58} = 0,10,$$

т.к. $\lambda = 0,09 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,10 = 5,0$ мин

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2,с 29]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{табл} = 125 \text{ м/мин [2,с30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2,с30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 [2,с33]$$

$K_3 = 1$ [2,с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d- диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 25,4} = 1943,43 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=2000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 25,4 \cdot 2000}{1000} = 159,51 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{5,58}{0,6 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$P_{Z\text{табл}}=70$ кГ [2, с 35],

То есть $P_Z = P_{Z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 70 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 50,4$ кГ

8.2.18 Операция 2 переход 18: точить фаску 4

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=0,58$ мм-длина резания, глубина $t=0,41$ мм

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{п}} \quad [2, \text{ с } 300]$$

$$Y = 1 + 4 = 5 \text{ мм,}$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P,X}=0,58+5=5,58\text{мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin\phi}, \quad \phi=45^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{0,41}{\sin 45^\circ} = 0,58 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,6$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ –коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{0,58}{5,58} = 0,10,$$

т.к. $\lambda = 0,09 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,10 = 5,0$ мин

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$V_{\text{табл}} = 125 \text{ м/мин [2, с 30]}$$

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$$K_2 = 1,55 \text{ [2, с 33]}$$

$K_3 = 1$ [2, с 34]-коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = 125 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин}$$

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d - диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 155}{3,14 \cdot 25,4} = 1943,43 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n=2000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 25,4 \cdot 2000}{1000} = 159,51 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{5,58}{0,6 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$P_{Z_{\text{табл}}}=70$ кГ [2, с 35],

То есть $P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 70 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 50,4$ кГ

8.2.19 Операция 2 переход 19: точить канавки

Резец Т15К6 обрабатываемый материал сталь Х12МФ

I. Расчет длины рабочего хода суппорта [2, с 13]:

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + Y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=1,4$ -длина резания, глубина $t = \frac{47,5-41,85}{2} + 0,12 = 2,945$

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{п}} [2, с 300]$$

$$Y = 2 + 4 = 6 \text{ мм,}$$

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

$$L_{P.X} = 1,4 + 6 = 7,4 \text{ мм}$$

II. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 В мм/об

Определение рекомендуемой подачи

$$b = \frac{t}{\sin \phi}, \quad \phi = 45^\circ, \text{ тогда}$$

$$b = \frac{2,945}{\sin 45^\circ} = 4,16 \text{ мм}$$

по таблице определяем $S_0 = 0,3$ мм/об [2, с 23]

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, в мин [2, с 26]:

$$T_P = T_M \cdot \lambda$$

λ – коэффициент, учитывающий время резания

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{1,4}{7,4} = 0,19,$$

т.к. $\lambda = 0,19 < 0,7$ то $T_P = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 0,19 = 9,5$ мин

IV. Расчет скорости резания в м/мин и числа оборотов шпинделя.

1) Определим рекомендуемую скорость резания по нормативам [2, с 29]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$V_{\text{табл}} = 130$ м/мин [2, с 30]

$K_1 = 0,8$ [2, с 30] при твердости НВ 170-197 коэффициент, зависящий от твердости материала.

$K_2 = 1,55$ [2, с 33]

$K_3 = 1$ [2, с 34] – коэффициент, зависящий от вида обработки

$V = 130 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1 = 161,2$ м/мин

2) Расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка [2, с 14]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

d – диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot 161,2}{3,14 \cdot 47,9} = 1071,77 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным станка принимаем ближайшие значения числа оборотов $n = 1000$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 47,9 \cdot 1000}{1000} = 150,41 \text{ м/мин}$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, в мин [2, с 14]:

$$t_m = \frac{L_{P.X}}{S_0 \cdot n}$$

$$t_m = \frac{7,4}{0,3 \cdot 1000} = 0,025 \text{ мин}$$

VI. Расчет силу резания в кГ [2, с 35]:

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $K_1=0,8$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=0,9$ -от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$$P_{Z_{\text{табл}}}=240 \text{ кГ} [2, с 35],$$

$$\text{То есть } P_Z = P_{Z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 240 \cdot 0,8 \cdot 1 = 172,8 \text{ кГ}$$

Остальные канавки выполняются по рассчитанным режимам резания, т.к. Находятся на том же диаметре.

8.3 Операция 3: фрезерная операция.

Инструмент-фреза шпоночная быстрорежущей материала P6M5.

Обрабатываемый материал сталь X12МФ.

8.3.1 Операция 3 переход 1: фрезеровать шпоночный паз 1

I. Расчет длины рабочего хода [2, с 73]:

$$L_{P.X} = L_{\text{рез}} + Y + L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{рез}}=40$ мм-длина резания

$L_{\text{доп}}$ -длина дополнительного хода

Y -длина подвода, врезания, перебега инструмента

$$Y = Y_{\text{рез}} + Y_{\text{п}} [2, с 301]$$

глубина фрезерования $t=2\text{мм}$

ширина фрезерования $b=8\text{мм}$

диаметр фрезы $=8\text{мм}$

$$Y=6\text{мм},$$

$$L_{P,X}=40+6=46\text{мм}$$

II. Определение подачи на зуб S_z В мм/об по таблице [2, с85]

$$S_z=0.07\text{мм/зуб}$$

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, T_p в мин [2, с 87]:

$$T_p = K_\varphi \cdot T_M \cdot \lambda$$

где $K_\varphi=1$ -коэффициент, учитывающий количество инструментов в наладки,

λ –коэффициент времени резания,

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{P,X}} = \frac{40}{46} = 0,87$$

T_M -стойкость инструмента, из таблицы [2, с87] $T_M=60\text{мин}$

т.к. $\lambda = 0,87 > 0,7$ то её можно не учитывать при операции T_p , тогда $T_p = 60\text{мин}$

IV. Расчет скорости резания V в м/мин и числа оборотов шпинделя n в об/мин, линейной подачи S'_m в мм/мин

1) Определение рекомендуемой нормативами скорости резания [2,с 96]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Где $V_{\text{табл}}=26$ м/мин [2,с96]-табличная скорость резания

$K_1 = 1$ коэффициент, зависящий от размеров обработка

$K_2=0,6$ коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности и её твердости [2, с100]

$K_3=1,2$ -коэффициент,зависящий от стойкости инструмента

$$V=26 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1,2=18,72 \text{ м/мин}$$

2) Расчет числа оборотов шпинделя соответствующего полученной скорости резания и уточнение

его по паспорту станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

где D-обрабатываемый диаметр

$$n = \frac{1000 \cdot 18,72}{3,14 \cdot 25} = 238,47 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным принимаем $n=250$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятым оборотам шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 250}{1000} = 19,63 \text{ м/мин}$$

4) Расчет минутную подачу по принятому значению числа оборотов:

$$S_m = S_z \cdot Z_u \cdot n$$

где $Z_u=2$ число зубьев фрезы, (для шпоночной фрезы, число зубьев фрезы=2; для концевой фрезы, число зубьев фрезы=4)

$$S_m = 0,07 \cdot 2 \cdot 250 = 35$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, t_m . в мин

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_m} \quad [2, \text{ с } 75]$$

$$L_{p.x} = 46 \text{ мм} \quad S_m = 35 \quad t_m = \frac{46}{35} = 1,31 \text{ мин}$$

VI. Выявление подачи на зуб фрезы S_z в мм/зуб по принятым режимам резания

Для станков с прямолинейной подачей [2, с75]:

$$S_z = \frac{S_m}{n z_u}$$

где $z_u=2$ -число зубьев фрезы

$n=250$ об/мин-число оборотов шпенделя

$S_m=35$ -установленные минутная подача

$$S_z = \frac{S_m}{n z_u} = \frac{35}{250 \cdot 2} = 0,07$$

VII. Проверочные расчеты по мощности резания:

а) определение по нормативам потребной мощности $N_{рез}$ а кВт.

