

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное 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 пробки

УДК 621.81-2:621.91

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чи Гуаньнань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	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 оборудовании 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 образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись)
(Ф.И.О.)

(Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

УДК 621.81-2:621.91

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чи Гуаньнань

Тема работы:

Разработка технологии изготовления пробки

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<i>Чертеж детали, годовая программа выпуска</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<i>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</i>

	<i>основного времени, штучно-калькуляционного времени, конструирование специального приспособления.</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Размерный анализ, чертеж детали, чертеж приспособления, чертеж размерной схемы, технологический процесс изготовления детали.</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Червач Ю.Б.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К.А.
Социальная ответственность	Штейнле А.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чи Гуаньнань		

Содержание

Аннотация	6
I. Технологическая часть	8
1. Исходные данные	8
2. Анализ технологичности конструкции детали	9
3. Определение типа производства	10
4. Выбор исходной заготовки	11
5. Разработка маршрута технологии изготовления детали	12
6. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	17
7. Выбор средств технологического оснащения	35
8. Расчет режимов резания	36
9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода	81
10. Определение штучно-калькуляционного времени	84
II. Конструкторская часть	86
1. Анализ исходных данных и контроль биений на проектирование приспособления	86
2. Принципиальная расчетная схема и компоновка приспособления	86
3. Определение необходимой силы зажима	87
III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	91
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений	93
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	102
3. Планирование научно-исследовательских работ	104
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	120
5. Заключение	123
IV. Социальная ответственность	125
1. Производственная безопасность	128
2. Экологическая безопасность	138

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	142
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	146
Список литература	148

Аннотация

Машиностроение традиционно представляет собой ведущая отрасль экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствование 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. Один из наиболее известных критериев

представляет собой 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.

В курсовом проекте решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий единичного производства.

I. Технологическая часть

1. Исходные данные

Производительные технологические процессы изготовления пробки, представленного на рис.1. Количество годовой программы — 1000 штук.

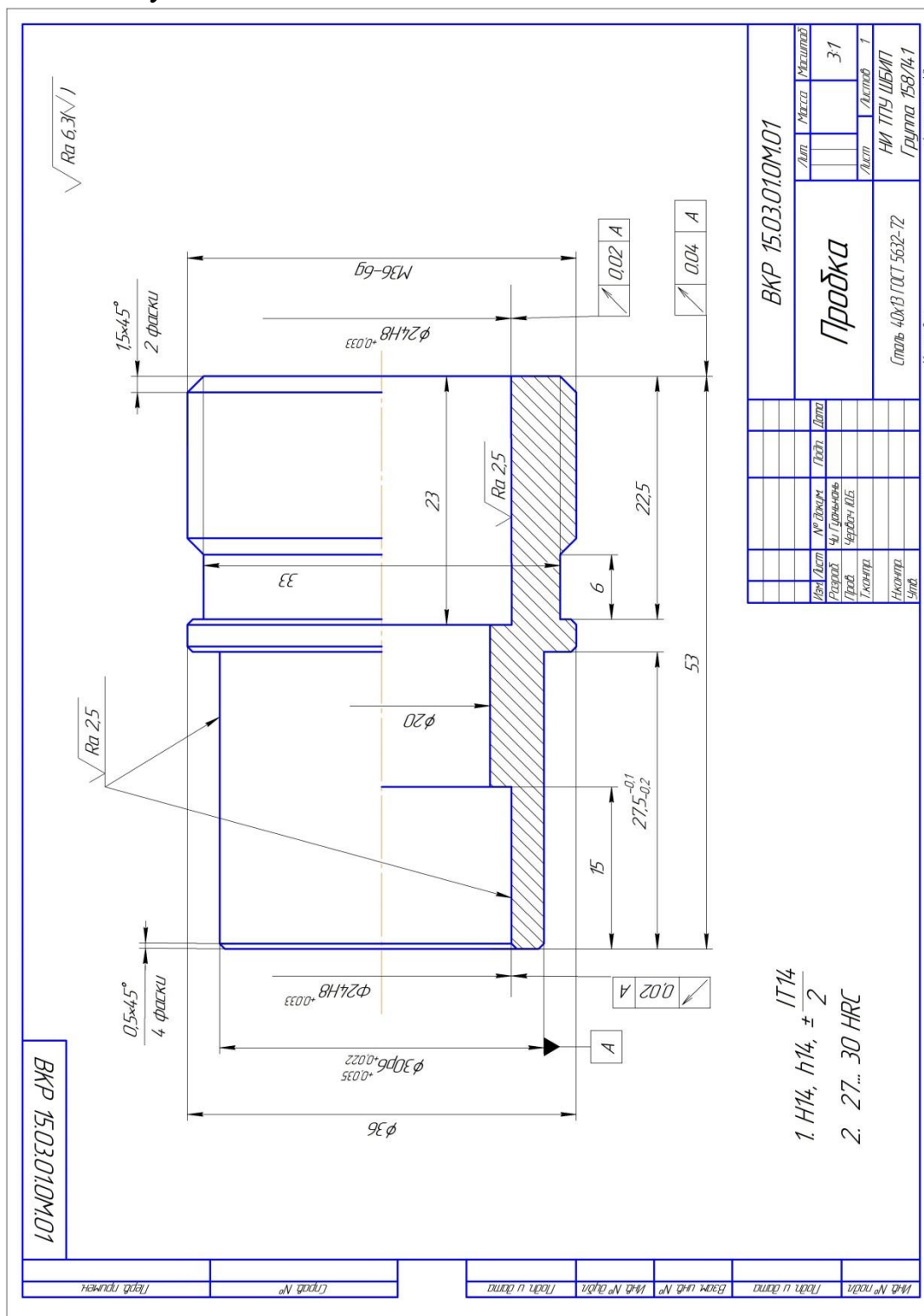


Рис. 1. Чертеж детали

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – пробка изготовлен из стали 40Х13 ГОСТ 5632-72, которая тяжело поддается механической обработке. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением двух диаметральных размеров : $\varnothing 30p6^{+0,035}_{+0,022}$, $\varnothing 24H8^{+0,033}$.

Шероховатость поверхностей имеет трех параметр Ra2,5, но ряд поверхностей должно иметь параметр Ra6,3, требований к термо обработке нет. С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1, стр. 20]:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}}$$

Где t_B – такт выпуска детали, мин.;

T_{cp} – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r}$$

Где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл.2.1 [1, с. 22] при двусменном режиме работы: $F_r = 4029$ ч.

Тогда :

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{1000} = 241,7 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n}$$

Где $T_{ш.ки}$ – штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 2 операции ($n=2$). Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм.:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n} = \frac{1,4 + 2,3}{2} = 1,85 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по форм.:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{241,7}{1,85} = 130,6 \text{ мин}$$

Так как $K_{з.о} = 130,6 > 40$, то тип производства –единичный.

4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40Х13), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типом производства (единичный) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

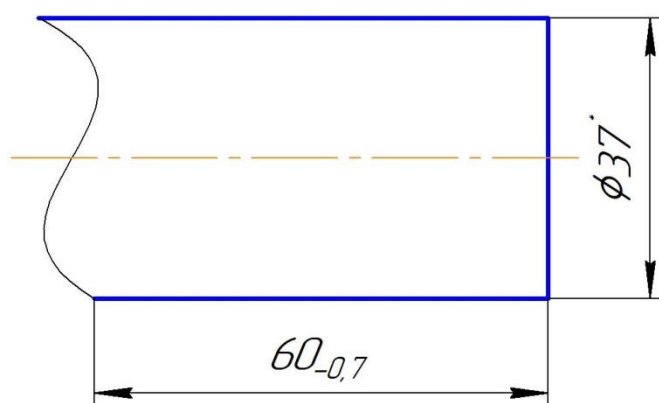


Рис. 2 Эскиз заготовки

5. Разработка маршрута технологии изготовления детали

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09
операции	перехода	уставов			
1		А	<p>Токарная</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Подрезать торец 1, выдержав размер $0,5_{-0,2}^{+0,1}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> <p style="text-align: center;">* размер для справок</p>	
	2		<p>Обточить поверхность 2, выдержав размеры $34_{-0,6}$ и $\phi 36_{-0,6}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p>	
	3		<p>Обточить поверхность 3, выдержав размеры $27,1_{\pm 0,4}$ и $\phi 34_{-0,6}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p>	
	4		<p>Сверлить центровое отверстие 4, выдержав размеры 6,3, 4,9, $\phi 5$, и $\phi 10,6$ (ГОСТ 14034-74)</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> <p style="text-align: center;">* размер для справки</p>	
	5		<p>Сверлить отверстие 5, выдержав размер $58_{\pm 0,4}$ и $\phi 20_{-0,5}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p>	

Лист	№ докум.	Лист	Дата						
Изм.									
Разработ	Чу Гуськовский								
Проект									
Технолог									
Инженер									
Зав.									

НШ.00.00.09

Пробка

Сталь 40Х13 ГОСТ 5632-72

Копирован

Лит. Масса Максимум

Лист 7 Листов 5

Формат А2

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09
операции	перехода	установки			
1	6		Отрезать заготовку, выдержав размер $53,7 \pm 0,1$	<p>* размер для справок.</p>	
2			Термическая 27 ... 30 HRC		
3	A	1	Токарная Установить и снять заготовку Подрезать торец 1, выдержав размер $53_{-0,7}$	<p>* размер для справок.</p>	
2			Расточить отверстие 2, выдержав размеры $22,4 \pm 0,1$ и $\phi 22^{+0,5}$		
3			Расточить отверстие 3, выдержав размеры $22,4 \pm 0,1$ и $\phi 23^{+0,5}$		
4			Расточить отверстие 4, выдержав размеры $23 \pm 0,1$ и $\phi 24^{+0,033}$ (тонкое)		

Изм. № 1/2018. Лист 1 из 2. Дата: 15.08.2018.

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09
операции	переходы			
3	5	Точить канавку 5, выдержав размеры $22,5 \pm 0,2$, $6^{+0,6}$ и $\phi 33_{-0,6}$	<p>* размер для справки</p>	
	6	Перевернуть заготовку Расточить отверстие 1, выдержав размеры $14,1 \pm 0,1$ и $\phi 22^{+0,5}$		
	7	Расточить отверстие 2, выдержав размеры $14,1 \pm 0,1$ и $\phi 23^{+0,5}$		
	8	Расточить отверстие 3, выдержав размеры $15 \pm 0,1$ и $\phi 24^{-0,033}$ (тонкое)		
	9	Обточить поверхность 4, выдержав размеры $27,1 \pm 0,1$ и $\phi 32_{-0,6}$		

Лист № документа
Лист № документа
Лист № документа
Лист № документа
Лист № документа

Изм./Лист
№ документа
Лист
Дата

НШ.00.00.09

Лист
3

Копировать

Формат А2

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09
операции	переходы	устойчив			
	10		Обточить поверхность 5, выдержав размеры $27,1 \pm 0,1$ и $\phi 31_{-0,6}$		
	11		Обточить поверхность 6, выдержав размеры $27,5_{-0,2}^{-0,1}$ и $\phi 30_{-0,022}^{+0,035}$ (тонкое)		
	12		Точить фаски 7, 8, 9 выдержав размеры $0,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$		
	13	В	Перевернуть заготовку (цанговый патрон) Обточить поверхность 1, выдержав размер $\phi 36_{-0,4}$ (получистовое)	<p>* размер для справки</p>	
	14		Точить фаски 2, 3 выдержав размеры $1,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$ и $1,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$		

НШ.00.00.09
Лист 4

Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата
------	------	----------	------	------

НШ.00.00.09

Лист

4

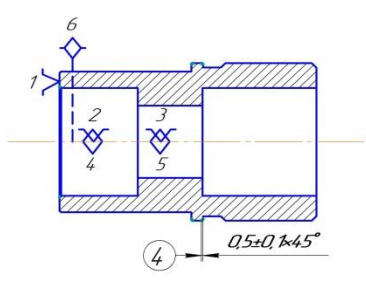
Копировать

Формат А2

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	HШ.00.00.09
операции	перехода	устойки			

15

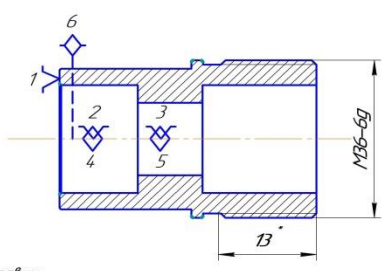
Точить фаску 4, выдержав размер $0,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$



$\sqrt{Ra\ 6,3}$

16

Нарезать наружную резьбу М36-6g (ГОСТ 16093-81)



$\sqrt{Ra\ 6,3}$

* размер для справки

Имя, № докум. | Дата, и. дата | Имя, № докум. | Дата, и. дата | Имя, № докум. | Дата, и. дата | Имя, № докум. | Дата, и. дата

Имя	№ докум.	Дата	Имя	№ докум.	Дата
-----	----------	------	-----	----------	------

HШ.00.00.09

Лист 5

Копировать

Формат А2

6. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Расчётная схема изготовления детали является совокупностью технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях обработки детали.

На основании техпроцесса изготовления «Пробка», составляется размерная схема (представлена на рис.3) которая представлена в приложении, она содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

Для облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф для продольной размерной схемы изготовления «Пробка» представлена на рис.4