Для дисковых трехсторонних, цилиндрических, концевых (для обработки плоскостей), радиусных, прорезных и угловых фрез

$$N_{рез} = E \frac{v b_{max} z_u}{1000} K_1 K_2$$

где $E=0,8$ -величина, определяемая по таблице; v -скорость резания в м/мин; $z_u=2$ -число зубьев фрезы; $b_{max} = 8$ мм-максимальная ширина фрезерования; $K_1=1,0$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=1,0$ -от типа фрезы и скорости резания

$$N_{рез} = E \frac{v b_{max} z_u}{1000} K_1 K_2 = 0,8 \frac{21,98 \cdot 8 \cdot 2}{1000} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,28 \text{ кВт.}$$

б) проверка по мощности двигателя $N_{дв}$;

$$N_{рез} \leq 1,2 N_{дв} \cdot \eta$$

$$N_{рез} = 0,28 \leq 1,2 N_{дв} \cdot \eta = 1,2 \cdot 2,25 \cdot 0,75 = 2,03 \text{ кВт.}$$

То есть расчет правильно

8.3.2 Операция 3 переход 2: фрезеровать шпоночный паз 2

I. Расчет длины рабочего хода [2, с 73]:

$$L_{р.х} = L_{рез} + Y + L_{доп}$$

где $L_{рез}=28$ -длина резания

$L_{доп}$ -длина дополнительного хода

Y -длина подвода, врезания, перебега инструмента

$$Y = Y_{рез} + Y_{п} [2, с 301]$$

глубина фрезерования $t=2$ мм

ширина фрезерования $b=8$ мм

диаметр фрезы $d=8$ мм

$$Y = 6 \text{ мм,}$$

$$L_{p,x}=28+6=34\text{мм}$$

II. Определение подачи на зуб S_z В мм/об по таблице [2, с85]

$$S_z=0.07\text{мм/зуб}$$

III. Определение стойкости инструмента по нормативам, T_p в мин [2, с 87]:

$$T_p = K_\phi \cdot T_M \cdot \lambda$$

где $K_\phi=1$ -коэффициент, учитывающий количество инструментов в наладки,

λ –коэффициент времени резания,

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{p,x}} = \frac{28}{34} = 0,82$$

T_M -стойкость инструмента, из таблицы [2, с87] $T_M=60$ мин

т.к. $\lambda = 0,82 > 0,7$ то её можно не учитывать при операции T_p , тогда $T_p = 60$ мин

IV. Расчет скорости резания V в м/мин и числа оборотов шпинделя n в об/мин, линейной подачи S'_m в мм/мин

1) Определение рекомендуемой нормативами скорости резания [2,с 96]:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Где $V_{табл}=26$ м/мин [2,с30]-табличная скорость резания

$K_1 = 1$ коэффициент, зависящий от размеров обработка

$K_2=0,6$ коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности и её твердости [2, с100]

$K_3=1,2$ -коэффициент,зависящий от стойкости инструмента

$$V=26 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1,2=18,72 \text{ м/мин}$$

2) Расчет числа оборотов шпинделя соответствующего полученной скорости резания и уточнение его по паспорту станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

где D -обрабатываемый диаметр

$$n = \frac{1000 \cdot 18,72}{3,14 \cdot 28} = 212,92 \text{ об/мин}$$

по паспортным данным принимаем $n=250$ об/мин.

3) Уточняем скорость резания по принятым оборотам шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 250}{1000} = 21,98 \text{ м/мин}$$

4) Расчет минутную подачу по принятому значению числа оборотов:

$$S_m = S_z \cdot Z_u \cdot n$$

Где $Z_u=2$ число зубьев фрезы, (для шпоночной фрезы, число зубьев фрезы=2; для концевой фрезы, число зубьев фрезы=4)

$$S_m = 0,07 \cdot 2 \cdot 250 = 35$$

V. Расчет основного машинного времени обработки, t_m . в мин

$$t_m = \frac{L_{p,x}}{S_m} [2, с 75]$$

$$L_{p,x} = 34 \text{ мм} \quad S_m = 35 \quad t_m = \frac{34}{35} = 0,97 \text{ мин}$$

VI. Выявление подачи на зуб фрезы S_z в мм/зуб по принятым режимам резания

Для станков с прямолинейной подачей [2, с 75]:

$$S_z = \frac{S_m}{nz_u}$$

где $z_u=2$ -число зубьев фрезы

$n=250$ об/мин-число оборотов шпинделя

$S_m=35$ -установленные минутная подача

$$S_z = \frac{S_m}{nz_u} = \frac{35}{250 \cdot 2} = 0,07$$

VII. Проверочные расчеты по мощности резания:

а) определение по нормативам потребной мощности $N_{\text{рез}}$ в кВт.

Для дисковых трехсторонних, цилиндрических, концевых (для обработки плоскостей), радиусных, прорезных и угловых фрез

$$N_{\text{рез}} = E \frac{v b_{\text{max}} z_u}{1000} K_1 K_2$$

120

где $E=0,8$ -величина, определяемая по таблице; v -скорость резания в м/мин; $z_u=2$ -число зубьев фрезы; $b_{max} = 8$ мм-максимальная ширина фрезерования; $K_1=1,0$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; $K_2=1,0$ -от типа фрезы и скорости резания

$$N_{рез} = E \frac{v b_{max} z_u}{1000} K_1 K_2 = 0,8 \frac{21,98 \cdot 8 \cdot 2}{1000} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,28 \text{ кВт.}$$

б) проверка по мощности двигателя $N_{дв}$;

$$N_{рез} \leq 1,2 N_{дв} \cdot \eta$$

$$N_{рез} = 0,28 \leq 1,2 N_{дв} \cdot \eta = 1,2 \cdot 2,25 \cdot 0,75 = 2,03 \text{ кВт.}$$

То есть расчет правильно

8.4 Операция 7: круглошлифовальная операция

Материал круга:эльбор, обрабатываемый материал: сталь Х12МФ

шлифование гладких шеек

8.4.1 Операция 7 переход 1: круглошлифовать поверхность($d=47,5$ мм).

I. Расчет скорости шлифовального круга $V_{кр}$ в м/сек [2, с16]:

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}$$

$D=45$ мм диаметр круга

$n_{кр}=1115$ об/мин-число оборотов круга по станку

т.к. $V_{кр} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 1115}{1000 \cdot 60} = 26,3$ м/сек выбираем $V_{кр}=36$ м/сек

II.Выбор характеристики шлифовального круга

При шлифованию гладких шеек и $HRC \geq 50$ и классе точности поверхности 7-8 выбираем характеристики шлифовального круга [2, с172]: Э9А25-40С1-С2 5К.

III.Расчет скорости V в м/мин и числа оборотов детали n в минуту детали

1) Определение рекомендуемой нормативами скорости вращения детали

$$V=45 \text{ м/ мин [2, с173]}$$

2) Расчет числа оборотов шпинделя, соответствующего рекомендуемой скорости, и уточнение его

по паспорту станка [2, с168]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

где $d=47,5$ мм-диаметр детали

$$n = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 47,5} = 301,71 \text{ об/мин}$$

Уточнение числа оборотов по паспорту станка $n=315$ об/мин

3) Уточнение скорости вращения детали по принятым оборотам шпинделя

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 47,5 \cdot 315}{1000} = 46,98 \text{ м/ми}$$

IV. Выбор минутной поперечной подачи S_m в мм/мин

1) Предварительная обработка [2, с173]:

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$S_{mnp(\text{табл})}=2,9$ -минутные подачи по таблице

$K_1=1,0$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга

$K_2=0,8$ -коэффициент, зависящий от припуска и точности

$K_3=0,9$ -коэффициент, зависящий от диаметра круга, количества кругов и характера поверхности

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 2,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 2,09$$

2) Окончательная обработка [2, с173]:

$$S_{m\text{ок}} = S_{m\text{ок}(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$S_{m\text{ок}(\text{табл})}=0,7$ -минутные подачи по таблице

$$S_{m\text{ок}(\text{табл})} = 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,504$$

V. Определение времени выхаживания $t_{\text{вых}}$ в мин

$$t'_{\text{вых}} = 0,1 \text{ мин [2, с175]}$$

VI. Определение величины слоя, снимаемого при выхаживании $a_{\text{вых}}$, в мм

$$a_{\text{вых}} = 0,07 \text{ мм/мин [2, с176]}$$

VII. Расчет машинного времени t_m в мин

На шлифование шейки: при автоматическом цикле [2, с171]:

$$t'_M = \frac{1,3a_{пр}}{S_{M·нр}} + \frac{a_{ок}}{S_{M·ок}} + t_{ВЫХ}$$

где а-припуск на сторону

$a_{пр}=(0,4-0,5)a=0,5 \cdot 0,2=0,1$ -припуск на сторону, снимаемый на этапе предварительной подачи

$a_{ок}=a-(a_{пр}+a_{ВЫХ})=0,2-(0,1+0,07)=0,03$ -припуск на сторону, снимаемый на этапе окончательной подачи

$$t'_M = \frac{1,3 \cdot 0,1}{2,09} + \frac{0,03}{0,504} + 0,2 = 0,32 \text{ мин}$$

Одновременное шлифование шеек

8.4.2 Операция 7 переход 2: круглошлифовать поверхность($d=32$ мм).