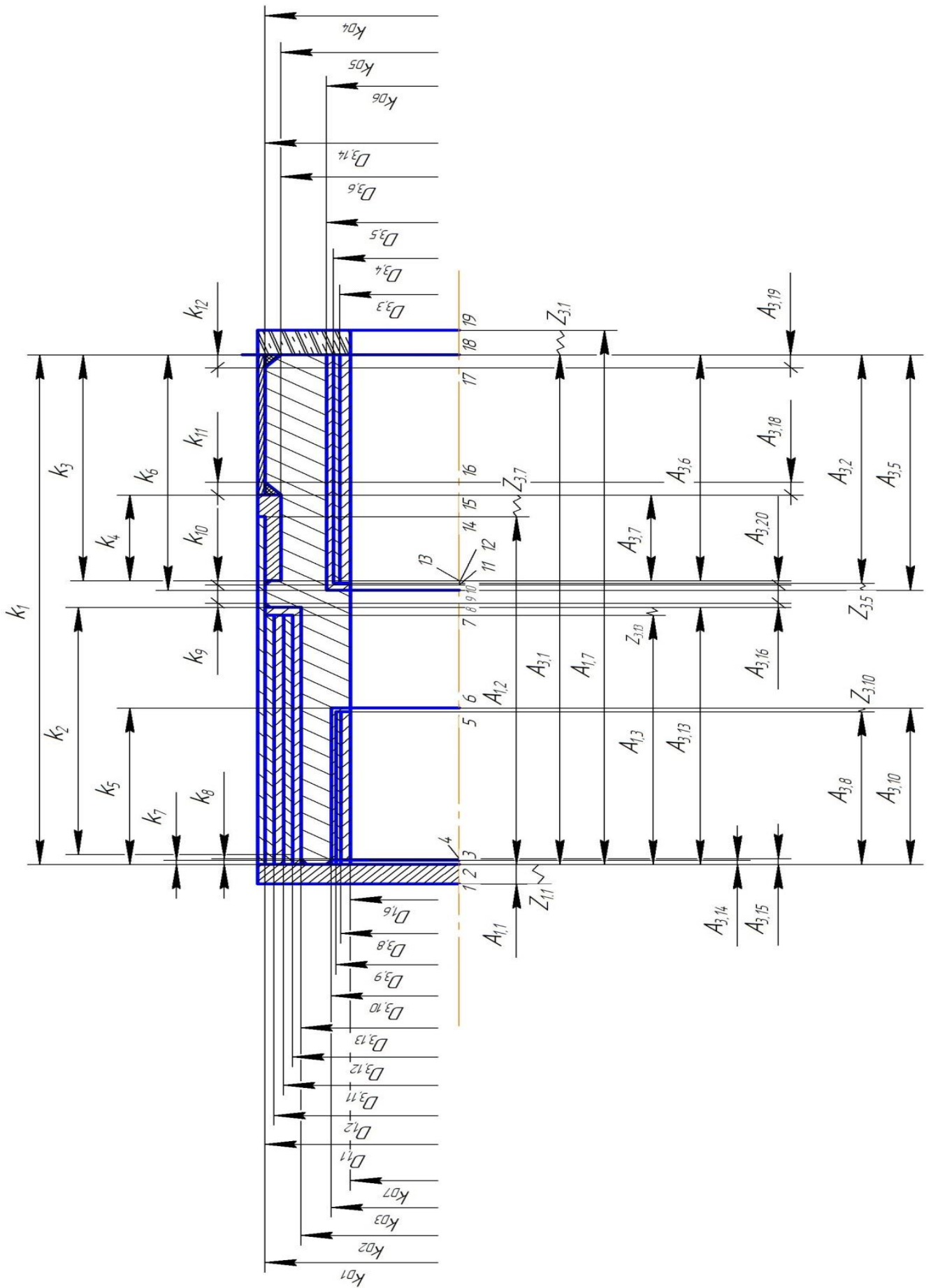


Рис.3 Размерная схема

$N=19$ $A=18$ $K=12$ $Z=6$

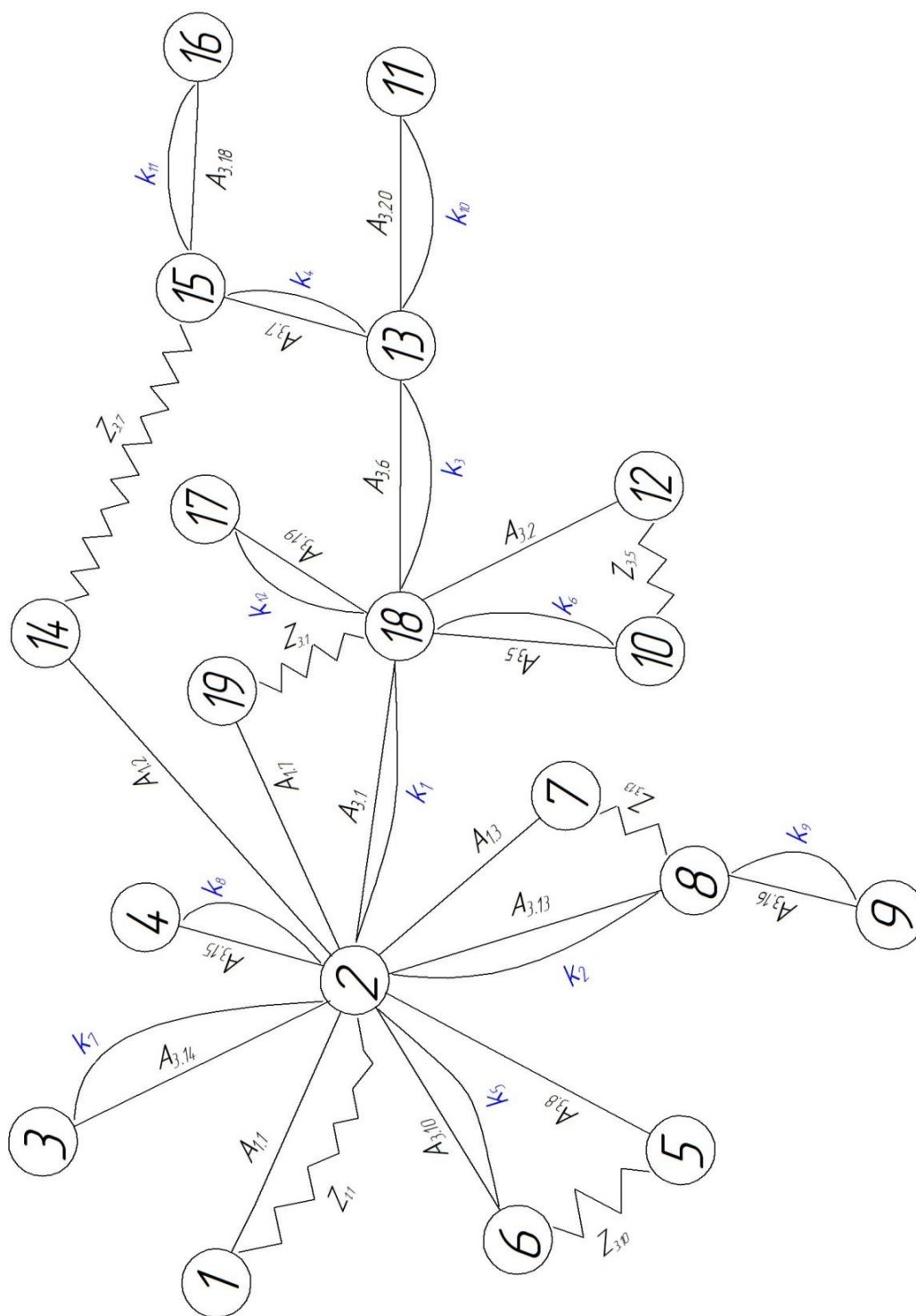


Рис.4 Граф технологических размерных цепей

Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры

$$TK_1 = 0,7 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_8 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{D1} = 0,6 \text{ мм};$$

$$TK_{D2} = 0,013 \text{ мм};$$

$$TK_{D3} = 0,033 \text{ мм};$$

$$TK_{D4} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{D5} = 0,6 \text{ мм};$$

$$TK_{D6} = 0,033 \text{ мм};$$

$$TK_{D7} = 0,5 \text{ мм};$$

Допуски на технологические размеры

Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из формулы [2, стр. 33]

$$TA_i = \omega_{c_i} + \rho_{\text{и}}$$

Где ω_{c_i} - статистическая погрешность, мм;

$\rho_{\text{и}}$ - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

Допуски на осевые технологические размеры по приложению 1 [2, стр. 65] и приложению 3 [2, стр. 73]:

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{1.1} = 0,2 + 0,12 = 0,32 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.7} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.1} = \omega_c + \rho_{3.1} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{3.2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.5} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.6} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.7} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.8} = \omega_c + \rho_{3.8} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{3.10} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.13} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{3.14} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.15} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.16} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.18} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.19} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.20} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из формулы [2, стр. 34]

$$TD_i = \omega_{c_i}$$

Допуски на диаметральные технологические размеры по приложению 1 [2, стр. 65]:

$$TD_{1,1} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{1,6} = \omega_c = 0,084 \text{ мм}$$

$$TD_{3,5} = \omega_c = 0,021 \text{ мм}$$

$$TD_{3,6} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{3,10} = \omega_c = 0,021 \text{ мм}$$

$$TD_{3,13} = \omega_c = 0,013 \text{ мм}$$

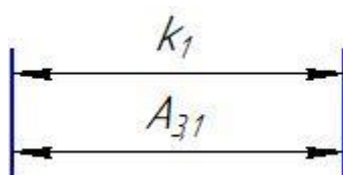
$$TD_{3,14} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}$$

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 48]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^n TA_i$$

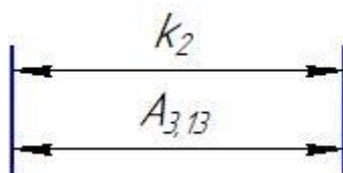
Рассмотрим размерную цепь для размера K_1



$$TK_1 = 0,7 \text{ мм}; \quad TA_{3,1} = 0,32 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается.

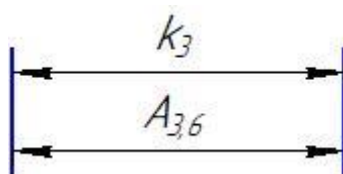
Рассмотрим размерную цепь для размера K_2



$$TK_2 = 0,10 \text{ мм}; \quad TA_{3,13} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается.

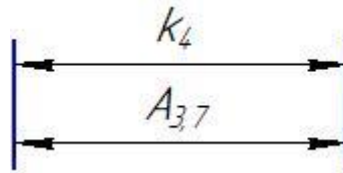
Рассмотрим размерную цепь для размера K_3



$$TK_3 = 0,5 \text{ мм}; \quad TA_{3,6} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

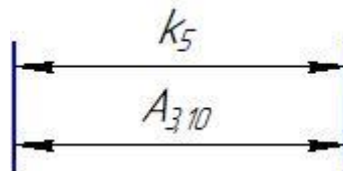
Рассмотрим размерную цепь для размера K_4



$$TK_4 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{3,7} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_4 выдерживается.

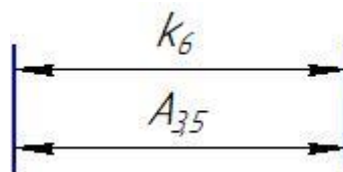
Рассмотрим размерную цепь для размера K_5



$$TK_5 = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{3,10} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

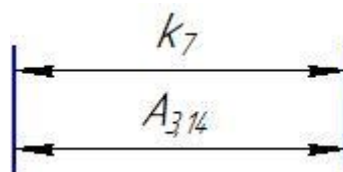
Рассмотрим размерную цепь для размера K_6



$$TK_6 = 0,5 \text{ мм}; \quad TA_{3,5} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается.

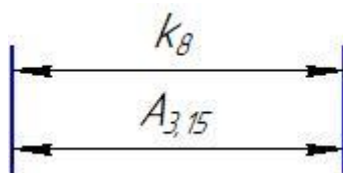
Рассмотрим размерную цепь для размера K_7



$$TK_7 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{3,14} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается.

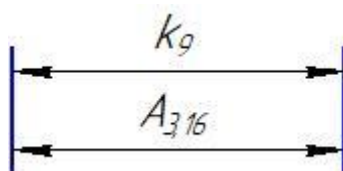
Рассмотрим размерную цепь для размера K_8



$$TK_8 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{3,15} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается.

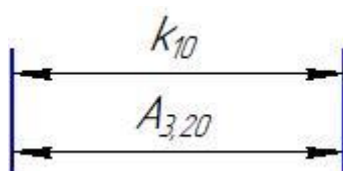
Рассмотрим размерную цепь для размера K_9



$$TK_9 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{3,16} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается.

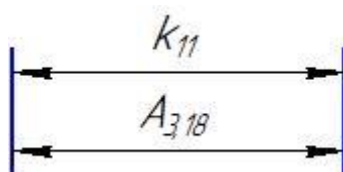
Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10}



$$TK_{10} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{3,20} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_{10} выдерживается.

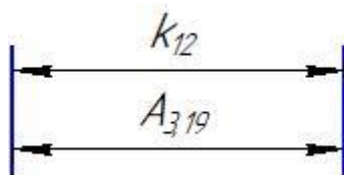
Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11}



$$TK_{11} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{3,18} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_{11} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12}



$$TK_{12} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{3,19} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_{12} выдерживается.

Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска определяется по формуле [2, стр. 42]

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$Z_{1.1 \min} = 0,10 + 0,1 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{3.1 \min} = 0,10 + 0,1 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{3.5 \min} = 0,10 + 0,1 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{3.7 \min} = 0,10 + 0,1 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{3.10 \min} = 0,10 + 0,1 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{3.13 \min} = 0,01 + 0,02 + 0,06 = 0,09 \text{ мм}$$

Расчет припусков на диаметральные размеры

Расчёт припуска определяется по формуле [2, стр. 42]

$$Z_{Di \min} = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$$

$$Z_{D1.1 \min} = 2 \left(0,08 + 0,07 + \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} \right) = 0,48 \text{ мм}$$

$$Z_{D3.5 \min} = 2 \left(0,01 + 0,015 + \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} \right) = 0,23 \text{ мм}$$

$$Z_{D3.10 \min} = 2 \left(0,01 + 0,015 + \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} \right) = 0,23 \text{ мм}$$

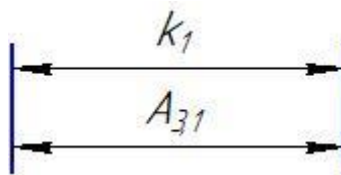
$$Z_{D3.13 \min} = 2 \left(0,01 + 0,015 + \sqrt{0,04^2 + 0,035^2} \right) = 0,16 \text{ мм}$$

$$Z_{D3.14 \min} = 2 \left(0,08 + 0,07 + \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} \right) = 0,48 \text{ мм}$$

Расчёт технологических размеров

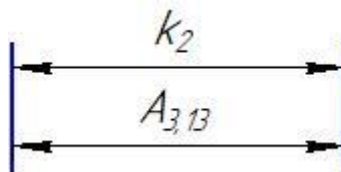
Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.1}$



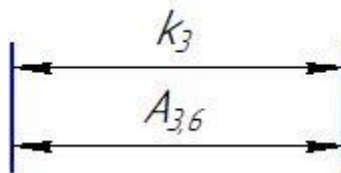
$$A_{3.1}^c = K_1^c = 52,65 \text{ мм}; \quad A_{3.1} = 53_{-0.7} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.13}$



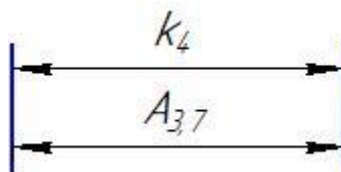
$$A_{3.13}^c = K_2^c = 27,35 \text{ мм}; \quad A_{3.13} = 27,5_{-0.2}^{-0.1} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.6}$



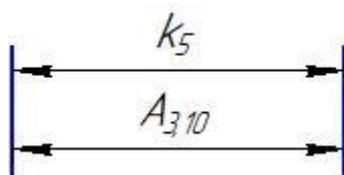
$$A_{3.6}^c = K_3^c = 22,5 \text{ мм}; \quad A_{3.6} = 22,5 \pm 0,2 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.7}$



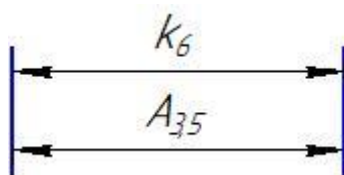
$$A_{3.7}^c = K_4^c = 6,3 \text{ мм}; \quad A_{3.7} = 6^{+0.6} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.10}$



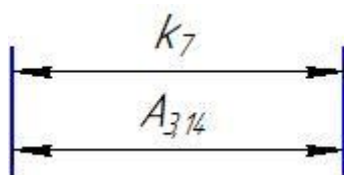
$$A_{3.10}^c = K_5^c = 15 \text{ мм}; \quad A_{3.10} = 15 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.5}$



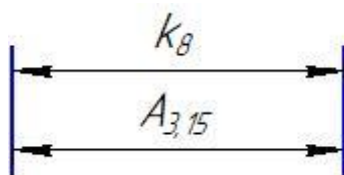
$$A_{3.5}^c = K_6^c = 23 \text{ мм}; \quad A_{3.5} = 23 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.14}$



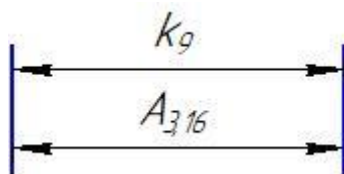
$$A_{3.14}^c = K_7^c = 0,5 \text{ мм}; \quad A_{3.14} = 0,5 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.15}$



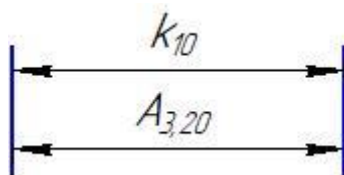
$$A_{3.15}^c = K_8^c = 0,5 \text{ мм}; \quad A_{3.15} = 0,5 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.16}$



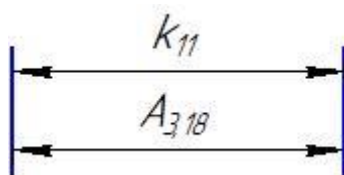
$$A_{3.16}^c = K_9^c = 0,5 \text{ мм}; \quad A_{3.16} = 0,5 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.20}$



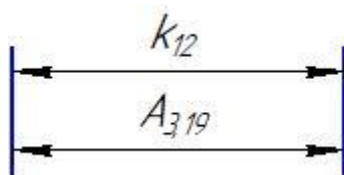
$$A_{3.20}^c = K_{10}^c = 0,5 \text{ мм}; \quad A_{3.20} = 0,5 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.18}$



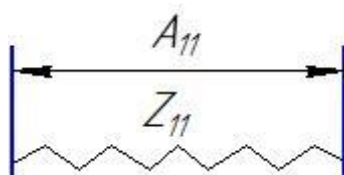
$$A_{3.18}^c = K_{11}^c = 1,5 \text{ мм}; \quad A_{3.18} = 1,5 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.19}$



$$A_{3.19}^c = K_{12}^c = 1,5 \text{ мм}; \quad A_{3.19} = 1,5 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.1}$

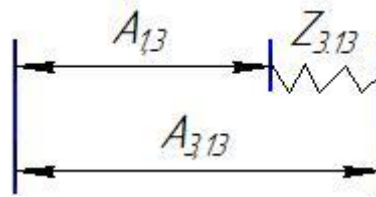


$$Z_{1.1}^c = Z_{1.1min} + \frac{TA_{11}}{2} = 0,3 + \frac{0,32}{2} = 0,46 \text{ мм};$$

$$A_{1.1}^c = Z_{1.1}^c = 0,46 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 0,5_{-0,2}^{+0,1} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,3}$

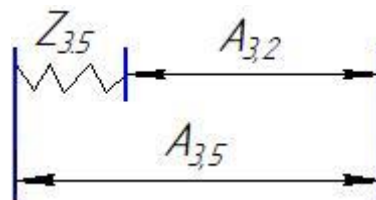


$$Z_{3,13}^c = Z_{3,13min} + \frac{TA_{1,3} + TA_{3,13}}{2} = 0,09 + \frac{0,2 + 0,1}{2} = 0,24 \text{ мм};$$

$$A_{1,3}^c = A_{3,13}^c - Z_{3,13}^c = 27,35 - 0,24 = 27,11 \text{ мм}$$

$$A_{1,3} = 27,1 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3,2}$

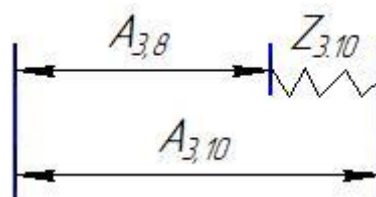


$$Z_{3,5}^c = Z_{3,5min} + \frac{TA_{3,2} + TA_{3,5}}{2} = 0,3 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 0,6 \text{ мм};$$

$$A_{3,2}^c = A_{3,5}^c - Z_{3,5}^c = 23 - 0,6 = 22,4 \text{ мм}$$

$$A_{3,2} = 22,4 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3,8}$

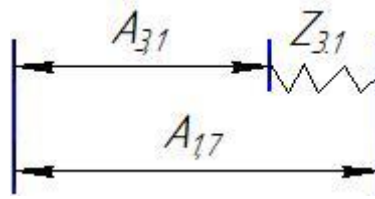


$$Z_{3,10}^c = Z_{3,10min} + \frac{TA_{3,8} + TA_{3,10}}{2} = 0,3 + \frac{0,3 + 0,4}{2} = 0,65 \text{ мм};$$

$$A_{3,8}^c = A_{3,10}^c - Z_{3,10}^c = 15 - 0,65 = 14,4 \text{ мм}$$

$$A_{3,8} = 14,4 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.7}$

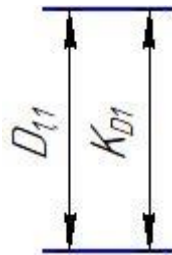


$$Z_{3.1}^c = Z_{3.1min} + \frac{TA_{3.1} + TA_{1.7}}{2} = 0,3 + \frac{0,7 + 0,2}{2} = 0,75 \text{ мм};$$

$$A_{1.7}^c = A_{3.1}^c + Z_{3.1}^c = 52,65 + 0,75 = 53,4 \text{ мм}$$

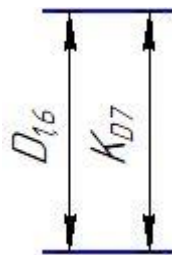
$$A_{1.7} = 53,4 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.1}$



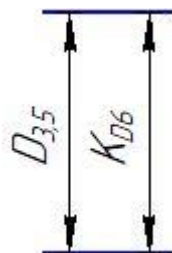
$$D_{1.1} = K_{D1} = 36 \pm 0,3 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.6}$



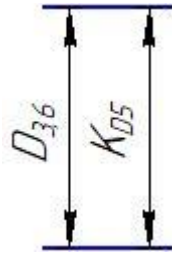
$$D_{1.6} = K_{D7} = 20^{+0.5} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.5}$



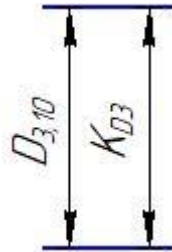
$$D_{3.5} = K_{D6} = 24^{+0.033} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.6}$



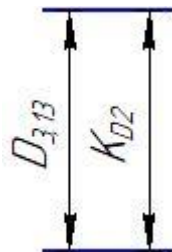
$$D_{3.6} = K_{D5} = 24_{-0.6} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.10}$



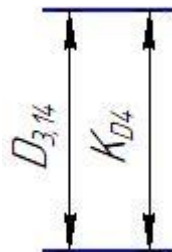
$$D_{3.10} = K_{D3} = 24^{+0.033} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.13}$



$$D_{3.13} = K_{D2} = 30_{+0.022}^{+0.035} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.14}$



$$D_{3.14} = K_{D4} = 36_{-0.4} \text{ мм.}$$

Результаты расчета продольных технологических
размеров записать в таблице

Обозначение технологического размера	Среднее значение технологического размера	Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера
$A_{1.1}$	0,45	$0,5^{+0,1}_{-0,2}$
$A_{1.3}$	27,1	$27,1 \pm 0,1$
$A_{1.7}$	53,4	$53,4 \pm 0,1$
$A_{3.1}$	52,65	$53_{-0,7}$
$A_{3.2}$	22,4	$22,4 \pm 0,1$
$A_{3.5}$	23	$23 \pm 0,1$
$A_{3.6}$	22,5	$22,5 \pm 0,2$
$A_{3.7}$	6,3	$6^{+0,6}$
$A_{3.8}$	14,4	$14,4 \pm 0,1$
$A_{3.10}$	15	$15 \pm 0,1$
$A_{3.13}$	27,35	$27,5^{+0,1}_{-0,2}$
$A_{3.14}$	0,5	$0,5 \pm 0,1$
$A_{3.15}$	0,5	$0,5 \pm 0,1$
$A_{3.16}$	0,5	$0,5 \pm 0,1$
$A_{3.18}$	1,5	$1,5 \pm 0,1$
$A_{3.19}$	1,5	$1,5 \pm 0,1$
$A_{3.20}$	0,5	$0,5 \pm 0,1$

7. Выбор средств технологического оснащения

В технологическом процессе имеется 2 токарных операций. Для 2 токарных операций выберем горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway GA-2000.

Технические характеристики горизонтальных токарно-револьверных станков Goodway GA-2000.

Вес, кг	3500
Диаметр патрона, дюйм	Ø8"
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм	309
Максимальный диаметр прутка, мм	Ø51
Максимальный диаметр точения, мм	350
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11
Повторяемость, мм	± 0,003
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин	30
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	30
Скорость вращения шпинделя, об/мин	22/6000
Точность позиционирования, мм	±0,005

8. Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания;
4. число оборотов;
5. главная составляющая силы резания;
6. мощность резания;
7. Проверка по мощности.

Операция 1: токарная операция с ЧПУ

переход 1: подрезка торца

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{11}^c = 0,46 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 0,9$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,00$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1,00 = 1,17$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,53^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,17 = 274 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 274}{\pi \cdot 37} = 2357 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300/243$; $n = -0,15/-0,3$; $x = 1,0/0,9$; $y = 0,75/0,6$ – определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp.z} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$
$$K_{mp.y} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1/1$; $K_{\varphi p}=1,0/1,0$; $K_{\gamma p}=1,0/1,0$; $K_{\lambda p}=1,0/0,75$; $K_{rp}=1,0/1,0$.
Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,53^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 274^{-0,15} \cdot 1 = 205 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,53^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 274^{-0,3} \cdot 0,75 = 73 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{205 \cdot 274}{1020 \cdot 60} = 0,92 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,92}{0,85} = 1,08 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,08 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 2: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{01}^c - D_{11}^c)/2 = 0,65 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,65^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 295 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 295}{\pi \cdot 36} = 2608 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,65^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 295^{-0,15} \cdot 0,93 = 231 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{231 \cdot 295}{1020 \cdot 60} = 1,11 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,11}{0,85} = 1,31 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,31 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 3: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{11}^c - D_{12}^c)/2 = 1 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 277 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 277}{\pi \cdot 34} = 2593 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,93$.

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 277^{-0,15} \cdot 0,93 = 359 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{359 \cdot 277}{1020 \cdot 60} = 1,62 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,62}{0,85} = 1,91 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,91 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 4: сверление центрального отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [4, стр.214]: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75): $D = 10,6$ мм ; $L = 11,2$ мм

Глубина резания:

$$t = D/2 = 5,3 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [4, стр.381]. $s = 0,15$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин – определены по таблице 40 [4, стр.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$; – определены по таблице 38 [4, стр.383].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}$$

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

По табл.1 [4, стр.358]: $K_{MV} = 1,0$

По табл.41 [4, стр.361]: $K_{IV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{IV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{7 \cdot 10,6^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} 1,0 = 40 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 40}{\pi \cdot 5} = 2546 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{мр}} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ –
определены по таблице 42 [4, стр.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{мр}}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [4, стр.362]:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{\text{мр}}=1$;

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{\text{мр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10,6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 8,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{\text{мр}} \cdot n}{9750} = \frac{8,5 \cdot 1201}{9750} = 1,05 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,05}{0,85} = 1,24 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{пр}} \leq N_{\text{ст}}$$

$$1,24 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 5: сверление отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [4, стр.214]: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75): $D = 20$ мм ; $L = 58$ мм

Глубина резания:

$$t = D/2 = 10 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [4, стр.381]. $s = 0,23$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=20$ мин – определены по таблице 40 [4, стр.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 9,8$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,50$; – определены по таблице 38 [4, стр.383].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}$$

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

По табл.1 [4, стр.358]: $K_{MV} = 1,0$

По табл.41 [4, стр.361]: $K_{IV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{IV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,23^{0,5}} 1,0 = 37 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 37}{\pi \cdot 20} = 589 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{мр}} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ –
определены по таблице 42 [4, стр.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{мр}}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [4, стр.362]:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{\text{мр}}=1$;

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{\text{мр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^2 \cdot 0,23^{0,8} \cdot 1 = 43 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{\text{мр}} \cdot n}{9750} = \frac{43 \cdot 589}{9750} = 2,6 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,6}{0,85} = 3,06 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{пр}} \leq N_{\text{ст}}$$

$$3,06 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход б: отрезание заготовки

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = 3 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,1$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,2}} 1,3 = 318 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 318}{\pi \cdot 20} = 5061 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 408$; $n = 0$; $x = 0,72$; $y = 0,8$ – определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=0,89; K_{\gamma p}=1,1; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,87.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 3^{0,72} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 318^0 \cdot 0,85 = 1212 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1212 \cdot 318}{1020 \cdot 60} = 6,2 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,2}{0,85} = 7,4 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$7,4 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

Операция 3: токарная операция с ЧПУ

переход 1: подрезка торца

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{31}^c = 0,75 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,3 = 289 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 289}{\pi \cdot 37} = 2486 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,93$.

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,75 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 289^{-0,15} \cdot 0,93 = 267 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{267 \cdot 289}{1020 \cdot 60} = 1,26 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,26}{0,85} = 1,48 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,48 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 2: расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{33}^c - D_{16}^c)/2 = 1 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 277 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 277}{\pi \cdot 20} = 4409 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 277^{-0,15} \cdot 0,93 = 359 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{359 \cdot 277}{1020 \cdot 60} = 1,62 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,62}{0,85} = 1,91 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,91 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 3: расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{34}^c - D_{33}^c)/2 = 0,5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 307 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 307}{\pi \cdot 22} = 4442 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,93$.

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 307^{-0,15} \cdot 0,93 = 177 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{177 \cdot 307}{1020 \cdot 60} = 0,89 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,89}{0,85} = 1,04 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,04 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 4: расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{35}^c - D_{34}^c)/2 = 0,4 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,1$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} 1,3 = 365 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 365}{\pi \cdot 23} = 5051 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,93$.

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 365^{-0,15} \cdot 0,93 = 82 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{82 \cdot 365}{1020 \cdot 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,49}{0,85} = 0,58 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$0,58 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 5: точение канавки

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = 6 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,1$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,1^{0,20}} 1,3 = 243 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 243}{\pi \cdot 33} = 2344 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1$; $K_{\varphi p}=0,89$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,87$.