I. Расчет скорости шлифовального круга $V_{кр}$ в м/сек [2, с168]:

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}$$

$D=45$ мм диаметр круга

$n_{кр}=1115$ об/мин-число оборотов круга по станку

т.к. $V_{кр} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 1115}{1000 \cdot 60} = 26,3$ м/сек выбираем $V_{кр}=36$ м/сек

II. Выбор характеристики шлифовального круга

При одновременном шлифовании шейки и торца и $HRC \geq 50$ и классе точности поверхности 7-8

выбираем характеристики шлифовального круга [2, с172]: Э9А25-40СМ1-СМ2 10К5

III. Расчет скорости V в м/мин и числа оборотов n в минуту детали

1) Определение рекомендуемой нормативами скорости вращения детали

$$V=45 \text{ м/ мин} [2, с173]$$

2) Расчет числа оборотов шпинделя, соответствующего рекомендуемой скорости, и уточнение его по паспорту станка [2, с168]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

где $d=32$ мм-диаметр детали

$$n = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 32} = 447,85 \text{ об/мин}$$

Уточнение числа оборотов по паспорту станка $n=400$ об/мин

3) Уточнение скорости вращения детали по принятым оборотам шпинделя

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 400}{1000} = 40,19/\text{ми}$$

IV. Выбор минутной поперечной подачи S_m в мм/мин

а) шлифование шейки

1) Предварительная обработка [2, с173]

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$S_{mnp(\text{табл})} = 1,9$ -минутные подачи по таблице

$K_1 = 1,0$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга

$K_2 = 0,8$ -коэффициент, зависящий от припуска и точности

$K_3 = 0,9$ -коэффициент, зависящий от диаметра круга, количества кругов и характера поверхности

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 1,37$$

2) Окончательная обработка

$$S_{m\text{ок}} = S_{m\text{ок}(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$S_{m\text{ок}(\text{табл})} = 0,5$ -минутные подачи по таблице

$$S_{m\text{ок}} = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,36$$

б) шлифование торца

$$S_{m\text{табл}} = 1,37 \text{ мм/мин} [2, \text{с}174]$$

V. Определение времени выхаживания $t_{\text{вых}}$ в мин

а) На шлифование шейки

$$t'_{\text{вых}} = 0,1 \text{ мин} [2, \text{с}175]$$

б) На шлифование торца

$$t''_{\text{вых}} = 0,1 \text{ мин} [2, \text{с}176]$$

В общее время выхаживания

$$t_{\text{ВЫХ}} = t'_{\text{ВЫХ}} + t''_{\text{ВЫХ}} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ мин [2, с176]}$$

VI. Определение величины слоя, снимаемого при выхаживании $a_{\text{ВЫХ}}$, в мм

$$a_{\text{ВЫХ}} = 0,07 \text{ мм/мин [2, с176]}$$

VII. Расчет машинного времени $t_{\text{М}}$ в мин

при автоматическом цикле [2, с171]:

$$t_{\text{М}} = \frac{1,3a_{\text{пр}}}{S_{\text{М} \cdot n_{\text{р}}}} + \frac{a_{\text{ок}}}{S_{\text{М} \cdot o_{\text{к}}}} + t_{\text{ВЫХ}}$$

где a - припуск на сторону

$$a_{\text{пр}} = (0,4 - 0,5)a = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ - припуск на сторону, снимаемый на этапе предварительной подачи}$$

$$a_{\text{ок}} = a - (a_{\text{пр}} + a_{\text{ВЫХ}}) = 0,2 - (0,1 + 0,05) = 0,05 \text{ - припуск на сторону, снимаемый на этапе окончательной подачи}$$

$$t_{\text{М}} = \frac{1,3 \cdot 0,1}{1,37} + \frac{0,05}{0,36} + 0,2 = 0,43 \text{ мин}$$

8,4,3 Расчет режимов резания на круглошлифовать поверхность ($d=28$ мм).

Шлифование шлицевых шеек

I. Расчет скорости шлифовального круга $V_{\text{кр}}$ в м/сек [2, с170]:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кр}}}{1000 \cdot 60}$$

$D=45$ мм диаметр круга

$n_{\text{кр}}=1115$ об/мин - число оборотов круга по станку

$$\text{т.к. } V_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 1115}{1000 \cdot 60} = 26,3 \text{ м/сек выбираем } V_{\text{кр}} = 36 \text{ м/сек}$$

II. Выбор характеристики шлифовального круга

При шлифованию шлицевых шеек и $\text{HRC} \geq 50$ и классе точности поверхности 7-8 выбираем характеристики шлифовального круга [2, с172]: Э9А25-40 С2-СТ 1 5К.

III. Расчет скорости V в м/мин и числа оборотов n в минуту детали

- 1) Определение рекомендуемой нормативами скорости вращения детали

$$V=45\text{м/ мин}[2, \text{с}173]$$

- 2) Расчет числа оборотов шпинделя, соответствующего рекомендуемой скорости, и уточнение его по паспорту станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} [2, \text{с}168]$$

где $d=28\text{мм}$ -диаметр детали

$$n = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 28} = 511,83 \text{об/мин}$$

Уточнение числа оборотов по паспорту станка $n=500\text{об/мин}$

- 3) Уточнение скорости вращения детали по принятым оборотам шпинделя

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 500}{1000} = 43,96 \text{м/мин}$$

IV. Выбор минутной поперечной подачи S_m в мм/мин

- 1) Предварительная обработка $S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 [2, \text{с}173]$

$S_{mnp(\text{табл})}=2,2$ -минутные подачи по таблице

$K_1=1,0$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга

$K_2 = 0,8$ -коэффициент, зависящий от припуска и точности

$K_3=0,9$ -коэффициент, зависящий от диаметра круга, количества кругов и характера поверхности

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 2,2 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 1,58$$

- 2) Окончательная обработка [2, с173]

$$S_{m\text{ок}} = S_{m\text{ок}(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$S_{m\text{ок}(\text{табл})}=0,65$ -минутные подачи по таблице

$$S_{m\text{ок}(\text{табл})} = 0,65 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,47$$

V. Определение времени выхаживания $t_{\text{вых}}$ в мин

$$t_{\text{вых}} = 0,18 \text{мин} [2, \text{с}175]$$

VI. Определение величины слоя, снимаемого при выхаживании $a_{\text{вых}}$, в мм

$$a_{\text{вых}} = 0,05 \text{мм/мин} [2, \text{с}176]$$

VII. Расчет машинного времени t_m в мин

при автоматическом цикле

$$t_M = \frac{1,3a_{пр}}{S_{M-пр}} + \frac{a_{ок}}{S_{M-ок}} + t_{ВЫХ} [2, с171]$$

где а-припуск на сторону

$a_{пр}=(0,4-0,5)a=0,5 \cdot 0,2=0,1$ -припуск на сторону, снимаемый на этапе предварительной подачи

$a_{ок}=a-(a_{пр}+a_{ВЫХ})=0,2-(0,1+0,05)=0,05$ -припуск на сторону, снимаемый на этапе окончательной подачи

$$t'_M = \frac{1,3 \cdot 0,1}{1,58} + \frac{0,05}{0,47} + 0,18 = 0,37 \text{ мин}$$

8.4.4 Операция 7 переход 4: круглошлифовать поверхность (d=32 мм).

I. Расчет скорости шлифовального круга $V_{кр}$ в м/сек [2, с168]:

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}$$

D=45mm диаметр круга

$n_{кр}=1115$ об/мин-число оборотов круга по станку

т.к. $V_{кр} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 1115}{1000 \cdot 60} = 26,3$ м/сек выбираем $V_{кр}=36$ м/сек

II. Выбор характеристики шлифовального круга

При одновременном шлифовании шейки и торца и $HRC \geq 50$ и классе точности поверхности 7-8 выбираем характеристики шлифовального круга [2, с172]: Э9А25-40СМ1-СМ2 10К5

III. Расчет скорости V в м/мин и числа оборотов n в минуту детали

4) Определение рекомендуемой нормативами скорости вращения детали

$$V=45 \text{ м/ мин} [2, с173]$$

5) Расчет числа оборотов шпинделя, соответствующего рекомендуемой скорости, и уточнение его по паспорту станка [2, с168]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

где d=32мм-диаметр детали

$$n = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 32} = 447,85 \text{ об/мин}$$

Уточнение числа оборотов по паспорту станка n=400об/мин

6) Уточнение скорости вращения детали по принятым оборотам шпинделя

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 400}{1000} = 40,19/\text{ми}$$

IV. Выбор минутной поперечной подачи S_m в мм/мин

а) шлифование шейки

1) Предварительная обработка [2, с173]

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$S_{mnp(\text{табл})} = 1,9$ -минутные подачи по таблице

$K_1 = 1,0$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга

$K_2 = 0,8$ -коэффициент, зависящий от припуска и точности

$K_3 = 0,9$ -коэффициент, зависящий от диаметра круга, количества кругов и характера поверхности

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 1,37$$

2) Окончательная обработка

$$S_{m\text{ок}} = S_{m\text{ок}(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$S_{m\text{ок}(\text{табл})} = 0,5$ -минутные подачи по таблице

$$S_{m\text{ок}} = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,36$$

б) шлифование торца

$$S_{\text{мтабл}} = 2,0 \text{ мм/мин} [2, \text{ с174}]$$

V. Определение времени выхаживания $t_{\text{вых}}$ в мин

а) На шлифование шейки

$$t'_{\text{вых}} = 0,1 \text{ мин} [2, \text{ с175}]$$

б) На шлифование торца

$$t''_{\text{вых}} = 0,1 \text{ мин} [2, \text{ с176}]$$

В общее время выхаживания

$$t_{\text{ВЫХ}}=t'_{\text{ВЫХ}}+t''_{\text{ВЫХ}}=0,1+0,1=0,2\text{мин} [2, \text{с}176]$$

VI. Определение величины слоя, снимаемого при выхаживании $a_{\text{ВЫХ}}$, в мм

$$a_{\text{ВЫХ}}=0,07\text{мм/мин} [2, \text{с}176]$$

VII. Расчет машинного времени $t_{\text{м}}$ в мин

при автоматическом цикле [2, с171]:

$$t_{\text{м}} = \frac{1,3a_{\text{пр}}}{S_{\text{м}\cdot\text{пр}}} + \frac{a_{\text{ок}}}{S_{\text{м}\cdot\text{ок}}} + t_{\text{ВЫХ}}$$

где a -припуск на сторону

$$a_{\text{пр}}=(0,4-0,5)a =0,5\cdot0,2=0,1\text{-припуск на сторону, снимаемый на этапе предварительной подачи}$$

$$a_{\text{ок}}=a-(a_{\text{пр}}+a_{\text{ВЫХ}})=0,2-(0,1+0,05)=0,05\text{-припуск на сторону, снимаемый на этапе окончательной подачи}$$

$$t_{\text{м}} = \frac{1,3\cdot0,1}{1,37} + \frac{0,05}{0,36} + 0,2=0,43\text{ мин}$$

8,4,5 Расчет режимов резания на круглошлифовать поверхность ($d=25\text{ мм}$).

Шлифование шлицевых шеек

I. Расчет скорости шлифовального круга $V_{\text{кр}}$ в м/сек

$$V_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кр}}}{1000 \cdot 60} [2, \text{с}170]$$

$D=45\text{мм}$ диаметр круга

$n_{\text{кр}}=1115\text{об/мин}$ -число оборотов круга по станку

$$\text{т.к. } V_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 1115}{1000 \cdot 60} = 26,3\text{м/сек}$$

выбираем $V_{\text{кр}}=36\text{ м/сек}$

II. Выбор характеристики шлифовального круга

При шлифованию шлицевых шеек и $\text{HRC} \geq 50$ и классе точности поверхности 7-8 выбираем характеристики шлифовального круга [2, с172]: Э9А25-40 С2-СТ 1 5К.

III. Расчет скорости V в м/мин и числа оборотов n в минуту детали

- 1) Определение рекомендуемой нормативами скорости вращения детали

$$V=45\text{м/ мин}[2, \text{с}173]$$

- 2) Расчет числа оборотов шпинделя, соответствующего рекомендуемой скорости, и уточнение его по паспорту станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} [2, \text{с}168]$$

где $d=25\text{мм}$ -диаметр детали

$$n = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 25} = 573,25 \text{об/мин}$$

Уточнение числа оборотов по паспорту станка $n=630\text{об/мин}$

- 3) Уточнение скорости вращения детали по принятым оборотам шпинделя

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 630}{1000} = 49,46 \text{м/мин}$$

IV. Выбор минутной поперечной подачи S_m в мм/мин

- 1) Предварительная обработка $S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 [2, \text{с}173]$

$S_{mnp(\text{табл})}=2,2$ -минутные подачи по таблице

$K_1=1,0$ -коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга

$K_2 = 0,8$ -коэффициент, зависящий от припуска и точности

$K_3=0,9$ -коэффициент, зависящий от диаметра круга, количества кругов и характера поверхности

$$S_m = S_{mnp(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 2,2 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 1,59$$

- 2) Окончательная обработка

$$S_{m\text{ок}} = S_{m\text{ок}(\text{табл})} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 [2, \text{с}173]$$

$S_{m\text{ок}(\text{табл})}=0,65$ -минутные подачи по таблице

$$S_{m\text{ок}(\text{табл})} = 0,65 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,47$$

V. Определение времени выхаживания $t_{\text{ВЫХ}}$ в мин

$$t_{\text{ВЫХ}} = 0,18 \text{мин} [2, \text{с}175]$$

VI. Определение величины слоя, снимаемого при выхаживании $a_{\text{ВЫХ}}$, в мм

$$a_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \text{мм/мин} [2, \text{с}176]$$

VII. Расчет машинного времени t_M в мин

при автоматическом цикле

$$t_M = \frac{1,3a_{\text{пр}}}{S_{M \cdot \text{пр}}} + \frac{a_{\text{ок}}}{S_{M \cdot \text{ок}}} + t_{\text{вых}} \quad [2, \text{с171}]$$

где a -припуск на сторону

$a_{\text{пр}}=(0,4-0,5)a=0,5 \cdot 0,2=0,1$ -припуск на сторону, снимаемый на этапе предварительной подачи

$a_{\text{ок}}=a-(a_{\text{пр}}+a_{\text{вых}})=0,2-(0,1+0,05)=0,05$ -припуск на сторону, снимаемый на этапе окончательной подачи

$$t'_M = \frac{1,3 \cdot 0,1}{1,58} + \frac{0,05}{0,47} + 0,18 = 0,37 \text{ мин}$$

9. Расчет технической нормы времени

Технические нормы времени в условиях массового и серийного производств устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{\text{ш-к}}$ [1, с101]

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

где $T_{\text{п-з}}$ - подготовительно-заключительное время, мин; $n=1000$ шт – количество деталей в настроенной партии, шт.