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 6 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 243^{-0,15} \cdot 0,85 = 1306 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1306 \cdot 243}{1020 \cdot 60} = 5,19 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,19}{0,85} = 6,1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$6,1 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход б: расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{38}^c - D_{16}^c)/2 = 1 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 277 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 277}{\pi \cdot 20} = 4409 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 277^{-0,15} \cdot 0,93 = 359 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{359 \cdot 277}{1020 \cdot 60} = 1,62 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,62}{0,85} = 1,91 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,91 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 7: расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{39}^c - D_{38}^c)/2 = 0,5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 307 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 307}{\pi \cdot 22} = 4442 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 307^{-0,15} \cdot 0,93 = 177 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{177 \cdot 307}{1020 \cdot 60} = 0,89 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,89}{0,85} = 1,04 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,04 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 8: расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{310}^c - D_{39}^c)/2 = 0,4 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,1$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} 1,3 = 365 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 365}{\pi \cdot 23} = 5051 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 365^{-0,15} \cdot 0,93 = 82 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{82 \cdot 365}{1020 \cdot 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,49}{0,85} = 0,58 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$0,58 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 9: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{1.2}^c - D_{3.11}^c) / 2 = 1 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 277 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 277}{\pi \cdot 32} = 2755 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 277^{-0,15} \cdot 0,93 = 359 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{359 \cdot 277}{1020 \cdot 60} = 1,62 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,62}{0,85} = 1,91 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,91 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 10: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{3.11}^c - D_{3.12}^c)/2 = 0,5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 307 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235}{\pi \cdot 31} = 3152 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,93$.

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 307^{-0,15} \cdot 0,93 = 177 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{177 \cdot 307}{1020 \cdot 60} = 0,89 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,89}{0,85} = 1,04 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,04 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 11: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{3.12}^c - D_{3.13}^c)/2 = 0,34 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,1$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,34^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} 1,3 = 374 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 374}{\pi \cdot 30} = 3968 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,34 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 374^{-0,15} \cdot 0,93 = 69 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{69 \cdot 374}{1020 \cdot 60} = 0,42 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,42}{0,85} = 0,5 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$0,5 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 12: точение фасок

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = A_{3.14}^c = A_{3.15}^c = A_{3.16}^c = 0,5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{PV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{IV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 307 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 307}{\pi \cdot 24} = 4072 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 307^{-0,15} \cdot 0,93 = 177 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{177 \cdot 307}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,45}{0,85} = 0,89 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$0,89 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 13: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = (D_{01}^c - D_{3.14}^c)/2 = 0,65 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,1$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,65^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} 1,3 = 339 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 339}{\pi \cdot 36} = 2997 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,65 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 339^{-0,15} \cdot 0,93 = 135 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{135 \cdot 339}{1020 \cdot 60} = 0,75 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,75}{0,85} = 0,88 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$0,88 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 14: точение фасок

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = A_{3.18}^c = A_{3.19}^c = 1,5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 260 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 260}{\pi \cdot 33} = 2508 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$K_{mp}=1$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,93$.

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 260^{-0,15} \cdot 0,93 = 544 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{544 \cdot 260}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,3}{0,85} = 2,7 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$2,7 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 15 : точение фасок

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания:

$$t = A_{3.20}^c = 0,5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, стр.364]. $s = 0,2$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, стр.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; – определены по таблице 17 [4, стр.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПV} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} 1,3 = 307 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 307}{\pi \cdot 33} = 2961 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, стр.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, стр.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$$K_{mp}=1; K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 307^{-0,15} \cdot 0,93 = 177 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{177 \cdot 307}{1020 \cdot 60} = 0,89 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,89}{0,85} = 1,04 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$1,04 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

переход 16 : нарезание резьбы

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Число рабочих ходов назначаем по таблице 114 [4, стр.428].

Черновые ходы : 6 раза; Чистовые ходы : 2 раза; Общее число рабочих ходов: 8 раз.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(36-31,67)/2}{8} = 0,27 \text{ мм};$$

Подача равна шагу резьбы, $s = 4 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 118 [4, стр.430], $T=70$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 244$; $m = 0,20$; $x = 0,23$; $y = 0,30$; – определены по таблице 118 [4, стр.430].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}$$

Где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, стр.360]: $K_{MV} = 1,3$

По табл.5 [4, стр.361]: $K_{ПВ} = 1,0$

По табл.6 [4, стр.361]: $K_{ИВ} = 1,0$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 = 1,3$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{244 \cdot 8^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 4^{0,3}} 1,3 = 144 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 144}{\pi \cdot 31} = 1479 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} K_p$$

Где P-шаг резьбы, мм; i-число рабочих ходов, устанавливаемое из табл. 114

Значения коэффициентов: $C_p = 148$; $y = 1,7$ – определены по таблице 120 [4, стр.433].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [4, стр.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

Составляющие силы резания, формула:

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 4^{1,7}}{8^{0,71}} \cdot 1 = 3569 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3569 \cdot 144}{1020 \cdot 60} = 8,4 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,4}{0,85} = 9,9 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$9,9 \text{ кВт} \leq 11 \text{ кВт}$$

9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n}$$

Где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{\text{вр}}$ - длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{\text{пер}}$ - длина перебега инструмента, мм;

$l_{\text{подв}}$ - длина подвода инструмента к заготовке, мм ($1 \div 3$ мм);

i - число рабочих ходов;

S - подача, мм/об;

n - число оборотов шпинделя, об/мин.

Операция 1 переход 1:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(37/2 + 1 + 2) \cdot 1}{0,2 \cdot 2357} = 0,046 \text{ мин}$$

Операция 1 переход 2:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(34 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 2608} = 0,067 \text{ мин}$$

Операция 1 переход 3:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(27,2 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 2593} = 0,054 \text{ мин}$$

Операция 1 переход 4:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(11,2 + 1) \cdot 1}{0,15 \cdot 2546} = 0,032 \text{ мин}$$

Операция 1 переход 5:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(53,8 + 1 + 3 + 1) \cdot 1}{0,23 \cdot 589} = 0,434 \text{ мин}$$

Операция 1 переход б:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(\frac{37 - 20}{2} + 1 + 1\right) \cdot 1}{0,1 \cdot 5061} = 0,021 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 1:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(\frac{37 - 20}{2} + 1 + 1\right) \cdot 1}{0,2 \cdot 2486} = 0,021 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 2:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(22,5 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 4409} = 0,027 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 3:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(22,5 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 4442} = 0,026 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 4:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(23,1 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 5051} = 0,048 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 5:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(\frac{37 - 33}{2} + 1\right) \cdot 1}{0,1 \cdot 2344} = 0,013 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 6:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14,2 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 4409} = 0,017 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 7:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14,2 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 4442} = 0,017 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 8:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15,1 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 5051} = 0,032 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 9:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(27,2 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 2755} = 0,052 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 10:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(27,2 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 3152} = 0,045 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 11:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(27,4 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 3968} = 0,072 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 12:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(0,6 + 1 + 1) \cdot 3}{0,2 \cdot 4072} = 0,010 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 13:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(18 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 2997} = 0,063 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 14:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1,6 + 1) \cdot 2}{0,2 \cdot 2508} = 0,011 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 15:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(0,6 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 2961} = 0,003 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 16:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(13 + 1 + 1) \cdot 8}{4 \cdot 1479} = 0,021 \text{ мин}$$

10. Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к}$ [1, стр.101]

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт};$$

Штучное время определяем по формуле [1, стр.101]:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от},$$

Вспомогательное время определяем по формуле [1, стр.101]:

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из};$$

Где $T_{уст.}$ - время на установку и снятие детали – определены по таблице 5.1 и 5.2 [1, стр.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали – определены по таблице 5.7 [1, стр.201];

$T_{уп}$ - время на управление станком– определены по таблице 5.8 [1, стр.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали– определены по таблице 5.12 [1, стр.207];

Оперативное время: $T_{опер.} = T_0 + T_B.$

Время на обслуживание и отдых: $T_{о.т} = 15\% \times t_{опер.}$

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з}.$

n- количество деталей в настроечной партии, n= 1000 шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{1000} \right) + T_0 + T_B + T_{о.т}.$$

Операция 1:

$$T_0 = 0,66 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,06 + 0,034 + 0,28 + 0,18 = 0,56 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,60 + 0,56 = 1,16 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 1,16 = 0,17 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,66 + 0,56 + 0,17 = 1,39 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з}} = 5 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = 0,66 + 0,56 + 0,17 + 0,005 = 1,4 \text{ мин.}$$

Операция 3:

$$T_0 = 0,48 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,12 + 0,54 + 0,53 = 1,54 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,23 + 1,54 = 1,77 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 1,77 = 0,27 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,48 + 1,54 + 0,27 = 2,29 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з}} = 8 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = 0,48 + 1,54 + 0,27 + 0,004 = 2,30 \text{ мин.}$$

$$\sum T_{\text{шт.к}} = 1,4 + 2,3 = 3,7 \text{ мин}$$

II. Конструкторская часть

1. Анализ исходных данных и контроль биений на проектирование приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки детали «пробка» на призме.
Основание для контроля	Рисунок приспособления для контроля биений.
Цель и назначение контроля	После обработки детали должны быть проверены, чтобы обеспечить приемлемость размера детали

2. Принципиальная расчетная схема и компоновка приспособления

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. 1).

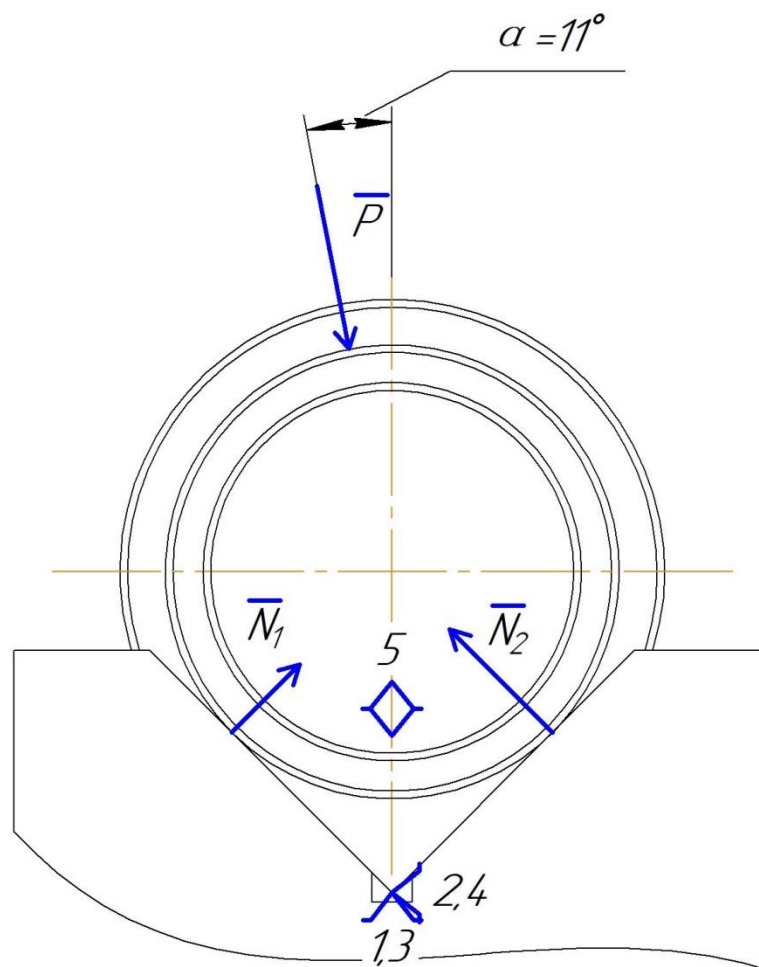
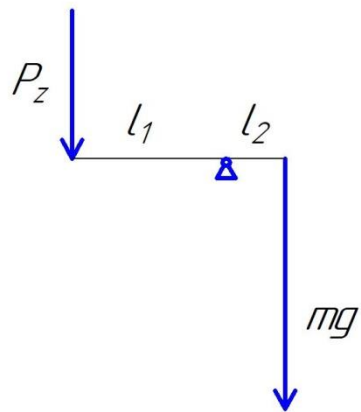
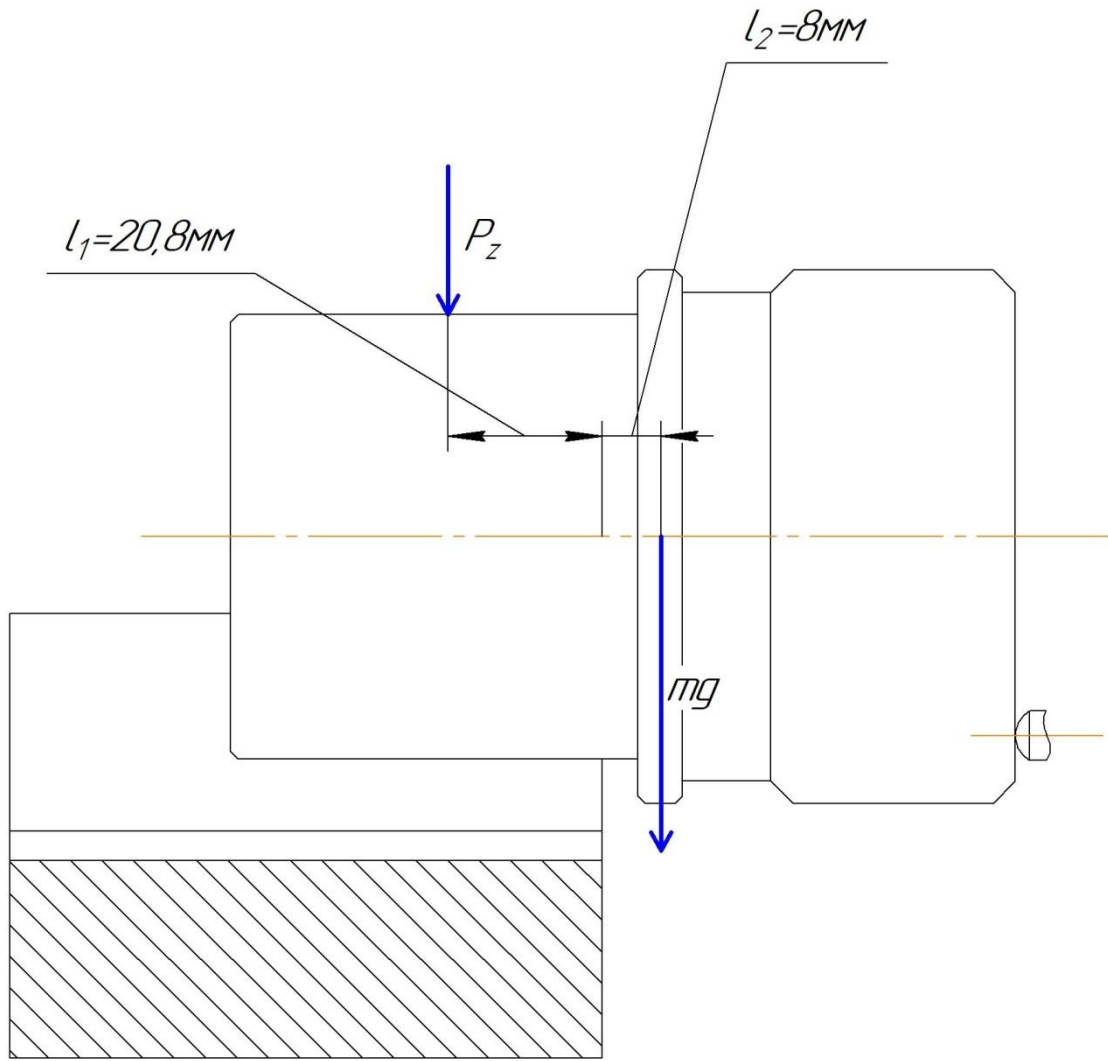


Рис.1.Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима

3. Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.



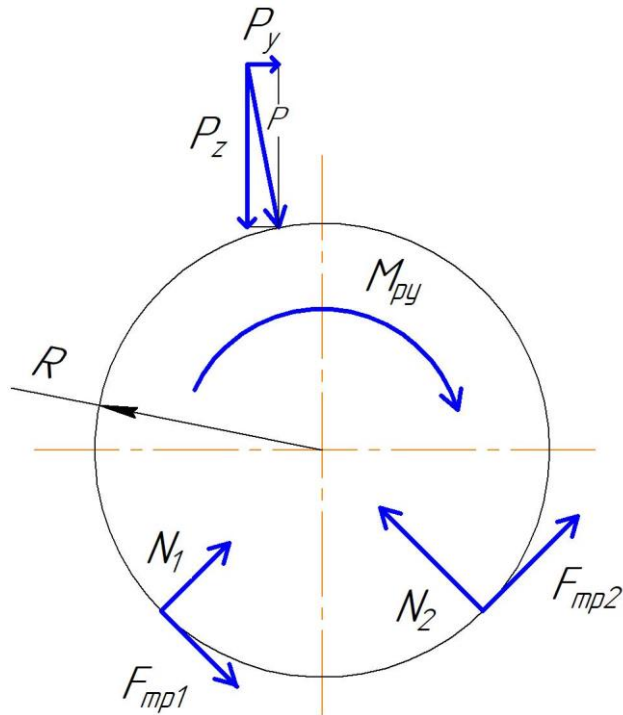


Рис. 2 Расчетная схема

Необходимая сила зажима:

$$\cos \alpha = \frac{P_z}{P}$$

$$P_{z \text{ расчет}} \cdot l_1 = mg \cdot l_2$$

где m – масса детали, кг;

l_1 и l_2 – расстояние от точки силы до точки опоры, м;

g – ускорение силы тяжести, $9,8 \text{ м/с}^2$.

Сила зажима:

$$P_{z \text{ расчет}} = \frac{mg \cdot l_2}{l_1} = \frac{0,213 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 8 \text{ мм}}{20,8 \text{ мм}} = 0,802 \text{ Н}$$

Так как действенная сила должна больше, чем расчётная сила.

Принимаем $P_{z \text{ дейст.}} = 2 \text{ Н}$

Сила зажима:

$$P = \frac{P_{z \text{ дейст.}}}{\cos \alpha} = \frac{2}{\cos 11^\circ} = 2,04 \text{ Н}$$

Сила трения деталей на призме

$$F_{\text{тр}} = N \cdot f_{\text{тр}}$$

где N – опорная сила, Н;

$f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения.