Норма штучного времени $T_{\text{шт}}$ [1, с101]:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_B + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}$$

где T_0 - основное время, мин; T_B -вспомогательное время, мин; $T_{\text{об}}$ - время на обслуживание рабочего места, мин. Время на обслуживание рабочего места $T_{\text{об}}$ в массовом производстве и при шлифовании в серийном производстве складывается из времени на организационное обслуживание $T_{\text{орг}}$ (их значения приведены в прил. 5)и времени на техническое обслуживание рабочего места: $T_{\text{об}}=T_{\text{тех}}+T_{\text{орг}}$; $T_{\text{от}}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Для шлифовальных операций [1, с102]:

$$T_{\text{тех}}=T_0 t_{\text{п}}/T$$

где T_0 - основное время, мин; $t_{\text{п}}$ -время на одну правку шлифовального круга, мин; T - период стойкости при работе одним инструментом или расчетный период стойкости лимитирующего инструмента при многоинструментной обработке, мин.

В серийном производстве для всех остальных операций $T_{\text{об}}$ и $T_{\text{от}}$ по отдельности не определяются.

Оперативное время: $T_{\text{оп}}=T_0+T_{\text{в}}$, а общее время на обслуживание рабочего места и отдых в серийном производстве $T_{\text{об.от}}=T_{\text{оп}}\Pi_{\text{об.от}}/100$ [1, с102]

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы[1, с101]:

$$T_{\text{в}}=T_{\text{у.с}}+T_{\text{з.о}}+T_{\text{уп}}+T_{\text{из}}$$

где $T_{\text{у.с}}$ - время на установку и снятие детали; мин; $T_{\text{з.о}}$ - время на закрепление и открепление детали, мин; $T_{\text{уп}}$ - время на приемы управления, мин; $T_{\text{из}}$ - время на измерение детали, мин.

Нормативы вспомогательного времени, приведенные в прил.5, для нормирования вспомогательного времени в серийном производстве, применяя коэффициент k в крупносерийном-1,5, а в среднесерийном производстве 1,85.

То есть. для определения штучного и штучно-калькуляционного времени можно представить в виде:

а) В серийном производстве для всех операций, кроме шлифовальных,

$$T_{\text{ш-к}}=T_{\text{п-з}}/n+T_0+(T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}})k+T_{\text{об.от}}[1, с102];$$

б) В шлифовальных опеаций

$$T_{\text{ш-к}}=T_{\text{п-з}}/n+T_0+(T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}})k+T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{от}}[1, с102];$$

Операция1:

$$T_0=0,565\text{мин}$$

$$T_{\text{в}}=(T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}})k=(0,23+0,24+0,035+0,14)\times 1,85=1,161\text{мин}$$

$$T_{\text{п-з}}=16\text{мин}$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \Pi_{об.от} / 100 = (T_o + T_B) \Pi_{об.от} / 100 = (0,565 + 1,161) / 100 = 0,121 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 0,565 + 1,161 + 0,121 = 1,847 \text{ мин}$$

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_o + (T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yп} + T_{из})k + T_{об.от} = 16 / 1000 + 0,565 + 1,161 + 0,121 = 1,863 \text{ мин}$$

Операция 2:

$$T_o = 7,737 \text{ мин}$$

$$T_B = (T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yп} + T_{из})k = (0,46 + 0,48 + 0,035 + 0,84) \times 1,85 = 3,378 \text{ мин}$$

$$T_{п-з} = 16 \text{ мин}$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \Pi_{об.от} / 100 = (T_o + T_B) \Pi_{об.от} / 100 = (7,737 + 3,378) / 100 = 0,778 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 7,737 + 3,378 + 0,778 = 11,893 \text{ мин}$$

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_o + (T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yп} + T_{из})k + T_{об.от} = 16 / 1000 + 7,737 + 3,378 + 0,778 = 11,909 \text{ мин}$$

Операция 3:

$$T_o = 1,407 \text{ мин}$$

$$T_B = (T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yп} + T_{из})k = (0,058 + 0,042 + 0,04 + 0,28) \times 1,85 = 0,777 \text{ мин}$$

$$T_{п-з} = 16 \text{ мин}$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \Pi_{об.от} / 100 = (T_o + T_B) \Pi_{об.от} / 100 = (1,407 + 0,777) / 100 = 0,153 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 1,407 + 0,777 + 0,153 = 2,337 \text{ мин}$$

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_o + (T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yп} + T_{из})k + T_{об.от} = 16 / 1000 + 1,407 + 0,777 + 0,153 = 2,353 \text{ мин}$$

Операция 7:

$$T_o = 1,76 \text{ мин}$$

$$T_B = (T_{y.c} + T_{z.o} + T_{y.n} + T_{из})k = (0,08 + 0,24 + 0,035 + 0,14) \times 1,85 = 0,916 \text{ мин}$$

$$T_{п-з} = 7 \text{ мин}$$

$$T_{тех} = T_o t_n / T = 1,76 \times 1,8 / 10 = 0,317 \text{ мин}$$

$$T_{от} = T_o \Pi_{от} / 10 = 1,76 \times 4 / 100 = 0,070 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 1,76 + 0,916 + 0,07 = 2,746 \text{ мин}$$

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_o + (T_{y.c} + T_{z.o} + T_{y.n} + T_{из})k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 7 / 1000 + 1,76 + 0,916 + 0,317 + 2,1 + 0,070 = 5,17 \text{ мин}$$

II. Конструкторская часть

10. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 10.1

Техническое задание на проектирование специального приспособления

Таблица 10.1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «валик» на универсальном фрезерном станке PROMA FNS-55PD.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «валик».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «валик» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические требования	Тип производства – единичный. Программа выпуска - 1000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать универсальному фрезерному станку PROMA FNS-55PD. Входные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: Ra = 3,2 мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), Сборочный чертеж для технического проекта специального приспособления, принципиальная схема специального приспособления.

11. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 11.1).

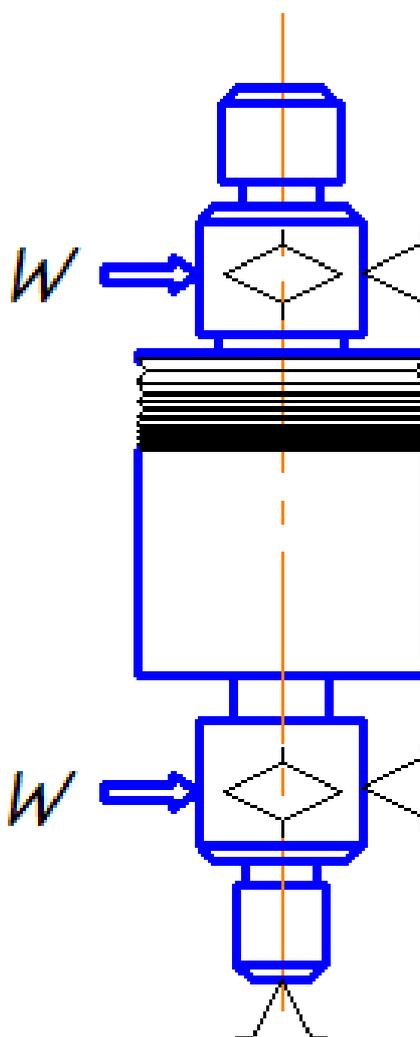


Рис. 11.1 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Для получения экономичного и простого в изготовлении приспособления, а также с целью уменьшения металлоемкости закрепляющих элементов, выбираем закрепление заготовки относительно наружного поверхности.

12. Описание работы приспособления

Приспособление применяется для фрезерной операций в детали “валик” при ее обработке на универсальном фрезерном станке PROMA FNS-55PD. Специальное приспособление установится на рабочем столе универсального фрезерного станка с помощью четыре болта и двух шпонок.