Сила трения деталей:

$$N_1 \cdot \cos 45^\circ + N_2 \cdot \cos 45^\circ = P_{z \text{ дейст.}}$$

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}1} + F_{\text{тр}2} = N_1 \cdot f_{\text{тр}} + N_2 \cdot f_{\text{тр}} = \frac{P_{z \text{ дейст.}}}{\cos 45^\circ} \cdot f_{\text{тр}}$$

$$= \frac{2}{\frac{1}{\sqrt{2}}} \cdot 0,15 = 0,43 \text{ Н}$$

Крутящий момент, необходимый для поворота детали

$$M_{\text{ру}} = \sum (F_{\text{тр} i} \cdot R_i)$$

Где R – радиус детали, м.

Крутящий момент:

$$M_{\text{ру}} = \sum (F_{\text{тр} i} \cdot R_i) = 0,43 \cdot 0,015 = 0,007 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чи Гуаньнань

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p><i>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</i></p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i></p>	<p><i>Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.</i></p>
<p>2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i></p>	<p><i>Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.</i></p>
<p>3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для</i></p>	<p><i>Расчет материальных затрат НИИ,</i></p>

<i>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
158Л41	Чи Гуаньнань		

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы « Разработка технологии изготовления пробки ». Пробка представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали инструментальной штамповой 40Х13. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. 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 «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 критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		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	0,05	2	1	2	0,1	0,05	0,1
2. Удобство в эксплуатации	0,2	4	3	2	0,8	0,6	0,4

(соответствует требованиям потребителей)							
3. Помехоустойчивость	0,03	2	4	3	0,06	0,12	0,09
4. Энергоэкономичность	0,01	4	4	2	0,04	0,04	0,02
5. Надежность	0,2	4	3	4	0,8	0,6	0,8
6. Уровень шума	0,01	2	1	2	0,02	0,01	0,02
7. Безопасность	0,2	4	5	4	0,8	1,0	0,8
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	3	4	4	0,03	0,04	0,04
10. Простота эксплуатации	0	4	4	5	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	2	2	0,15	0,1	0,1
3. Цена	0,02	2	4	2	0,04	0,08	0,04
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	4	3	4	0,04	0,03	0,04
6. Финансирование	0,04	3	3	4	0,12	0,12	0,16

научной разработки							
7. Срок выхода на рынок	0,03	1	2	2	0,03	0,06	0,06
8. Наличие сертификации разработки	0,04	3	4	2	0,12	0,16	0,08
Итого	1	56	57	55	3,55	3,41	3,15

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:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 56 \cdot 3,55 = 198,8$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 57 \cdot 3,41 = 194,37$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 55 \cdot 3,15 = 173,25$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. 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 (QQuality 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	70	100	0,7	0,14
2. Помехоустойчивость	0,02	30	100	0,3	0,006
3. Надежность	0,2	80	100	0,8	0,16
4. Унифицированность	0,07	90	100	0,9	0,063
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09

6. Уровень шума	0,05	40	100	0,4	0,02
7. Безопасность	0,1	70	100	0,7	0,07
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	0,02	50	100	0,5	0,01
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,01	0
12. Ремонтпригодность	0,05	20	100	0,2	0,01
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,04	80	100	0,8	0,032
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	30	100	0,3	0,003
15. Перспективность рынка	0,01	30	100	0,3	0,003
16. Цена	0,07	20	100	0,2	0,014
17. Послепродажное обслуживание	0,01	40	100	0,4	0,004
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,02	5	100	0,05	0,001
19. Срок выхода на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
20. Наличие сертификации	0,01	50	100	0,5	0,005

разработки					
Итого	1	847		8,47	0,636

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 847 \cdot 0,636 = 539$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 539, 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 технологий</p> <p>С5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями</p> <p>С6. Наличие бюджетного финансирования.</p>	<p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Низкая уровень материалоемкости разработки</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</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</p>	<p>- Понижение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Повышение уровени материалоемкости разработки</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>

	эксплуатационными свойствами.	
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную деталь.</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований.</p>	<p>- Наличие неустойчивого спроса на рынке может ограничить развития современных технологий.</p> <p>- Введение дополнительных государственных требований может тормозить развития современного оборудования.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

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 сильные 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	20	30	40	80

расчета, мин				
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 визуальнo 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 строят 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	t	toji	Tpi
				min	max		
				i	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
	6	Проведение теоретических расчетов и обосно- ваний	Студент-дипломник	10	20	14	14
Теоретические и экспериментальные исследования	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 оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	6	12	8,4	8,4
	10	Определение целесообразности	Руководитель	7	14	9,8	9,8

		проведения ОКР					
Проведение ОКР							
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, но 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 тож_i используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5}$$

Где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{минi}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{маxi}$ – 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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{336}{336 - 104 - 14} = 1,54$$

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	1,4	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																	
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22																	
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	18																	
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	9																	
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	13																	
10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	16																	
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	8																	
12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7																	
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	5																	

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:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}$$

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.);

C_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.
Ручка	шт	500	30	15000
Тетрадь	шт	500	20	10000
перчатки	шт	1000	20	20000
Итого				45000

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 оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1

1	Токарный станок с ЧПУ GOODWAY GA-2000	1	1500 тыс.	1500 тыс.
2	Пруток 37x2000	35	1200	42000
				Итого: 1542000 руб.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10.

Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{1542000}{10 \times 12} \times 3 = 38550$ руб.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{зд}} \cdot T_p$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $Z_{\text{зд}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – 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 $Z_{ОСН}$								661631,18

по рабочим дням, 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:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп})$$

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 эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого				5270

3.4.6 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.

Таблица 17

Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	45000	Пункт 3.4.1
2. Расчет амортизации	38550	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	929753,26	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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{929753,26}{1100000} = 0,845$$

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	0,15	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4
3. Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,2	4
5. Надежность	0,15	4
6. Материалоемкость	0,2	3
Итого	1	3,35

$$I_{p-исп1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,45$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}} = \frac{3,45}{0,845} = 4,083$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,083}{4,9} = 0,833$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,845
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	3,45
3	Интегральный показатель эффективности	4,083
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,833

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 179302,08 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 929753,26 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чи Гуаньнань

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд. Область применения: автоматизация технологического процесса
---	--

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 документ); – 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); – электробезопасность (в т.ч. статическое 	<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 зрения; – 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;
---	---

<p>электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <ul style="list-style-type: none"> – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<ul style="list-style-type: none"> – опасность поражения статическим электричеством; – короткое замыкание. – Работа механизмов; – Запыленность; – СИЗы;
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – 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>Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</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>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар. 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
Доцент	Штейнле А.В.	к.м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чи Гуаньнань		

Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

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. Анализ выявленных вредных факторов

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	Температура, °С	Относительная 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.

1.2 Анализ выявленных опасных факторов

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 грибов.

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.

1.3. 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.

1.4 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

$$\Phi_{лц} = 3000 \text{ Лм.}$$

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

2. Экологическая безопасность

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 соединению 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.

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.

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.

3. Безопасность в ЧС

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 A_n , B_n , B_{n1} , Γ_n и D_n .

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).

План эвакуации из помещения

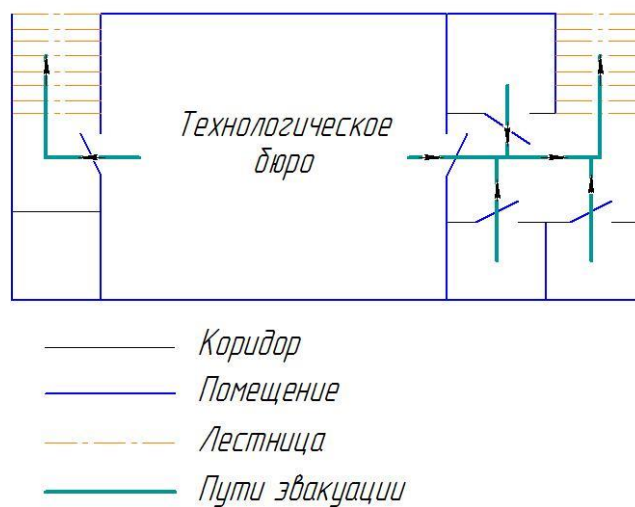


Рис 2. План эвакуации.

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.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
3. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
4. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
8. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
9. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
10. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

11. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда.

Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

12. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Список литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
2. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91 с.
3. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 912 с., ил.
4. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с., ил.
5. Выбор технологических баз при изготовлении деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – Томск: Изд-во. Томского политехнического университета, 2007. – 56 с.
6. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. 7-е изд., перераб. и доп. – Е.: Издательство АТП, 2015 год. – Ч. 1. 543 с., ил.
7. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. 7-е изд., перераб. и доп. – Е.: Издательство АТП, 2015 год. – Ч. 2. 448 с., ил.
8. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 330 с. + Доп. Материалы
9. Режущий инструмент: учебник для вузов / под. общ. ред. С.В. Кирсанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2014. – 520 с.: ил.