Приспособление обеспечивает одновременный зажим детали двумя накладными планками.

Особенность приспособления заключается в том, что накладные планки поворачиваются синхронно на 90° (рис. 12.1).

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

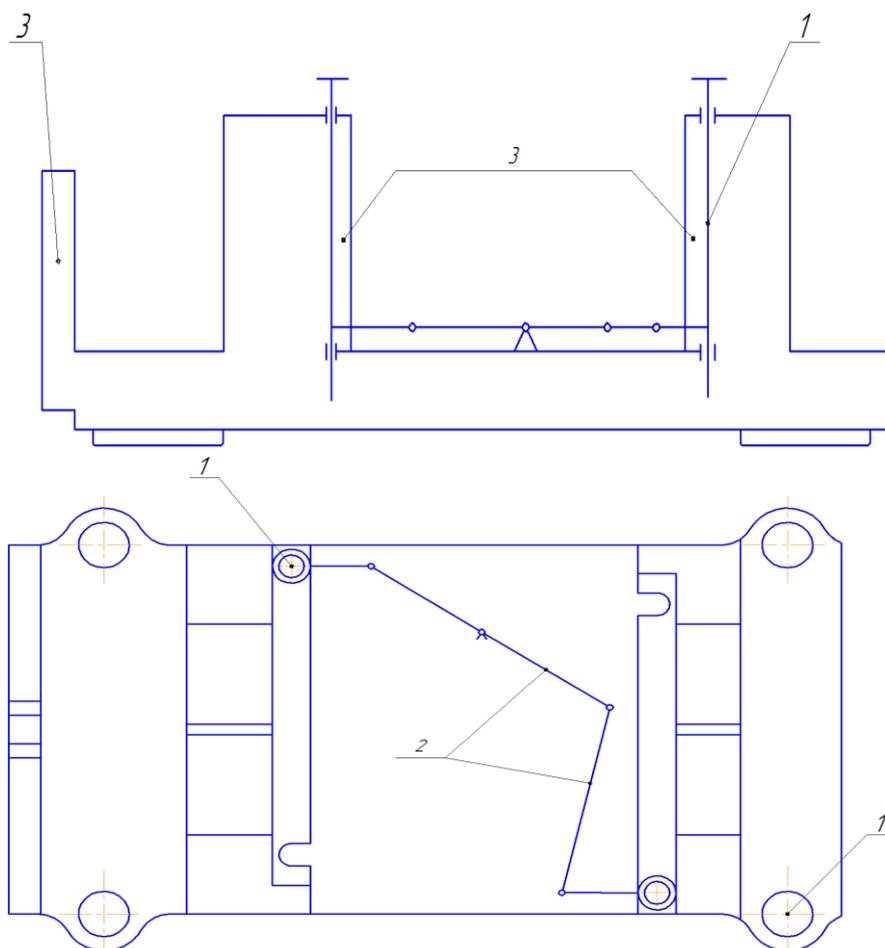


Рис 12.1 Схема приспособления

1-поворотная ось, 2-звенья, 3-призмы

13. Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 13.1), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы, к детали приложена сила трения и сила зажима.

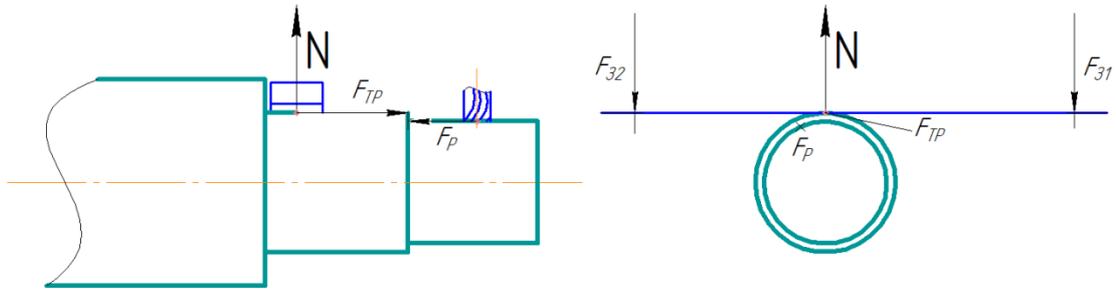


Рис 13.1. Расчетная схема

Исходя из режимов резания, рассчитанных для фрезерной операции, запишем значения силы резания.

Сила резания: главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила, Н [5, Т2, с 406]

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{mp}$$

где $z=2$ -число зубьев фрезы; $n=250$ об/мин-частота вращения фрезы;

Значения коэффициента C_p и показателей степени определим по таблице 83 [5, Т2, с 412]: $C_p=12,5$;

$x=0,85$; $y=0,75$; $q=0,73$; $w= -0,13$

K_{mp} -определяется по формуле [5, Т2, с 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

$n=0,3$ -определены по таблице 9 [5, Т2, с 362],

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{655}{750}\right)^{0,3} = 0,96$$

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 4^{0,85} \cdot 0,07^{0,75} \cdot 2}{8^{0,73} \cdot 250^{-0,13}} \cdot 0,96 = 47,67 \text{ Н}$$

Теперь рассчитаем силу трения $F_{\text{трение}}$ и силу зажима N

$$F_{\text{трение}} = -P_z = 47,67\text{Н}$$

$$F_{\text{трение}} = N \cdot f_{\text{скольжения}}$$

где $f_{\text{скольжения}} = 0,1$

$$\text{то есть } N = \frac{F_{\text{трение}}}{f_{\text{скольжения}}} = \frac{47,67}{0,1} = 476,7\text{Н}$$

По расчетной схеме (рис13.2) мы рассчитаем силу зажима

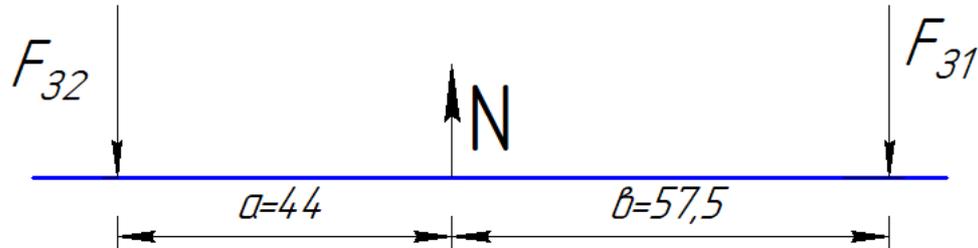


Рис13.2 Расчетная схема

$$N - F_{31} - F_{32} = 0$$

$$N \cdot a - F_{31} \cdot (a+b) = 0$$

$$F_{32} \cdot (a+b) - N \cdot b = 0$$

Мы получим:

$$F_{31} = \frac{N \cdot a}{a+b} = \frac{476,7 \cdot 44}{44+57,5} = 206,65\text{Н}$$

$$F_{32} = \frac{N \cdot b}{a+b} = \frac{476,7 \cdot 57,5}{44+57,5} = 270,05\text{Н}$$

Тогда для расчета диаметра шпильки/болта принимаем силу зажима $P=270,1\text{Н}$.

Диаметр болта рассчитываем по формуле [7, с 253]:

$$\sigma_p = F_a / (zS_p) = 4F_a / (z\pi d_p^2) \leq [\sigma_p]$$

где F_a - осевая нагрузка, эквивалентная продольной силе; z - число болтов; $S_p = \pi d_p^2$ - расчетная площадь поперечного сечения болта.

то есть $d_p = \sqrt{\frac{4F_a}{z\pi\sigma_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 270,1}{\pi \cdot 125}} = 1,65\text{мм}$. Мы выбирали диаметр шпильки/болта 8мм, для силы зажима

$P=270,1\text{Н}$.

14. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, сносностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2308-68.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжу Лянлян

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования материально-технических, энергетических, информационных и человеческих (НИ): финансовых,</p>	<p>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</p>
<p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	
<p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</p>	<p>Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.</p>
<p>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</p>	<p>Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.</p>
<p>3. Обоснование необходимых инвестиций</p>	<p>Расчет материальных затрат НИИ,</p>

<i>для разработки и внедрения ИР</i>	<i>расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.</i>
<i>4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчёт основной заработной платы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, расчет бюджета затрат НИР.</i>
<i>5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>По результатам НИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИР относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно.</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Оценка конкурентоспособности ИР</i> <i>2. Матрица SWOT</i> <i>3. Модель Кана</i> <i>4. Оценка перспективности нового продукта</i> <i>5. Инвестиционный план. Бюджет ИП</i> <i>6. Основные показатели эффективности ИП</i> 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Баннова К.А.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л141	Чжу Лянлян		

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы « Разработка технологии изготовления валика с применением станка с ЧПУ». Валик представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали инструментальной штамповой X12МФ. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Валик служит для передачи движения и крутящего момента. Объем выпуска продукции 1000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, у которых есть станок с ЧПУ. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО «Сибирская машиностроительная компания», ООО«Промышленная механика».

1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы	Конкурентоспособность
-----------------	-----	-------	-----------------------

	критерия	Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	3	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	3	0,8	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	1	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,6	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	4	5	5	0,04	0,05	0,05
10. Простота эксплуатации	0	5	3	4	0	0	0
11. Качество	0	1	1	1	0	0	0

интеллектуального интерфейса							
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	3	2	1	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,03	4	1	2	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	1	0,16	0,12	0,04
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,01	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,08
Итого	1	66	51	45	4,17	2,66	2,96

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 66 \cdot 4,17 = 275,22$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 51 \cdot 2,66 = 135,66$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 45 \cdot 2,96 = 133,2$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способа передачи движения и крутящего момента. Также деталь является надежной, так как выполнена из инструментальной штамповой стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,2	80	100	0,8	0,16
2. Помехоустойчивость	0,01	20	100	0,2	0,002
3. Надежность	0,1	90	100	0,9	0,09

4. Унифицированность	0,1	80	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
6. Уровень шума	0,02	40	100	0,4	0,008
7. Безопасность	0,1	60	100	0,6	0,06
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,01	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	30	100	0,3	0,003
10. Простота эксплуатации	0,05	50	100	0,5	0,025
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,01	0
12. Ремонтопригодность	0,05	20	100	0,2	0,01
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	40	100	0,4	0,004
15. Перспективность	0,01	30	100	0,3	0,003

рынка					
16. Цена	0,1	20	100	0,2	0,02
17. Послепродажное обслуживание	0,01	40	100	0,4	0,004
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	1	100	0,01	0,0001
19. Срок выхода на рынок	0,01	10	100	0,1	0,001
20. Наличие сертификации разработки	0,01	70	100	0,7	0,007
Итого	1	853		8,53	0,6471

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum V_i \cdot Б_i = 853 \cdot 0,6471 = 552$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 552, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 3

Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Использование современного оборудования</p> <p>С2. Маленький срок поставок материалов</p> <p>С3. Наличие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>С4. Наличие новых</p>	<p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Низкая уровень материалоемкости разработки</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>

	<p>технологий</p> <p>С5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями</p> <p>С6 Наличие бюджетного финансирования.</p>	
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В2. Развитие технологий в данной отрасли.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области металлообработки и улучшения технологий в данной отрасли.</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>- Понижение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Повышение уровня материалоемкости разработки</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную</p>	<p>- Наличие неустойчивого спроса на рынке может ограничить развития современных технологий.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

деталь. У2. Введение дополнительных государственных требований.	-Введение дополнительных государственных требований может тормозить развития современного оборудования.	
--	---	--

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

		Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	+	+	+	-	-
	B2	+	+	+	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4, B2C1C2C3C4C5.

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3

проекта	B1	-	+	+
	B2	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл2Сл3; B2Сл2Сл3.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы Проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	-	-	-	-	-
	У2	+	-	+	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У2С1С3.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-

	У2	+	-	-
--	----	---	---	---

2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений

Таблица 8

Морфологическая матрица для детали матрице держатель

	1	2	3	4
--	---	---	---	---

А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	20	30	40	80
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

1. А1Б4В3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде графиков, что позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется 80 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно сроят граф-дерево.

2. А4Б3В1;

Во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются

характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 50 минут.

3. А2Б3В4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 40 мин.

4. А3Б1В2.

В настоящее время большой популярностью пользуются CAD-CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, в следствии чего программа выдала результаты анализа.

3. Планирование научно-исследовательских работ

3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t _{min} _i	t _{max} _i	t _{ож} _i	T _р _i
----------------	-------	------------------	-----------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------	-----------------------------

Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	10	20	14	7
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	15	20	17	17
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	4	2,8	1,4
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	2	1,4	1,4
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обосно- ваний	Студент-дипломник	10	20	14	14
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	8	16	11,2	11,2
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	8	16	11,2	5,6
Обобщение и	9	Оценка эффективности полученных	Руководитель	6	12	8,4	8,4

оценка результатов		результатов					
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	6	12	8,4	4,2
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8

	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	4	8	5,6	5,6

3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}$$

Где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы,

так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где T_{Ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где: $T_{\text{кал}}=366$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}=104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}=14$ – количество праздничных дней в году.

Зная количество календарных дней в году, выходных дней в году, праздничных дней в году рассчитаем коэффициент календарности по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,54$$

рассчитанные значения внесены в таблице 10.

После заполнения Таблицы 10 строим календарный план-график (см. Таблицу 11).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 10

№ раб	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T_{pi}	2,8	7	17	1,4	1,4	14	11,2	5,6	8,4	9,8	4,9	4,2	2,8	7	2,8	2,8	4,9	5,6
T_{Ki}	5	11	27	3	3	22	18	9	13	16	8	7	5	11	5	5	8	9

Таблица 11

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	tki	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	11	■	■												
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	27	■	■	■	■										
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3				■										
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3				■										

 Руководитель

 Студент-дипломник

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу

12.

Таблица 12

Материальные затраты

Материалы	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Пруток 55x2000	шт	1000	60	60000
Итого				60000

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/ п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудовани я	Цена единицы оборудования , тыс. руб.	Общая стоимость оборудования , тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Ленточнопильный станок HBS-1018W	1	290	290
2	Токарно-винторезный станок Stalex GH-1430B	1	580	580
3	Универсальный токарный станок с ЧПУ MASTURN 550/820	1	3500	3500
4	Универсальный фрезерный станок PROMA FNS-55PD	1	1319	1319
5	Круглошлифовальный станок MA1420/500	1	140	140
Итого:				5829000 руб.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10.

Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{5829000}{10 \times 12} \times 3 = 1457250$ руб.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня М =11,2 месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней М=10,4 месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0

Действительный годовой фонд рабочего времени	200	200
--	-----	-----

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{TC});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{TC});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65644,8	3413, 5	57,8	197300,3

Студент	48000	0,3	0,2	1,3	93600	4867, 2	95,4	464330,88
Итого З _{ОСН}								661631,18

по рабочим дней, надо оплатить 661631,18 руб

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{ОСН} + Z_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во
-------------	------------------------------------	------------------------------

		внебюджетные фонды
Руководитель	197300,3	53468,38
Студент	464330,88	125833,7
Итого		179302,08

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 179302,08руб.

3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб. за 1 кВт/час.

Таблица 16

Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатац ии, час	Расход электроэнерги и, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого				5270

3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	60000	Пункт 3.4.1
2. Расчет амортизации	5829000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	661631,18	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	179302,08	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	1489103,26	Сумма ст.1-5

4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурс эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного

исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1489103,26}{1800000} = 0,827$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурс эффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурс эффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4
3. Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,25	3
5. Надежность	0,1	4
6. Материалоемкость	0,2	2
Итого	1	3,35

$$I_{p-исп1} = 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2 = 3,35$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{3,35}{0,827} = 4,05$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,05}{5,3} = 0,764$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,827
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	3,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,764

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна. Составили матрицу SWOT, описали сильные и слабые стороны разработки. Представили четыре варианта решения технической задачи. Определили возможные альтернативы проведения научных исследований. В таблице «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» оговорили основные этапы и указали содержание работ на каждом этапе.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты НИИ, рассчитали затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 30,2%, выплата составит 117355 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 547551 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжу Лянлян

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.</p>	<p>Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд.</p> <p>Область применения: автоматизация технологического процесса</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический 	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение параметров микроклимата в помещении; – повышенный уровень шума/вибрация; – вредные вещества; <p>Психофизические факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенная нагрузка на органы

<p>документ);</p> <ul style="list-style-type: none"> – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – Опасность поражения электрическим током (источники, средствазащиты) 	<p>зрения</p> <ul style="list-style-type: none"> – длительные статические нагрузки; – монотонность труда; – нервно-эмоциональное напряжение. <p>Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> – опасность поражения электрическим током, – опасность поражения статическим электричеством, – короткое замыкание. – Работа механизмов; – Запыленность; – СИЗы;
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду и защищать окружающую среду.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного</p>

<ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>характера для места– пожар.</p> <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Донцент	Штейнле А.В.	к.м.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжу Лянлян		

1. Производственная безопасность

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

1.1.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температу ра, °С	Относительн ая влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1

Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2
--------	---------	---------	---------	------------

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

1.1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых

химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибков.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно

сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

1.1.3. Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

1.1.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения,

должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 10 \times 8 = 80 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор $\rho_c = 40\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,2$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 3000$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$, где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70\%$, $\rho_{\text{С}} = 40\%$ и индексе помещения $i = 1,97$ равен $\eta = 0,65$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1.2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим

аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электробезопасными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь,

заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

1.2.2. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов

промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

2. Экологическая безопасность:

Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Экологизация технологических процессов-создание замкнутого технологического цикла, без отходов и малу линии технологии, для предотвращения попадания в атмосферу вредных веществ грязная. Кроме того, предварительная очистка топлива или замена его более эко логичными типами, приложения гидрообеспыливания, перераспределения газа, передача в сектор электроэнергии и др.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.).

Объем выбросов от аэрозолей, использование различных типов оборудования, в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), влажная уборка: пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, поглощения, адсорбционные) и другие технологии очистки природного газа от токсичных газов и паров загрязняющих веществ.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере является снижение его концентрации риска, – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Высшее руководство, более рассеянный эффект. К

сожалению, такой подход позволяет снизить локальное загрязнение, но это показывает летней областной.

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия:

развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;

очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;

·передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры

этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических производств, предприятий строительной индустрии производство);

- обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;

- очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;

- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. Учитывая многообразие состава сточных вод существуют различные способы очистки: механическая очистка, физико-химические, химические, биологические и др. В зависимости от характера загрязнения и уровней рисков очистки сточных вод может сделать какой-либо метод или набор методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жироловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические методы используются для очистки ключевых промышленных сточных вод.

При химической очистке сточных вод, вводятся в специальные реагенты (известь, карбонат натрия, аммиак и др.), это взаимодействие с загрязнителями и выпадение в осадок.

Физические и химические очистки чаще используют коагуляции, сорбции, флотации и др.

Очистка коммунальных, промышленных сточных вод, нефтеперерабатывающих заводов, пищевых предприятий по механической обработке применение биологических методов. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов для их развития, органические

вещества и некоторые неорганические соединения рисков, содержащихся в сточной воде. Более чистого производства. Правительственные искусственные сооружения (аэрационные, биофильтры, метантанк и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, органогенный пруды, и др.). В очистку сточных вод используется осадок и сняв высохшую на кровать обезвоживания осадка и затем используется в качестве удобрения. Однако, в биологической очистки, проблемы-бытовых сточных вод и промышленных сточных вод, содержащих тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнения собираются в осадок и их использование в качестве исключены удобрений. Это приводит к вопросу обработки осадка, очистки сточных вод во многих городах Украины, включая Харьков.

Важную роль защиты в любом водоеме выполняют водоохранные зоны, это специальные зоны устраивают вдоль берегов рек, водохранилищ, озер. Основной задачей является защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозии поверхности осадок стоком. Ширина водоохраных зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохраной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Мониторинг качества воды продолжается для оценки возможности его использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб хозяйственного и технического задания. Для того, чтобы оценить качество воды, анализировать его физических свойств и состава.

Определяют вкус, запах, температуру, мутность, прозрачность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а объем кишечного палки в литре воды. Все суммы, не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод, чтобы предотвратить повреждение резерва (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

Защита литосферы

Общая характеристика.

Различают природные и антропогенные загрязнения почвы. Природный загрязнение почв в результате естественных процессов в биосфере, произошел без вмешательства человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ, которые происходят гидросферы, атмосферы, гидросферы или литосферы, например, из-за выветривания горных пород или осадков в виде дождя или снега, зачистки грязная материалов в атмосферу.

Наиболее опасные природные экосистемы и человека антропогенного загрязнения почвы, особенно техногенного человеческого происхождения. Наиболее распространенными загрязнителями называется удобрения, пестициды, тяжелые металлы и других веществ из промышленных источников. Источники загрязняющих веществ в почве. Можно выделить следующие основные типы источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов от промышленных источников;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы рассматриваем только на вопросы твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основные виды промышленных отходов-это отходы шлаки тепловых электростанций и металлургических фабрик, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых

не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м³ древесины, 200 м³ воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию ресурсов похоронен, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохранах зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Переработка твердых бытовых отходов широко используются методы биотехнологии: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробное сбраживание.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории А_н, Б_н, В_н, Г_н и Д_н.

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

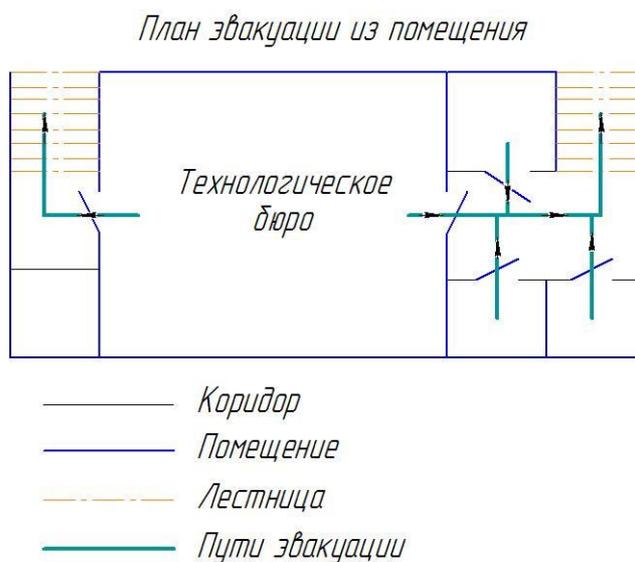


Рис 2. План эвакуации.

Вывод: В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Список литературы:

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипирование издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.:Альянс,2015. –256с.
2. режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М. , «Машиностроение», 1972.
3. Скворцов В. Ф. основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие / В. Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. 656 с., ил. том 1
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. 656 с., ил. том 2
6. Допуск и посадки: Справочник. В.Д. Мягков, М. А. Палей, А.Б. Романов, В. А. Брагинский. 7-е изд., перераб. и доп. – Ё: Издательство АТП, 2015 год. – Ч. 1.543с., ил. часть 1.
7. Устюгов И. И. Детали машины: Учеб. Пособие для учащихся техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. Школа,1981. –399 с., ил.
8. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. И доп. Л., ≤ Машиностроение ≥ (Ленингр. Отд-ние),1975 г. 656 с.
9. Допуск и посадки: Справочник. В.Д. Мягков, М. А. Палей, А.Б. Романов, В. А. Брагинский. 7-е изд., перераб. и доп. – Ё: Издательство АТП, 2015 год. – Ч. 1.543с., ил. часть 2.
10. Режущий инструмент: учебник для вузов / под. общ. ред. С.В. Кирсанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2014 – 520 С.: ил.
11. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2009 -91с. ISBN 5-98298-450-7.